



Guía práctica para la clausura de drenajes en turberas intervenidas

Rodolfo Iturraspe
Adriana Urciuolo
Sergio Camargo



Wetlands
INTERNATIONAL

Guía práctica para la clausura de drenajes en turberas intervenidas

Rodolfo Iturraspe¹, Adriana Urciuolo¹, Sergio Camargo²

¹ Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.

² Dirección General de Recursos Hídricos, Secretaría de Ambiente, Desarrollo Sostenible y Cambio Climático. Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.

Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales
Wetlands International LAC

Este proyecto recibió apoyo del "Concurso de Proyectos de Agua – novena edición", organizado por Coca-Cola de Argentina y Fundación Vida Silvestre Argentina, con el apoyo del Centro de Innovación Social de la Universidad de San Andrés.

2017



© 2017 Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International

El contenido de esta publicación puede ser reproducido libremente para fines de educación, difusión y para otros propósitos no comerciales. Un permiso previo es necesario para otras formas de reproducción. En todos los casos se debe otorgar el crédito correspondiente a la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International.

ISBN 978-987-29811-5-0

Esta publicación puede citarse como sigue: Iturraspe, R., A. Urciuolo y S. Camargo. 2017. Guía práctica para la clausura de drenajes en turberas intervenidas. Fundación Humedales / Wetlands International LAC. Buenos Aires, Argentina.

Publicado por la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International LAC

<http://wetlands.org/lac>

Foto de tapa: *Rodolfo Iturraspe*

Diagramación y coordinación gráfica: *Pablo Casamajor*

Se imprimieron 500 ejemplares en el mes de abril de 2017 en Gráfica Offset S.R.L., Santa Elena 328, Barracas, CABA, Argentina.

Impreso sobre papel ilustración de 115 gramos y tapas en cartulina ilustración de 250 gramos.

El material presentado en esta publicación y las designaciones geográficas empleadas no implican opinión alguna de parte de la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International sobre la situación legal de cualquier país, territorio o área, o en relación a la delimitación de sus fronteras.

Camargo, Sergio

Guía práctica para la clausura de drenajes en turberas intervenidas / Sergio Camargo; Rodolfo Iturraspe; Adriana Beatriz Urciuolo. - 1a ed. - Buenos Aires : Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales, 2017.

16 p.; 24 x 17 cm.

ISBN 978-987-29811-5-0

1. Humedales. I. Iturraspe, Rodolfo II. Urciuolo, Adriana Beatriz III. Título

CDD 551.41

Introducción

La apertura de zanjas de drenaje es una práctica usual en la explotación de turberas concesionadas. En muchos casos las zanjas de drenaje permanecen abiertas tras finalizar el proceso extractivo. El drenaje sistemático produce el descenso del nivel de agua en la turbera, en una magnitud que varía en función de la profundidad de los drenes, del diseño de la red de drenaje, del tiempo transcurrido y de la naturaleza de la turbera. Es posible que el nivel de saturación, situado generalmente a unos 10 cm de la superficie en condiciones naturales, descienda a 1 metro de profundidad o más. El objetivo de este artículo es proponer una guía para la clausura de drenes en las turberas de Tierra del Fuego, en base a experiencias de campo realizadas, utilizando procedimientos sencillos y materiales disponibles en el mercado a bajo costo, cuya instalación sea factible este ambiente particular, donde es difícil acceder con maquinaria.

¿Por qué cerrar los drenajes?

El drenaje implica, en principio, la degradación de la turbera (figura 1) y mientras se mantenga activo impide toda posibilidad de su recuperación. En condiciones naturales, una turbera de *Sphagnum* acumula 0,5 a 1 mm/año de materia orgánica, por ser la descomposición menos activa que la producción. No ocurre esto en otros ecosistemas terrestres: un bosque joven acumula materia orgánica pero en un bosque maduro se equilibran ambos procesos. Por qué los turbales pueden acumular materia orgánica por milenios?

En un turbal saturado es casi nulo el movimiento del agua por debajo de los 30 cm de la superficie, lo que da lugar a un ambiente carente de oxígeno, sin las bacterias aeróbicas que descomponen materia orgánica. Ello permite que aún con una productividad reducida el balance sea positivo.

Ante el descenso del nivel de agua en la turbera por los drenajes, el aire ocupa los poros y la descomposición se activa. El Carbono que las plantas capturaron de la atmósfera por milenios se libera como CO₂. Tal desaparición de la materia orgánica implica la pérdida de un recurso que podría ser utilizado, emisiones de CO₂ y la depresión topográfica del área de la turbera, lo que se conoce con el nombre de subsidencia.



Figura 1.- Contraste entre una típica turbera prístina (Izq.) y otra que fue drenada durante dos décadas (der.) Nótese en esta última el desarrollo de pequeños árboles y la desaparición de *Sphagnum* y otras plantas propias de los turbales.



Figura 2.- El drenaje en las turberas incrementa el riesgo de incendios, los que luego se propagan al bosque. La rehidratación de turberas ya intervenidas debería ser parte de la estrategia para la prevención de incendios.

La clausura de drenes habilita la recuperación hidrológica de una turbera intervenida: el nivel de agua asciende, disminuye la descomposición, los musgos productores de turba tienen chance de reinstalarse en la superficie.

Toda turbera drenada es materia orgánica seca inflamable potenciando el riesgo como foco de incendio (figura 2). Cuando las turberas están saturadas de humedad tales riesgos se ven minimizados.

La rehidratación de la turbera a partir del cierre de drenajes reducirá la emisión de CO_2 a la atmósfera, producto de la descomposición de materia orgánica y la turbera podrá, con el tiempo, recuperar parcialmente sus propiedades como humedal.

Soluciones para obturación de drenes en turberas

En la mayoría de estos casos, el drenaje consiste en zanjas principales, generalmente periféricas o laterales, de unos 2 m de ancho y profundidad, en las que suelen desaguar drenajes transversales secundarios.

Condiciones que deben cumplir los cierres de drenajes:

- ▲ Economía
- ▲ Estanqueidad
- ▲ Durabilidad
- ▲ Construcción sencilla

El número de cierres dependerá de la pendiente del terreno y de las características de la red de drenaje. Todos los desagües artificiales deben ser bloqueados.

A mayor pendiente, menor distancia entre cierres. No obstante, aunque la condición fuese absolutamente plana, no se puede considerar un único cierre; la restauración hidrológica requiere de un sistema con cierres a intervalos de 50 / 100 m. Es conveniente localizar los cierres aguas abajo de confluencias con otros drenes. La época seca, a fines del verano, es adecuada para instalar los cierres, ya que se facilita el trabajo y se aprovecha el almacenaje de agua en el invierno.

Cierres con placas de fibrocemento y turba

Las placas de fibrocemento son impermeables, no se degradan por efectos del medio ácido de las turberas, resisten a los esfuerzos aplicables para su instalación, son económicas y disponibles en el mercado en espesores variables. Placas de 8 mm de espesor han dado muy aceptables resultados en las experiencias, no obstante deben tratarse con cuidado para evitar roturas en el transporte e instalación. El relleno complementario de turba favorece la estanqueidad y brinda protección a las placas.

Instrucciones de colocación:

En la zona de cierre escogida sondear el tramo con una vara metálica para identificar la sección de menor profundidad. La placa debe alcanzar el estrato de turba firme. Suele acumularse en el fondo lodo orgánico de apariencia relativamente compacta con zanja seca, pero que se licúa cuando ésta lleva agua (figura 3). Sondear hasta encontrar un sustrato resistente de turba. No es necesario alcanzar el nivel basal de la turbera.

Relevar el perfil de la sección para proceder al corte de la placa. Ésta debería penetrar unos 20 cm en todo el perímetro de contacto, lo cual implica amoldar el corte al perfil relevado. Si la



Figura 3.- Situaciones engañosas:

A) En drenes antiguos, el desarrollo de la vegetación desde las márgenes puede obturar prácticamente la superficie, sin embargo, a 40 cm de la superficie la zanja tiene un ancho de 1,80m y similar profundidad.

B) La formación de lodo y el crecimiento de plantas en la superficie sugieren una canalización somera. Sin embargo se trata de un drenaje de 1,50 m de profundidad, con flujo por debajo de superficie que debe ser bloqueado.

pantalla es muy grande su hincado será dificultoso. Por otra parte la obturación debería ser tan completa como fuera posible para asegurar el bloqueo; no obstante, posibles imperfecciones se subsanan complementando la placa con turba.

Los cortes se realizan con amoladora y disco de corte para fibrocemento. Después de cortar, biselar los bordes perimetrales (excepto el superior) para facilitar la penetración, aplicando el plano del disco.

Colocación de la placa. Elegido el sitio de instalación, limpiar la vegetación, presentar la placa e hincar a mano hasta donde sea posible. Si hay entramado de raíces, presentar la placa y cortar con serrucho la sección donde esta será introducida. Continuar el hincado golpeando con una

masa de 5 kg sobre un tirante de madera apoyado uniformemente en la placa, nunca directamente sobre el fibrocemento. Aplicar los golpes con movimientos verticales de la masa, tomándola por el mango y dejándola caer. Martillando, puede deteriorarse el borde superior de la placa por golpes imprecisos. Continuar hasta enrasar con la superficie de la turbera. Usar también la madera si se empuja la placa con la pala de una retroexcavadora.

Rellenar con turba a ambos lados de la placa, en esta instancia en un ancho de unos 50 cm a cada lado. Trabajar alternativamente sobre ambos lados de la placa para evitar que se pandee. Al rellenar, cargar una capa de no más de 30-40 cm; luego empujar hacia abajo, repitiendo el proceso. El afirmado con turba debe penetrar en el lodo y alcanzar la turba firme del lecho. Compactar especialmente todo el perímetro de la sección.

Complementar cierres de pantalla con turba, completando un relleno de 2m a cada lado de la pantalla (figuras 4 y 5). Quitar previamente la vegetación. Gramíneas y otras plantas en paredes y lecho favorecen la filtración y dificultan la compactación. Esta tarea es trabajosa, especialmente con lodo en la zanja.



Figura 4.- Tareas de relleno con turba a ambos lados de la placa instalada.



Figura 5.- Cierre finalizado, con nivel de terminación 10 cm por debajo del borde la placa. La compactación de la turba debe alcanzar el fondo firme de la zanja.

Pantalla de placas de fibrocemento superpuestas

El tamaño de la placa, de 1,20m x 2,40m puede ser insuficiente para bloquear el drenaje. En tal caso superponer placas: clavar una en profundidad, alcanzando el fondo firme del drenaje en la zona central, normalmente más profunda. Introducir otra placa, superponiendo al menos 30 cm y minimizando el espacio intersticial. Anexar los tramos necesarios para completar el cierre (figura 6). Al agregar turba y compactar, forzar el contacto entre las placas superpuestas. La turba a ambos lados de la pantalla evitará el flujo de agua entre las placas. Es conveniente fijar las uniones en los tramos superpuestos superiores que permitan la operación. Utilizar tornillos de cabeza hexagonal de 1¼" x 8 mm con tuerca y arandelas. Aplicar sellador antes de atornillar.



Figura 6.- Tablero de fibrocemento con placas superpuestas. Deben ser unidas después de la colocación para evitar roturas durante el hincado.

Cierres de doble tablestacado de madera

Son adecuados para drenes de mayor sección en donde sea posible trabajar relativamente en seco. Constituyen una estructura sólida y durable conformada por dos tableros y relleno de turba u otro material disponible en el receptáculo que éstos determinan (figura 7).

Materiales:

- ▲ Tablas 1" x 6" o mayor ancho, del largo que corresponda
- ▲ Tirantes 2" x 4" (4)
- ▲ Nylon de 200 micrones, ancho 4 m
- ▲ Clavos



Figura 7.- Cierre de doble tablestacado en proceso constructivo. Presenta un vertedero en su parte superior para evacuar excedentes de agua.

Instalar en la sección del cierre tirantes transversales en cada lado en dos niveles, calzados sus extremos en las paredes laterales del dren (figura 8). Éstos permitirán alinear y clavar las tablas definiendo así una estructura. Es conveniente que los tableros tengan una pequeña inclinación, en forma de pirámide truncada, de 60 a 70 cm de ancho en la parte superior; por ello los tirantes inferiores estarán más separados entre sí que los superiores.

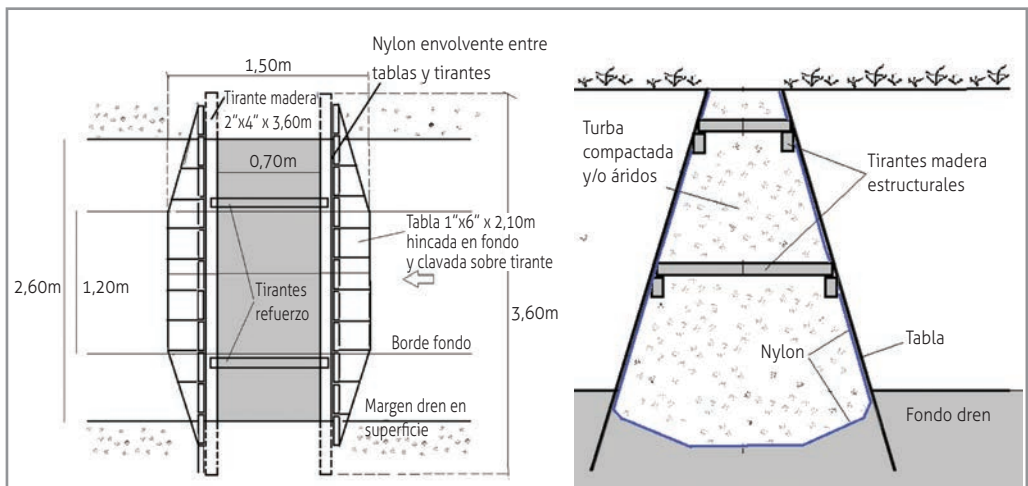


Figura 8.- Esquema de un cierre de doble tablestacado de madera: planta (izquierda) y corte (derecha). Las medidas indicadas son a modo de ejemplo.

Desmalezar paredes y lecho y compactar y emparejar la base de la estructura.

Colocar un nylon, en lo posible en un solo paño, envolviendo por el lado externo los tirantes de ambos tableros, así como la base de la estructura. El nylon deberá quedar entre las tablas y los tirantes. Extender bien el paño, dejando sobrante de material, de manera que puede expandirse sin romperse cuando se rellene con turba el espacio entre paneles.

Usando los tirantes como guía, comenzar el hincado de las tablas. La longitud de éstas debe permitir su penetración en la base firme del dren (puede ser de turba pero no de lodo) y alcanzar la superficie de la turbera. Es conveniente cortar los extremos inferiores en V para facilitar la penetración. Colocarlas inicialmente a mano y luego con golpes de masa, hasta enrasar la tabla con el nivel superficial de la turbera. Normalmente la zanja es menos profunda en los laterales, por lo que las tablas pueden ser allí más cortas. Colocar un hilo para alinear. No es un problema si quedan espacios entre tablas; la función de éstas es más estructural que aislante. La impermeabilidad se logra con el revestimiento de nylon y la turba de relleno entre ambos tableros. Clavar las tablas a los tirantes.

Comenzar con el relleno interior de la estructura en espesores de 30 cm, compactar y rellenar cuidadosamente los sectores marginales sin romper el nylon. Se usará turba húmeda y si fuera posible, arena o ripio, de modo de aumentar el peso sobre el lecho para impedir el flujo basal.

Al alcanzar con el relleno compactado el nivel de los tirantes inferiores, vincular los mismos con dos o más tirantes transversales. Hacer lo propio al alcanzar con el relleno el nivel de tirantes superiores. De tal modo ambos tableros conformarán una estructura unificada. Continuar relleno y compactando hasta enrasar.

Finalmente, agregar turba a la zanja a ambos lados del tablestacado y compactar, a fin de asegurar la impermeabilidad y para dar protección al mismo.



Figura 9.- Vista del cierre de tablestacado de madera concluido, con relleno de turba a ambos lados. Se ha practicado un corte en la parte superior para canalizar excedentes de escurrimiento y se ha vegetado el coronamiento para reducir la erosión.

Tablestacas de PVC

Es factible construir cierres de tablestacas de pvc encastrables (plastic piling). Cada unidad tiene 0,30m de ancho, con largos variables, frecuentemente 3 m. Los encastres (figura 10) facilitan la colocación de las piezas una a una con buena hermeticidad, por lo que no se requiere construir dos tableros como con el uso de madera. El material es inalterable. Desventajas: la dificultad para obtenerlo en comercios locales y su mayor costo.



Figura 10.- Placas de PVC encastrables. No han sido probadas en turberas locales pero hay muchas referencias de su uso en restauración hidrológica de turberas.

Tapones de turba

Los cierres materializados con turba, sin pantalla impermeable, son más económicos aunque no siempre garantizan la estanqueidad. Son apropiados en drenes someros, en profundidades de hasta 1m. A mayor profundidad es más difícil compactar correctamente el material, especialmente cuando la zanja está parcialmente ocupada por agua o barro.

Recomendaciones:

- ▲ Retirar previamente las plantas de las paredes de la zanja y del lecho
- ▲ Rellenar un tramo longitudinal de 3 a 4 m.
- ▲ Cargar un espesor de turba del orden de 30 cm y apisonar. Repetir el proceso hasta alcanzar el nivel del terreno. Si se rellena la zanja de una sola vez no será posible compactar los niveles inferiores y se producirán filtraciones.



Figura 11.- Cierre materializado exclusivamente con turba.

Comparación de costos de los materiales

Se presentan en la tabla 1 costos de materiales exclusivamente, ya que los de transporte e instalación son muy variables, dependiendo de la localización del sitio, las posibilidades de acceso, trabajo manual o con maquinaria, por contratación del servicio, por medios propios disponiéndose o no de mano de obra ociosa, características del sistema de drenaje, etc. El costo de instalación para cualquiera de los sistemas comparados es mayor que el de los materiales consignados. Aun así, el cierre de los drenajes no implica una inversión significativa y es accesible para cualquiera de los establecimientos que realizan minería de turba.

Tabla 1.- Costos de materiales para un cierre tipo de 4 m² de sección, de 2,40 m de ancho superficial y 1,80 m de profundidad máxima, considerando desperdicios por recortes. Valores a febrero de 2017 en Pesos Arg. Para referenciar en USD, considerar 1 USD= \$ 15,60.

Sistema	Dimensiones unitarias de las placas	Costo de un cierre tipo	Costo por m ² de cierre
Placas de fibrocemento	2,40m x 1,20m x 8mm	\$ 1.200	\$ 300
Doble tablestaca de madera	Tablas 1 x 6"x 2,10m	\$ 3.500	\$ 875
Tablestacado simple de PVC	0,30m x 3m de long.	\$ 4.800	\$ 1.200

Control de eficiencia y mantenimiento de los cierres

Los cierres pueden ser pasibles de erosión, deterioro o vandalismo. Periódicamente deben ser revisados y mantenidos en condiciones. En el cierre terminal de un drenaje suele darse un desnivel significativo en el escurrimiento que puede erosionar la instalación; en tal caso es conveniente proteger aguas abajo con bolsas de áridos (figura 12). Otra medida adecuada para esta situación es la regulación del flujo con un vertedero triangular, practicando un corte de 90° en la parte superior de la placa (figura 13), lo que evita el desborde lateral y concentra el flujo. El corte debe realizarse luego de instalar la placa.

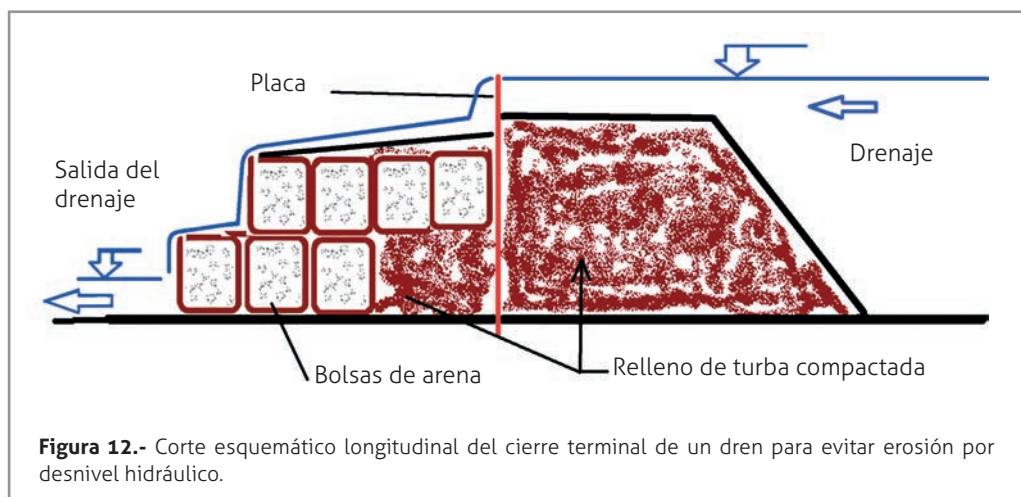


Figura 12.- Corte esquemático longitudinal del cierre terminal de un dren para evitar erosión por desnivel hidráulico.



Figura 13.- Cierre con vertedero triangular para regulación y medición del escurrimiento.

Durante la etapa inicial es conveniente monitorear el nivel de agua en la turbera (figura 14) para verificar la efectividad de los dispositivos instalados. La recuperación hidrológica no es inmediata, sino gradual, pudiendo llevar algunos años. Mucho tiempo más deberá transcurrir para que se reinstale la vegetación original y más aún para que pueda restaurarse el ecosistema productor de turba. Una vez rehidratada la turbera, puede ser necesario realizar nuevos cierres complementarios.



Figura 14.- Monitoreo del nivel de agua en la turbera usando tubos perforados (freatímetros).

Conclusiones

Los métodos constructivos usuales tienen escasa aplicabilidad en las turberas. Muros de cemento, planchas metálicas, uso de áridos, etc, resultan inviables, debiendo recurrirse a otros materiales, disponibles in situ. La turba, obviamente abundante, cumple la función requerida, más aún si es complementada con pantallas aislantes livianas.

Si los drenes no se obturan, funcionarán permanentemente. Sólo su clausura detendrá el proceso de degradación del humedal-ecosistema si el daño es moderado. Si es severo o extremo, como en casos de extracción de turba, la restauración hidrológica dará lugar a un muy largo proceso, que podrá llevar en principio a la recuperación de la biodiversidad natural. Luego a la restitución de algunas funciones ambientales y eventualmente, al cabo de varias centurias, a la recuperación de su funcionalidad como turbera.

Los materiales a utilizar, la metodología y el diseño de la restauración hidrológica, se adecuarán a la situación local y a las características de los sistemas de drenaje a obturar, los que afortunadamente, tienen localmente dimensiones que permiten métodos sencillos e inversiones razonables. Sin embargo, el costo es mucho más elevado si se trata de asegurar la reinstalación de la vegetación original. La siembra de capítulos de *Sphagnum*, reimplantación y otras medidas, que pueden requerir recubrimiento, riego, agregado de nutrientes y asesoramiento profesional, implican costos significativos, por lo cual lo factible es poner en marcha la restauración hidrológica de turberas intervenidas y esperar la reinstalación espontánea de la vegetación natural, o en caso contrario la conversión en otro tipo de ecosistema: un pastizal o un bosque. El peor escenario es el abandono con los drenajes en funcionamiento.



Figura 15.- Turbera en la Región de Magallanes, Chile, explotada para extracción de fibra de musgo y abandonada con drenajes abiertos. Después de 15 años la revegetación es casi nula y todo el sitio es hoy un páramo inútil.



Figura 16.- Prácticas de drenaje en turberas fueguinas: para extracción de turba en zona Tolhuin (arriba); frente a Hostería Tierra Mayor (abajo izq.); en valle Carbajal (abajo der.)

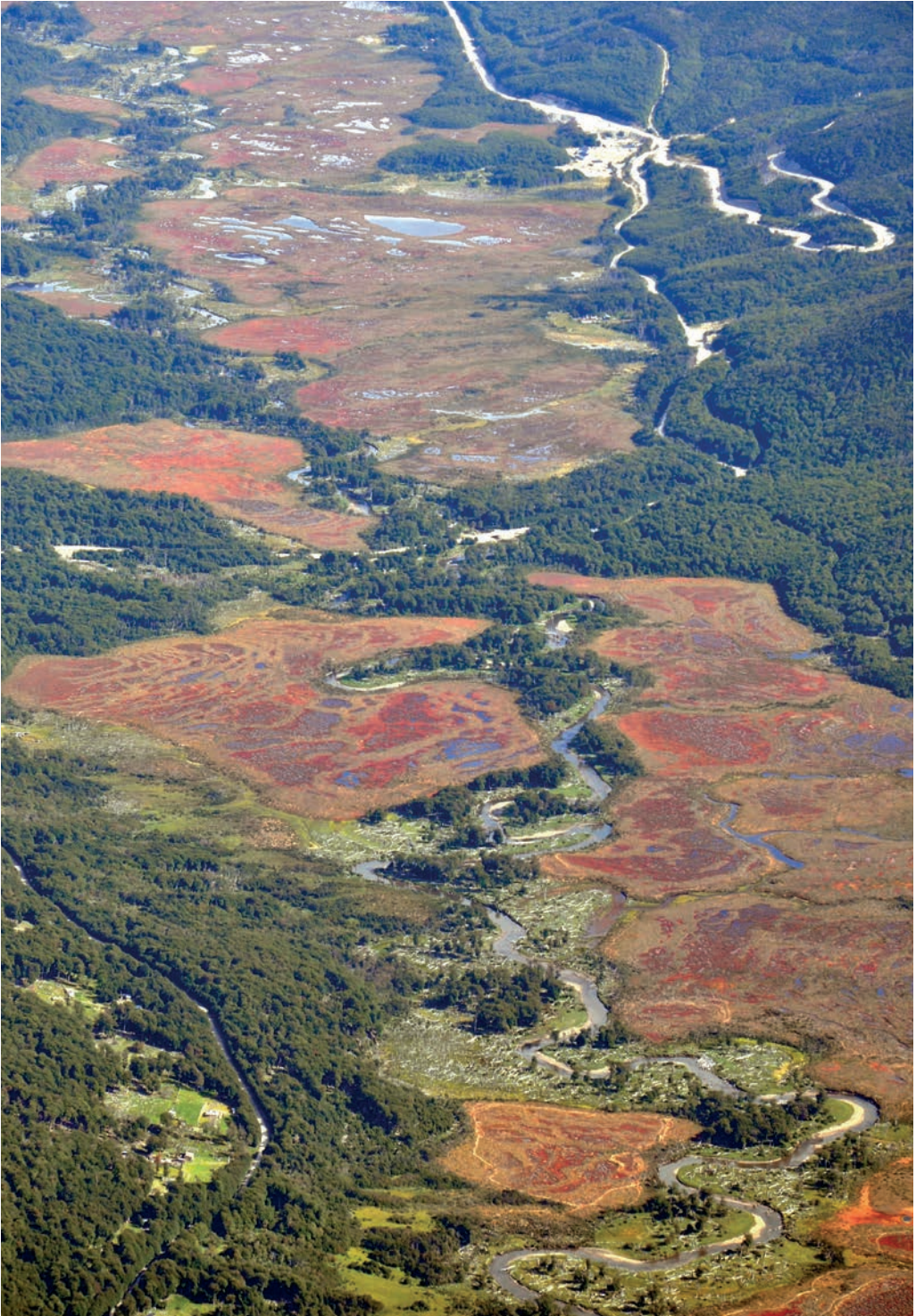


Figura 17.- Humedales en estado natural en el valle del río Lasifashaj.

Esta Guía práctica para la clausura de drenajes en turberas intervenidas está basada en la primera experiencia en Argentina de restauración de las condiciones hidrológicas naturales de una turbera del musgo Sphagnum, que fuera objeto de un prolongado drenaje sistemático para la posterior extracción de turba. La importancia de la presente obra es la ilustración de las metodologías y tecnologías de restauración hidrológica implementadas en esta experiencia, las cuales tienen un alto valor de replicación en otras turberas intervenidas por la actividad extractiva en la Provincia de Tierra del Fuego.

Para mayor información
puede visitar nuestro sitio en Internet
o contactar nuestras oficinas:

www.wetlands.org/lac

Fundación Humedales
Wetlands International
Latinoamérica y el Caribe
25 de Mayo 758 10° I (1002) Buenos Aires
Argentina
Tel./fax: ++54 11 4312 0932
info@humedales.org.ar

 fundación.humedales

 [@wetlandsint](https://twitter.com/wetlandsint)

 Wetlands International



Wetlands
INTERNATIONAL

ISBN 978-987-29811-5-0