



Lineamientos para inventarios de turberas tropicales a fin de facilitar su designación como sitios Ramsar

Antecedentes

En la Resolución XII.11 de Ramsar sobre *Las turberas, el cambio climático y el uso racional: implicaciones para la Convención de Ramsar* se encargó al Grupo de Examen Científico y Técnico (GECT) de la Convención que desarrollara "lineamientos para la realización de inventarios de turberas con miras a su designación como Humedales de Importancia Internacional". En su plan de trabajo para 2016-2018, el GECT recomendó centrar la labor en las turberas tropicales, las cuales enfrentan tasas crecientes de degradación y pérdida, y el Comité Permanente identificó esta tarea como una de las principales prioridades del GECT. Esta Nota Informativa proporciona orientaciones científicas y técnicas para evaluar la ubicación, la extensión, la profundidad y calidad de la turba y el estado de drenaje de las turberas tropicales.

Objetivos

Esta Nota Informativa tiene por objeto apoyar a los administradores de humedales de los países tropicales proporcionando orientaciones detalladas sobre cómo identificar, seleccionar e inventariar turberas tropicales para su posible designación como sitios Ramsar, mediante la utilización del Criterio 1 de designación de sitios Ramsar (si una turbera es "un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural"), tomando también en cuenta un argumento sobre la regulación del clima y la capacidad de almacenamiento de carbono, y del Criterio 2 (si una turbera "sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas").

Las turberas capturan y almacenan carbono, ayudan a regular los ciclos del agua, la purifican y sustentan una gran biodiversidad. Se estima que cubren un 3 por ciento de la superficie terrestre del planeta y, sin embargo, contienen el doble de carbono que la biomasa forestal del mundo.

A pesar de su gran función ecológica, está habiendo una pérdida y degradación de las turberas. Las turberas tropicales, en particular, siguen siendo drenadas para la producción de combustible, alimentos y fibras, lo que da lugar a emisiones de gases de efecto invernadero, incendios, hundimientos de tierras, degradación de los suelos y deterioro de la calidad de las aguas superficiales.

Saber dónde se encuentran las turberas tropicales facilitará su conservación, uso racional y manejo. Se considera que las turberas tropicales representan entre el 10 y el 12 por ciento del total de los recursos mundiales en materia de turberas, pero la información con relación a su extensión y ubicación dista mucho de ser completa (Joosten, 2016).

En esta Nota Informativa se proporcionan lineamientos para que los administradores de los humedales en los países tropicales puedan realizar inventarios de las turberas, lo que también puede facilitar su designación como Humedales de Importancia Internacional ("sitios Ramsar").

Mensajes clave

- Evitar el drenaje de las turberas. El drenaje de las turberas tropicales causa emisiones significativas y continuas de gases de efecto invernadero, incendios destructivos, degradación de los suelos, hundimiento, pérdida de tierras productivas y deterioro de la calidad de las aguas superficiales.
- Determinar la ubicación de las turberas tropicales y cartografiarlas. Las turberas tropicales están muy extendidas y son muy diversas, y se distribuyen desde el nivel del mar hasta grandes altitudes. No se dispone de una información detallada y completa sobre su ubicación y extensión, pero en la mayoría de los países los datos nacionales y regionales permiten una rápida identificación inicial de las principales zonas de turberas.



Documentos pertinentes de Ramsar

Resolución XIII.xx: *Orientaciones para identificar turberas como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar) para la regulación del cambio climático mundial como argumento adicional a los criterios existentes de Ramsar*

Resolución XII.11: *Las turberas, el cambio climático y el uso racional: implicaciones para la Convención de Ramsar*

Resolución XI.14 *Cambio climático y humedales: consecuencias para la Convención de Ramsar sobre los Humedales*

Resolución XI.8 Anexo 2: *Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) – revisión de 2012*

Resolución X.24: *Cambio climático y humedales*

Resolución VIII.17 *Lineamientos para la acción mundial sobre las turberas*

Recomendación 7.1: *Plan de acción mundial para el uso racional y el manejo de las turberas*

Recomendación 6.1: *Conservación de las turberas*

Ficha Informativa de Ramsar No. 8: *Mantener las turberas húmedas para un futuro mejor (2015)*

Ramsar Fact Sheet No. 8: *Keep peatlands wet for a better future (2015)*

- En la medida de lo posible, el inventario detallado y la supervisión basados en los lineamientos¹ normalizados de Ramsar deberían complementarse con investigaciones de campo para evaluar la extensión de las turberas y el espesor de la turba. Esto implicará la extracción de núcleos de turba en el terreno y (si es factible) la aplicación de tecnologías de observación de la Tierra.
- Designar las turberas como sitios Ramsar. La designación de turberas como sitios Ramsar puede ayudar a aumentar la comprensión de sus importantes servicios ecosistémicos, incluida la regulación del clima mundial, la purificación del agua y la conservación de la biodiversidad, fomentando así su conservación y restauración más amplias.
- La información sobre el tipo de turbera, el tipo de turba (composición botánica) y los efectos del drenaje refuerza la designación como sitio Ramsar en virtud de los Criterios 1 y 2, ayuda a poner de manifiesto los valores en materia de biodiversidad de las turberas no drenadas y facilita la identificación de los objetivos y actividades de restauración de cada sitio específico.

La profundidad de la turba, el contenido de carbono y los efectos del drenaje son especialmente importantes para poder designar una turbera como sitio Ramsar utilizando el argumento adicional al Criterio 1 sobre regulación del clima y almacenamiento de carbono.

Introducción

Las turberas constituyen aproximadamente la mitad de los humedales del mundo (Tiner, 2009). La turba es materia muerta, parcialmente descompuesta y almacenada durante un largo período de tiempo en condiciones de saturación de agua. Las turberas intactas proporcionan muchos servicios ecosistémicos: capturan y almacenan carbono; ayudan a regular los ciclos del agua; la purifican; y mantienen una gran riqueza de biodiversidad. Se estima que las turberas cubren un 3 por ciento de la superficie terrestre del planeta y, sin embargo, contienen el doble de carbono (unas 500 gigatoneladas) que toda la biomasa forestal del mundo. (Crump, 2017). La información sobre su extensión y ubicación dista mucho de ser completa (Joosten, 2016).

Si las turberas son drenadas, la turba queda expuesta al aire, se oxida y se libera en forma de dióxido de carbono. El problema puede ser aún peor, dado que las turberas drenadas corren el riesgo de sufrir incendios de turba, que también emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero. La emisión de gases de efecto invernadero va acompañada de hundimientos, es decir, de disminuciones del nivel de la superficie de las turberas, lo cual aumenta el riesgo de inundaciones y de intrusión de sal en las tierras bajas costeras (Crump, 2017).

La creciente demanda de alimentos, biocombustibles (incluido el aceite de palma) y fibras (como la pasta de madera) ha provocado el drenaje de turberas tropicales en Asia suroriental, Australasia, América del Sur y África. La conversión de las turberas puede llevar a la pérdida de sus valiosas características, incluyendo su biodiversidad particular, su capacidad de almacenamiento de carbono y, si finalmente se inundan, su carácter de “tierra”. Para evitar el uso destructivo de estos frágiles ecosistemas y asegurar su conservación y uso racional, es necesario identificarlos, localizarlos y delimitarlos.

¹ Véanse el Manual de Ramsar n° 13 (4ª edición): *Inventario, evaluación y monitoreo* y el Manual de Ramsar n° 15 (4ª edición): *Inventario de humedales*, disponible en: <https://www.ramsar.org/es/recursos/manuales-ramsar>.



Esta Nota Informativa proporciona, en primer lugar, información general sobre las turberas tropicales y cómo identificarlas utilizando los mapas y datos existentes. También proporciona orientaciones sobre la realización de inventarios de turberas tropicales y su posible designación como sitios Ramsar, teniendo en cuenta sus diversas características. El documento *Lineamientos para inventarios de turberas tropicales a fin de facilitar su designación como sitios Ramsar: Notas explicativas* que acompaña la Nota Informativa (véase <https://www.ramsar.org/bn9-background-notes-e>) proporciona más detalles sobre:

- las fuentes clave de información, incluyendo referencias específicas por país;
- las ecorregiones terrestres tropicales y subtropicales con presencia importante de turba y suelo orgánico;
- la evaluación de la degradación de las turberas (a partir de imágenes satelitales y de trabajo de campo); y
- la cartografía práctica de las turberas.

Las turberas tropicales y sus características

Según estimaciones recientes, la extensión de las turberas tropicales oscila entre 30 y 45 millones de hectáreas (Sorensen, 1993; Solomon *et al.*, 2007; y Page *et al.*, 2011) y 170 millones de hectáreas (Gumbricht *et al.*, 2017). Estas cifras se basan en la mejor información científica disponible, pero la amplitud de su rango pone de manifiesto las incertidumbres existentes.

Las turberas tropicales se distribuyen desde las zonas costeras hasta las grandes altitudes. Si bien todas las turberas necesitan condiciones de humedad casi permanente, el desarrollo, el abastecimiento de agua y el entorno paisajístico difieren de una turbera a otra (Figura 1). En los trópicos, las condiciones adecuadas para la formación de turberas se encuentran en las áreas:

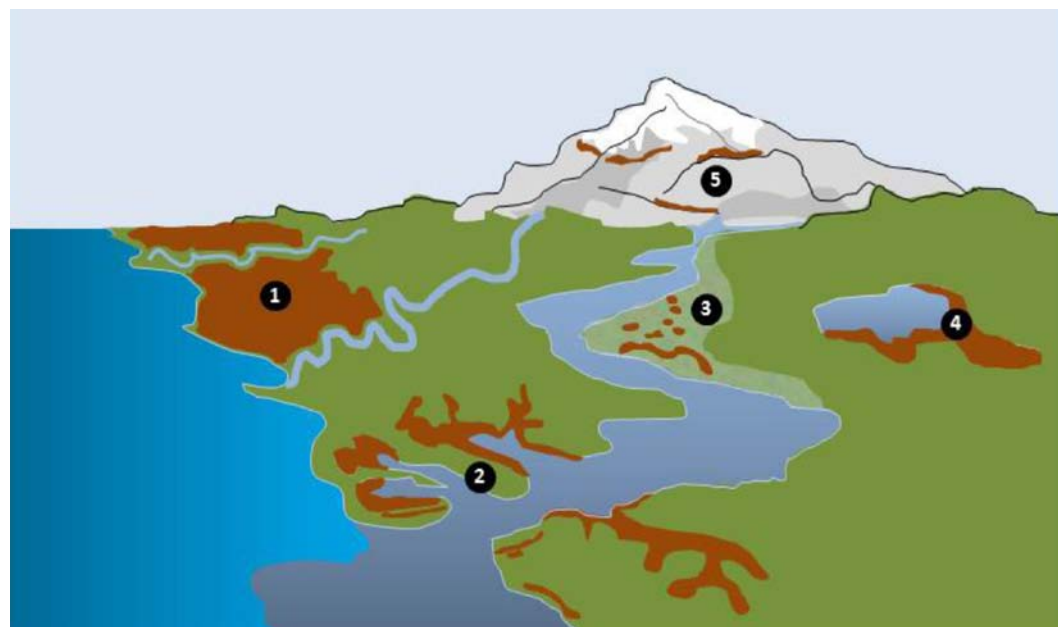
- con lluvias frecuentes y excesivas (trópicos húmedos);
- con altas precipitaciones y evapotranspiración restringida (entornos montañosos y alpinos);
- cuando las grandes cuencas de captación garantizan la entrada y retención regular de agua (depresiones del terreno y llanuras de inundación); y
- a lo largo de las costas.

La vegetación natural de las turberas tropicales puede incluir dicotiledóneas, palmeras, manglares, ciperáceas, gramíneas, musgos y otras especies de flora. La diversa vegetación produce diferentes tipos de turba, que pueden incluir madera, rizomas herbáceos, raíces y radículas, y restos de musgo. En la turba altamente descompuesta (“lodo”) los restos de plantas son menos reconocibles, pero estos suelos son muy oscuros, debido a la presencia de abundante humus (materiales vegetales descompuestos) (USDA, NRCS, 2016).

Figura 1
Entornos tropicales en los que pueden existir turberas

1. Tierras bajas costeras
2. Zonas perimarineras, incluidos deltas de ríos, lagunas costeras, marismas saladas y depresiones pantanosas.
3. Llanuras de inundación, incluidas madrevejas y cubetas.
4. Márgenes de lagos
5. Entornos montañosos y alpinos, incluidos valles repletos de turba o zonas cubiertas por “mantas” de turba.

Fuente: Greifswald Mire Centre, 2017



Uso de mapas existentes para identificar las turberas

La presencia de turba es la característica que define a las turberas. Varios mapas de regiones tropicales indican la presencia de turberas de una u otra manera, pero muchos mapas deben ser interpretados con sentido crítico. Algunos términos en inglés tales como *mire*, *marsh*, *swamp*, *fen* y *bog* (Joosten *et al.* 2017) así como los términos locales (Krasilnikov *et al.* 2009) pueden no distinguir entre las turberas (que tienen un suelo de turba) y los humedales con suelo mineral. Dependiendo del país y la disciplina científica, las turberas han sido definidas como aquellas zonas que tienen una capa de turba que varía entre 20 y 100 centímetros (cm) de espesor; de igual manera, el contenido mínimo en materia orgánica de la “turba” varía en función de las definiciones (Joosten *et al.* 2017).

En la edafología, los suelos de turberas se agrupan bajo el concepto más amplio de “suelo orgánico” (“sol organique” en francés, “organic soil” en inglés) o “histosoles”. Si bien todos los suelos de turberas son histosoles, el concepto de histosol también incluye suelos con capas orgánicas menos profundas y con menos materia orgánica que los suelos de turberas, y también comprende suelos orgánicos de origen sedimentario, tales como los sedimentos lacustres (Unión Internacional de Ciencias del Suelo [IUSS], Grupo de Trabajo sobre la Base Referencial Mundial [WRB], 2015).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) considera que el “suelo orgánico” es un suelo con al menos 12 a 18 por ciento de carbono orgánico, dependiendo del contenido de arcilla (IPCC, 2014). La definición del IPCC abarca todas las turberas y otros suelos orgánicos, pero no incluye un criterio para el espesor mínimo de la capa orgánica que permite a cada país utilizar sus definiciones específicas, a menudo determinadas históricamente.

Dado que las turberas naturales son humedales, la distribución y la extensión de los humedales ofrece una primera indicación de la presencia de turberas. La mejor herramienta de teledetección para identificar las zonas anegadas de las tierras bajas tropicales es actualmente el *Expert system model for mapping tropical wetlands and peatlands* (Modelo de sistema experto para cartografiar humedales y turberas tropicales) (CIFOR, 2016; Gumbrecht *et al.*, 2017; véase <https://www.cifor.org/global-wetlands/>), que incluye una capa de “turba” (véanse las Notas explicativas, sección I). Sin embargo, esta herramienta apenas cubre las turberas fuera de las zonas bajas, mientras que en algunas regiones el modelo sobreestima la presencia de turberas. Por lo tanto, son necesarios estudios de campo a fin de obtener la información necesaria para una planificación detallada del uso de la tierra.

Si no se dispone de datos directos sobre la distribución de las turberas y los suelos orgánicos, otras informaciones específicas, por ejemplo sobre la vegetación, los suelos, la topografía o la geología, podrían sugerir la presencia de condiciones húmedas y posiblemente de turba (véanse las *Notas explicativas*, sección I).



Realización de inventarios de turberas en los trópicos

El proceso para realizar inventarios de turberas en los trópicos es el mismo que para las turberas de otras partes del mundo e incluye tres pasos:

- I. un estudio documental preparatorio;
- II. trabajo de campo para evaluar la extensión y profundidad de las turberas y otras características bióticas y abióticas; y
- III. un análisis de los datos de campo para preparar un mapa de delimitación de turberas y otros mapas temáticos (por ejemplo, sobre vegetación, suelo y geología).

I. Estudio documental preparatorio

De ser posible, el estudio documental debería llevarse a cabo con un Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando herramientas de observación de la Tierra (véase Fitoka & Keramitsoglou, 2008; MacKay *et al.* 2009). Se puede recoger información sobre las características físicas de las cuencas de captación como, por ejemplo, el relieve (modelos digitales de elevación), la geología y el abastecimiento de agua. Si no se tiene acceso a un SIG o a imágenes satelitales, se pueden utilizar mapas topográficos impresos.

Los resultados del estudio preparatorio pueden incluir:

- una tipología de las turberas;
- un plan de extracción de núcleos;
- un mapa de drenaje; y
- un perfil de las turberas del país.

Los datos de los mapas existentes sobre la distribución de la turba, los suelos orgánicos o sus indicadores indirectos, incluidos los datos puntuales, deben integrarse en un “mapa de probabilidades de turberas” con la ubicación y la extensión aproximadas de las turberas, el cual servirá de base para el estudio de campo.

Relieve y tipo de turberas

La identificación de las turberas tropicales puede centrarse en las ecorregiones y unidades de paisaje en las que se puede suponer que existan turberas (véase la figura 1 y las Notas explicativas, sección II). Habida cuenta de que los diferentes procesos hidrológicos pueden dar lugar a diferentes hábitats de turberas con especies y comunidades vegetales características, es importante tener en cuenta el relieve de las turberas y sus alrededores. Se hace una distinción importante entre las **turberas altas** (turberas arbustivas) (*bogs*), que se elevan por encima del paisaje circundante y sólo se alimentan con agua de lluvia, y las **turberas bajas** (gramíneas o carrizo) (*fens*), que se encuentran en depresiones y se alimentan también con agua que ha estado en contacto con el lecho rocoso mineral y el suelo. Mientras que todas las turberas altas son ácidas y pobres en nutrientes, la calidad del agua de una turbera baja puede ser mucho más diversa, ya que depende de su extensión y del clima, del lecho rocoso, del suelo, de la vegetación y del uso de la tierra de la cuenca (Joosten & Clarke, 2002).

Desarrollo de un plan de extracción de núcleos

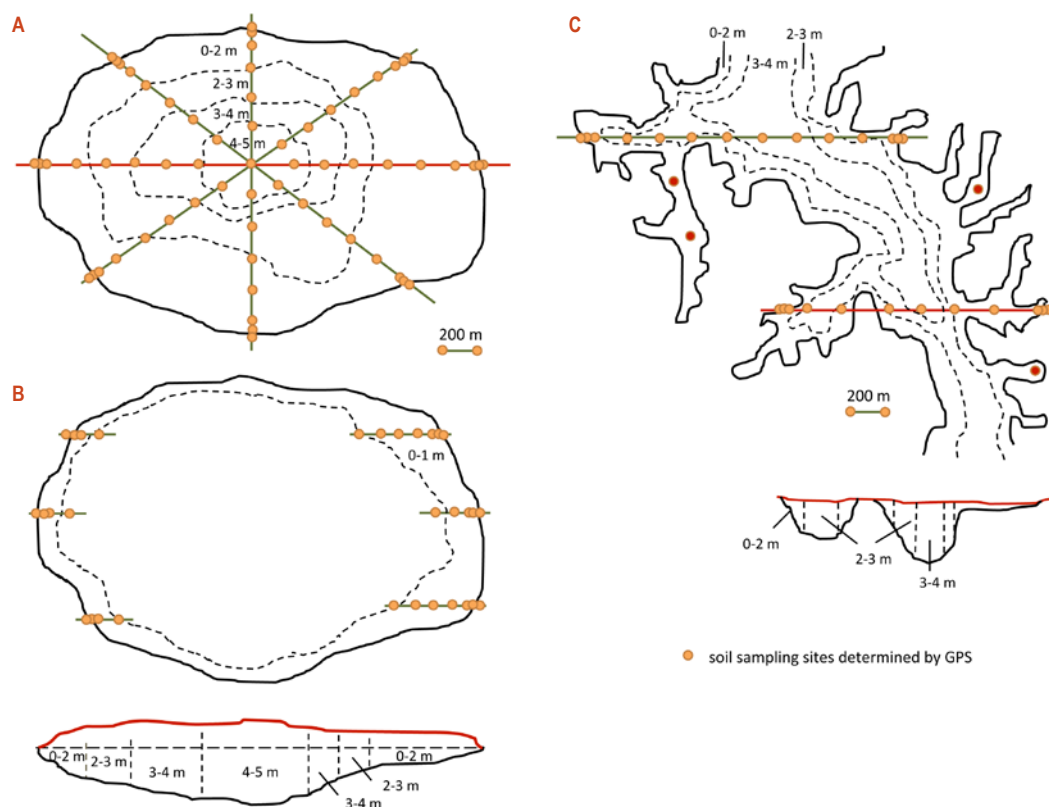
Las extracciones de núcleos se realizan para identificar la profundidad y la naturaleza de la turba. Las extracciones de núcleos deben hacerse a lo largo de transectos para reducir su número sin comprometer la calidad (Agus *et al.*, 2011). En el caso de las turberas redondeadas (como las turberas en forma de cúpula), los transectos pueden atravesar radialmente el centro de la turbera y se pueden realizar las extracciones de núcleos a una distancia de 200 a 500 metros (m), en función del tamaño de la turbera y el nivel de detalle deseado (véase la Figura 2 A). Los transectos representativos en los valles alargados pueden atravesar el valle cada 500 a 1000 m (Figura 2 C) y deberían incluir los principales valles afluentes. Se puede realizar extracciones de núcleos adicionales fuera de estos transectos para una cobertura más completa (véanse los puntos rojos en la Figura 2 C). En las grandes turberas, los transectos y los sitios de extracción de núcleos pueden estar más separados (véanse las *Notas explicativas*, sección IV). Si se establecen distancias más cortas entre los puntos de extracción de núcleos a lo largo del supuesto límite de la turbera se puede lograr una delimitación más precisa.

Las coordenadas de cada punto deben registrarse mediante un sistema de posicionamiento global (GPS) o trazarse en un mapa topográfico impreso.

Los estudios de turberas deben incluir la recolección de muestras de turba para determinar el contenido de carbono y posiblemente otras propiedades físicas y químicas.

Figura 2

Planes de extracciones de núcleos. Planes de extracción de núcleos para un bosque inundado turboso en forma de cúpula (A y B) y en un valle repleto de turba o depresión (C) utilizando el método de transectos (adaptado de Agus *et al.* 2011). Para un plan de extracción de núcleos en el caso de áreas grandes y de difícil acceso, véanse las *Notas explicativas*, sección IV.



Drenaje de las turberas

Es indispensable realizar una cartografía integral de la infraestructura de drenaje, ya que el drenaje de las turberas y de sus alrededores puede tener un impacto significativo en:

- el abastecimiento de agua desde la cuenca hasta las turberas;
- las pérdidas de agua de las turberas;
- el proceso de formación de turba;
- los hábitats de especies específicas de fauna y flora; y
- la función de regulación del agua.

El drenaje parcial de las turberas también puede afectar la hidrología de las aguas subterráneas y superficiales de las partes “no drenadas”. La cartografía de la infraestructura de drenaje puede basarse en imágenes satelitales o aéreas (véanse las *Notas explicativas*, sección III) y debería registrar (en un SIG) la posición y la longitud de cualquier estructura de drenaje visible. La profundidad y el estado de las estructuras pueden ser determinados mediante el trabajo de campo. Si no se tiene acceso a un SIG o a imágenes satelitales, se pueden utilizar mapas topográficos en papel para cartografiar las zanjas durante los estudios de campo.

II. Trabajo de campo

Los resultados del trabajo de campo pueden incluir:

- la identificación de suelos de turba;
- una descripción de los tipos de turba en función de la textura y las características botánicas;
- una visión general de la extensión, la profundidad y la estratigrafía de la turba;
- una evaluación del carbono almacenado en la turba; y
- una visión general de los tipos de turberas y sus hábitats.



Identificación de suelos de turba

Los suelos de turba difieren de los suelos minerales y requieren diferentes métodos y herramientas de muestreo (véase la Tabla 1 que figura más abajo). La manera más fácil de identificar un suelo orgánico es observando su color, peso y textura:

- Los suelos ricos en materia orgánica son oscuros (en su mayoría de color negro a marrón rojizo, o gris debido a la ceniza cuando se queman), mientras que los suelos minerales son de color más brillante (en su mayoría gris, amarillento o rojo).
- Puesto que la materia orgánica es de dos a tres veces menos densa que las partículas minerales (clásticas), los suelos orgánicos son notablemente más ligeros que los minerales, incluso cuando están húmedos.
- El suelo orgánico se siente grasiento al tacto, mientras que el suelo mineral puede sentirse áspero si contiene arena, deja un residuo polvoriento en las manos, si contiene limo, o se siente pegajoso si contiene arcilla (Vepraskas & Craft, 2016).

Se recomienda trabajar con un científico experto en suelos que sea experimentado y que esté familiarizado con los suelos de la región, al menos durante los primeros días del trabajo de campo.

Tabla 1. Características de la turba/los suelos orgánicos y los suelos de humedales minerales en los trópicos

Características	Turba / suelo orgánico	Suelo de humedales minerales
Contenido de carbono orgánico (materia orgánica)	Superior al 12-18% (20-30%) de peso seco (dependiendo del contenido de arcilla)	Inferior al 12-18% (20-30%) de peso seco (dependiendo del contenido de arcilla)
Distribución de la materia orgánica	La materia orgánica está distribuida de manera homogénea desde la superficie hasta el suelo mineral en el fondo de la turba.	La materia orgánica está concentrada principalmente cerca de la superficie (en los centímetros superiores)
Fácil de quemar	Fácil de quemar cuando está seco - puede ser utilizado como combustible	No se quema fácilmente
Dispositivo utilizado para el examen del suelo y la toma de muestras	Extractor de núcleo de turba	Pala o muestreador de núcleo de suelo
Restos de plantas reconocibles	Restos abundantes de madera, raíces y musgo	Sólo unos pocos trozos pequeños de madera o raíces (a menudo vivos)

Identificación de la textura del suelo orgánico (a partir de Vepraskas & Craft, 2016)

El suelo orgánico puede ser categorizado como:

- **lodo**, la forma más descompuesta;
- **turba lodosa**, la forma intermedia; o
- **turba**, la forma menos descompuesta de materia orgánica del suelo.

Para determinar la textura del suelo, tome una muestra del tamaño de una pelota de golf y frótela entre los dedos y el pulgar de ocho a diez veces. Abra la bola y examine la abundancia de fibras y raíces de plantas no vivas visibles. En el lodo, estas fibras constituyen menos de una sexta parte, en la turba lodosa entre una sexta y tres cuartas partes y en la turba más de las tres cuartas partes de la muestra.

La clasificación en turba **sáprica**, **hémica** y **fibrosa** sigue un enfoque similar. La turba sáprica es la forma más altamente descompuesta, la hémica es intermedia y la fibrosa es la menos descompuesta (Paramananthan, 2016). A continuación se ofrece una guía para estimar la densidad de carbono de estos tipos de turba.

Calidad de la turba y del suelo orgánico

En las turberas tropicales se encuentran tres tipos principales de turba botánica:

- turba de madera, producida por dicotiledóneas, palmeras y manglares;
- turba de raíces herbáceas, producida por raíces, radículas y rizomas de plantas análogas a la hierba como las ciperáceas, los papiros, los carrizos, los juncos o las gramíneas; y
- turba de musgo, depositada por la turba y el musgo marrón.

Estos tipos de turba pueden presentarse en formas puras o mixtas (reflejando una amplia variedad de condiciones anteriores de formación de la turba), pueden mostrar diferentes secuencias dentro de un núcleo de turba (reflejando la sucesión a lo largo del tiempo de las turberas) y pueden diferir entre los sitios de extracción de núcleos dentro de una turbera (reflejando gradientes ecológicos anteriores).

Las turbas no perturbadas son de color marrón rojizo a negro cuando están anegadas. Cuando se exponen al aire, el color generalmente se oscurece rápidamente debido a la oxidación superficial. Cuando se drena, la proporción de restos vegetales visibles y la materia orgánica disminuye gradualmente como resultado de la descomposición aeróbica y el contenido mineral de la turba aumenta proporcionalmente. Cuando está completamente seca, la turba es de color marrón claro y de peso muy ligero.

¿Cómo llevar a cabo la extracción de núcleos de turba, basándose en el plan de extracción de núcleos?

Para la extracción de núcleos de turba se recomienda un extractor de núcleos para turbas (por ejemplo, un extractor de cámara de sección D) (véase el recuadro y De Vleeschouwer *et al.*, 2011). El extractor de cámara funciona bien en condiciones de saturación de agua y permite que se tomen muestras de turba sin perturbaciones para su posterior análisis de laboratorio. Si se debe evaluar la profundidad máxima de la turba, se deben utilizar suficientes varillas de extensión.

Evaluación de la profundidad de la turba y del carbono almacenado

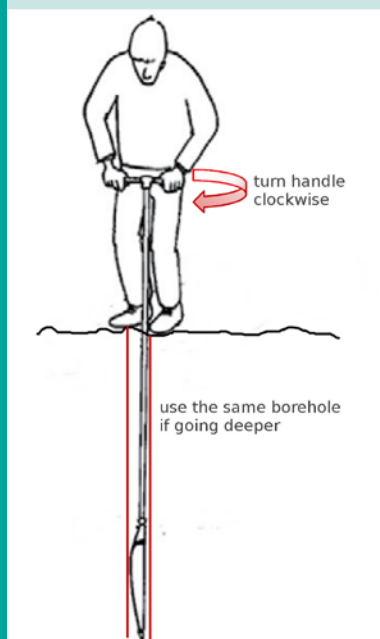
Cuando hay que identificar turberas para la protección de la regulación del clima (“zonas intocables”), es suficiente demostrar la presencia de una capa de turba, ya que una capa de turba de 15 cm de espesor contiene más carbono que un bosque que ha almacenado una gran cantidad de carbono (Barthelmes *et al.*, 2015). Por lo tanto, los estudios pueden concentrarse inicialmente en la capa superior del suelo.

Para estimar el carbono total almacenado en una turbera, se debe determinar la profundidad total de la turba en cada punto de extracción de núcleos. Esto permite calcular por interpolación el volumen total de turba y (si se multiplica el volumen total por la masa de carbono por unidad de volumen) el contenido total de carbono de la turbera (véase el recuadro siguiente).

Herramientas y materiales para la extracción de núcleos de turba (Adaptado a partir de Agus *et al.* 2011)



Varillas de extensión
Extractor de cámara
Mango



Gire el mango en sentido horario
Utilice el mismo pozo de perforación si
desea aumentar la profundidad

Para las extracciones de núcleos de turba se necesitan las siguientes herramientas:

- un extractor de cámara, un mango, varillas de extensión y una llave inglesa para ensamblar y desensamblar las varillas de extensión;
- una cinta (de 50 m, por ejemplo) para medir la distancia entre los puntos de observación de un transecto;
- un cuchillo para cortar la vegetación y las raíces superficiales en el sitio de extracción de núcleos y para sacar muestras volumétricas de turba del extractor;
- un cepillo y paños para la limpieza del extractor;
- bolsas de plástico, tarjetas de etiquetado y marcadores para el muestreo de la turba; y
- un dispositivo GPS para determinar la ubicación exacta del sitio de extracción de núcleos.

Procedimiento paso a paso para las extracciones de núcleos:

1. Conecte el mango, las varillas de extensión (según la profundidad de muestreo deseada) y el extractor entre sí.
2. Gire la aleta de forma que la cámara quede cubierta (en el caso de los extractores Eijkelpamp, gire la aleta de forma que el lado convexo cubra la cámara del extractor).
3. Introduzca el extractor verticalmente en la turba sin girarlo. Si se encuentra una capa dura, no utilice una fuerza excesiva para introducir el extractor, ya que esto podría dañarlo. La aleta mantiene la cámara cerrada para que no entre turba en la cámara en esta fase. El cono en la parte inferior del extractor empuja la turba hacia un lado.
4. Cuando el extractor haya alcanzado la profundidad deseada, gire el mango 180 grados en el sentido de las manecillas del reloj. Mientras la cámara gira, se va llenando de turba; la aleta por su parte se mantiene en su posición y finalmente cierra la cámara para que la turba recogida quede protegida mientras se tira del núcleo hacia arriba.
5. Saque el extractor lentamente y colóquelo sobre una superficie lisa cubierta por una lámina de plástico con la aleta hacia abajo. A continuación, gire el mango, de modo que la cámara se mueva y exponga la muestra en la aleta. Ahora se puede inspeccionar el núcleo y tomar muestras de turba.

En entornos costeros y fluviales, las capas de turba pueden estar intersectadas por capas minerales. El registro de las capas minerales (más gruesas) durante el estudio de núcleos permitirá un cálculo más exacto de la cantidad de carbono almacenado.

Inventario de los tipos de turberas y de los hábitats

También se puede realizar un inventario de campo detallado (a escalas cartográficas de 1:10.000 a 1:50.000) para evaluar las comunidades de plantas y animales, el uso de la tierra, el drenaje y la gestión de las turberas. Dicho inventario puede utilizar los mismos transectos que para las extracciones de núcleos de turba y aplicar los lineamientos de la Convención de Ramsar para los inventarios de humedales (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010b). Se deberá velar por cubrir toda la gama de hábitats.

III. Análisis de los datos de campo

Las coordenadas GPS de los puntos de extracción deberán transferirse a un SIG en el que puedan integrarse otros datos (por ejemplo, imágenes satelitales, modelos digitales de elevación y humedad topográfica del suelo) o mapas digitales (por ejemplo, sobre vegetación o geología) para facilitar el trazado de los límites de las turberas. Si el acceso al SIG y a las imágenes satelitales es limitado, se puede utilizar una copia impresa (topográfica) del mapa para delinear el límite aproximado de las turberas.

Cálculo de la densidad aparente y de la reserva de carbono de la turba

El carbono almacenado en la turba se calcula como volumen de turba (**V**) x densidad del carbono (**CD**)

donde **V** (en metros cúbicos (m^3)) = superficie de la turbera (en metros cuadrados (m^2)) x profundidad de la turba (en m);

CD = densidad aparente de la turba (BD, expresada en kilogramos (kg)/ m^3) x fracción de carbono (porcentaje (%)) de carbono (C)).

La densidad aparente de la turba **BD** (kg/m^3) se calcula como el peso seco de la turba (kg) por el volumen húmedo de la muestra de turba (m^3).

Para determinar la densidad aparente, se toman una (o más) muestra(s) representativa(s) de entre 5 cm y 10 cm de espesor de cada núcleo de turba en el campo (véase Chimner *et al.*, 2014). Si la turba llena completamente la cámara del extractor de núcleos, el volumen húmedo de las rodajas de turba puede calcularse multiplicando la sección de la cámara ($0.5 \pi r^2$) por el grosor de la rodaja. Si no se consigue sacar todo el material de turba de la cámara del extractor, se pueden congelar las rodajas y determinar su volumen mediante el desplazamiento del agua en el laboratorio. A continuación, se secan las muestras a 105 grados centígrados y se determina su peso seco. Posteriormente, se analizan las muestras de turba seca para determinar la concentración de carbono (C) mediante un analizador de carbono.

Existe una relación lineal entre la densidad aparente y la densidad de carbono en el caso de las turbas tropicales con más de un 40 por ciento de carbono orgánico (Warren *et al.* 2012). Cuando se utiliza su ecuación ($CD (kg/m^3) = BD (kg/m^3) \times 0.48 + 4.28$), no se requiere análisis de carbono (C), sino sólo muestreo de campo para la densidad aparente.

Cuando el porcentaje de materia orgánica en el suelo es menor que el de la turba pura, la densidad del carbono es (a diferencia de lo que se podría pensar) mayor, porque la cantidad de agua (que se excluye al calcular la densidad aparente) disminuye y la cantidad de material clástico como la arena, el limo y la arcilla (que se incluyen pero que son mucho más pesados que la materia orgánica) aumenta (Ruehlmann & Körschens, 2009). En el umbral de los suelos orgánicos (con un contenido de materia orgánica del 20 al 30 por ciento del peso del suelo) el valor de la densidad de carbono podría incluso ser el doble que el de las turbas puras.

Las turbas tropicales puras e intactas tienen una densidad de carbono típica de unos $60 kg/m^3$ (Dommain *et al.*, 2011, Warren *et al.*, 2012). En el caso de estas turbas, cada hectárea de turba almacena 60 toneladas de carbono por cada 10 cm de profundidad de turba.

Designación de una turbera tropical como Humedal de Importancia Internacional utilizando los criterios de designación de Ramsar

La designación de turberas tropicales como sitios Ramsar aumentará la conciencia sobre su importancia para la regulación del clima mundial y la prestación de otros servicios de los ecosistemas, como la purificación del agua y la conservación de la biodiversidad.

La inclusión de un humedal en la Lista representa el compromiso del Gobierno de adoptar las medidas necesarias para garantizar que se mantengan sus características ecológicas.



Designación de turberas con arreglo al Criterio 1

Un sitio que contenga un “ejemplo representativo, raro o único” de turbera dentro de una región biogeográfica específica puede incluir turberas prístinas, activas y turberas modificadas por el hombre y en fase de degradación natural que ya no formen turba, así como turberas restauradas. La selección debe basarse en un metaanálisis de la información disponible para las turberas de la región biogeográfica específica (Convención de Ramsar, 2012).

La designación de turberas con respecto al almacenamiento de carbono, como argumento adicional con respecto al Criterio 1

Las turberas que se consideren para su designación como sitios de demostración con respecto al almacenamiento de carbono y el cambio climático tendrán (algunos de) los siguientes atributos:

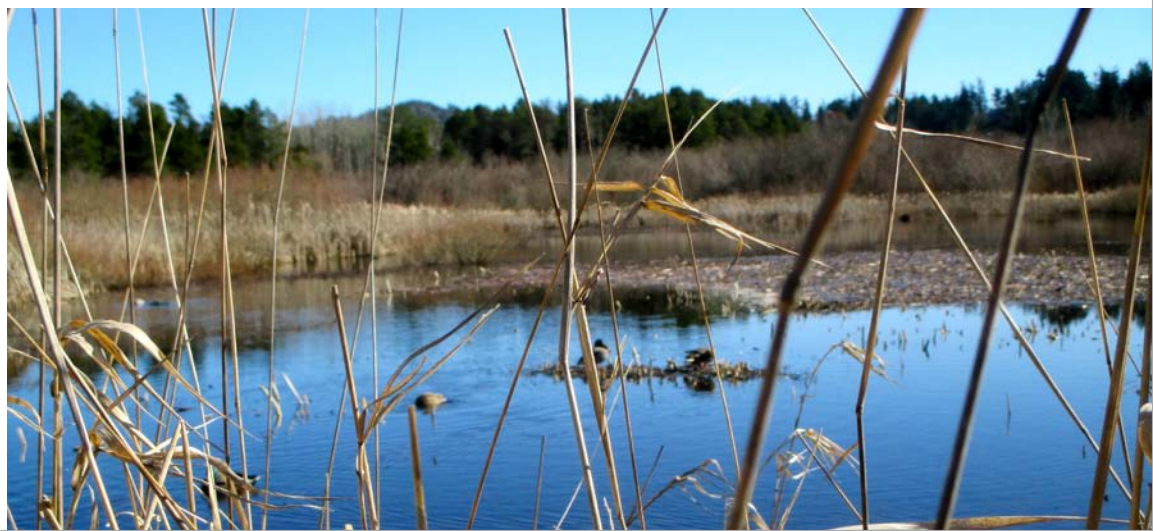
- gran tamaño;
- información, que se utilizará para la comunicación y la sensibilización, sobre la historia del área, el uso de la tierra, la hidrología y el volumen de turba a fin de permitir la evaluación de los efectos de la restauración, según proceda, en la capacidad de almacenamiento de carbono y los flujos de gases de efecto invernadero; y
- accesibilidad para que se pueda contar con instalaciones que permitan llevar a cabo actividades de sensibilización y educación in situ.

Designación de turberas con arreglo al Criterio 2

Una turbera debe ser considerada de importancia internacional si **“sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas”**. Para ello, se requiere una evaluación detallada de las especies vegetales y animales, los hábitats y los complejos de hábitats de las turberas, teniendo en cuenta la Lista Roja a escala mundial de la UICN o las listas rojas regionales (Convención de Ramsar, 2012).

Preparación de la designación

1. Determinar la región biogeográfica en la que se encuentra la turbera (véanse las *Notas explicativas*, sección II). Recopilar información sobre las turberas, incluida su distribución, paisaje, características abióticas y diversidad biótica (véanse las *Notas explicativas*, sección I, y también Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010 c). Determinar si el sitio contiene un “ejemplo representativo, raro o único” de turbera en la región biogeográfica pertinente, con arreglo al Criterio 1 (véase: Convención de Ramsar sobre los Humedales (2012)).
2. Llevar a cabo un trabajo de campo para determinar el límite de las turberas. Evaluar la vegetación dominante, los parámetros abióticos pertinentes (por ejemplo, el pH, el nivel del agua y la topografía) y el impacto humano.
3. Delimitar los complejos de turberas y los hábitats en base a los resultados del trabajo de campo. La ubicación y la delimitación de las turberas deben basarse en el conocimiento del clima, la geología, el relieve, la hidrología y la ecología a nivel del paisaje, así como en datos complementarios.

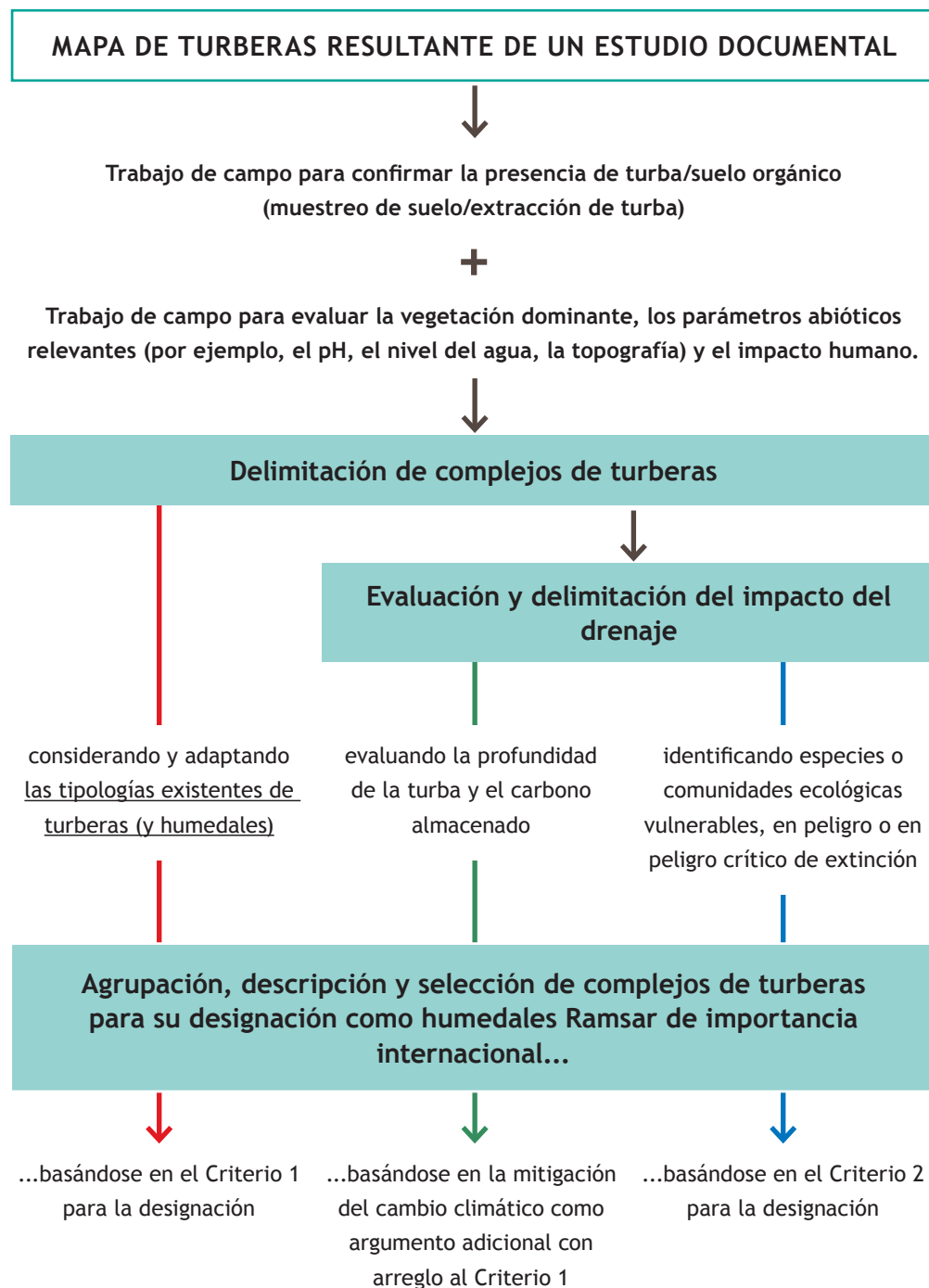


La profundidad de la turba, el contenido de carbono y el impacto del drenaje son especialmente importantes si se quiere designar una turba como sitio Ramsar utilizando el argumento adicional de la regulación del clima y el almacenamiento de carbono.

La información con relación al tipo de turba, a la composición botánica de la turba y al impacto del drenaje refuerza la designación como sitio Ramsar, ayuda a poner de relieve los valores en materia de biodiversidad de las turberas no drenadas y facilita la identificación de los objetivos y actividades de restauración de sitios específicos.

Figura 3

Aplicación de los Criterios de Ramsar para la designación de Humedales de Importancia Internacional (Fuente: Greifswald Mire Centre).



Las turberas en el Sistema de Clasificación de Ramsar

Habida cuenta de que las turberas se caracterizan por la presencia de turba, mientras que el Sistema de Clasificación de Ramsar se basa en la vegetación, las turberas pueden encontrarse en varias categorías de humedales de Ramsar, entre ellas:

- Los humedales marinos y costeros (principalmente las categorías Ramsar H, I, J y K), tales como las marismas intermareales, humedales intermareales arbolados, lagunas costeras salobres y saladas y lagunas costeras de agua dulce que se



extienden a lo largo de las costas tropicales. La vegetación de estos humedales suele estar dominada por manglares, juncos o pastizales.

- Los humedales de llanuras de inundación y deltas interiores, incluidas las categorías Ramsar L (deltas interiores permanentes), O (lagos permanentes de agua dulce - más de 8 ha), P (lagos estacionales/intermitentes de agua dulce - más de 8 ha) y Xp (turberas arboladas), que pueden contener turberas con varios tipos de vegetación, incluyendo madrejuelas (meandros o brazos muertos de río) repletas de turba y cubetas dominadas por pastizales inundados, como en el Pantanal (Brasil), la llanuras de inundación de Barotse (Zambia), o el delta del Okavango (Botswana). Dentro de estas categorías también pueden encontrarse los bosques inundados turbosos, como en las cuencas del Congo y del Amazonas.
- Los lagos permanentes de agua dulce (categoría O de Ramsar) que están repletos de turba. La deposición de turba comienza a menudo en márgenes poco profundos o en valles afluentes; se pueden encontrar ejemplos en los lagos Victoria y Kyoga (Uganda) y en el lago Bangweulu (Zambia).
- Las turberas arbustivas o abiertas (**bog**) y las turberas de gramíneas o carrizo (**fen**) (pertenecientes principalmente a la categoría U de Ramsar, turberas no arboladas) están muy extendidas y se distribuyen desde las tierras bajas hasta las altitudes montañosas y alpinas con una vegetación muy diversa. Las turberas pueden estar dominadas por pastizales, arbustos enanos o musgos. A gran altitud se encuentran especies adaptadas (a menudo endémicas), como en el caso de los páramos afro-montanos (África oriental) o de los altos Andes.
- Los bosques inundados turbosos (categoría Xp de Ramsar), que cubren extensas tierras bajas costeras, a menudo detrás de un cinturón de manglares. Se encuentran grandes áreas en Asia sudoriental, en la cuenca del Congo, en la Amazonía occidental y en la costa noreste de América del Sur (Venezuela, Guyana, Surinam y Guayana Francesa).
- Los Humedales geotérmicos (Categoría Zg de Ramsar), como los complejos de pantanos primaverales del Parque Nacional Kruger (Sudáfrica).
- Todas las demás categorías de humedales, excepto Tp (Pantanos/esteros/charcas permanentes sobre suelos inorgánicos), Ts (Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos), W (pantanos con vegetación arbustiva sobre suelos inorgánicos), Xf (humedales boscosos de agua dulce sobre suelos inorgánicos) y Zk (b) (sistemas kársticos subterráneos).

Autores

Barthelmes, A. and Joosten, H., Greifswald, Alemania: Greifswald Mire Centre.

Cita

Barthelmes, A. & Joosten, H. (2018). *Lineamientos sobre mejores prácticas para realizar inventarios de turberas tropicales a fin de facilitar su designación como sitios Ramsar*. Nota Informativa de Ramsar nº 9. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.

Referencias

- Agus, F., Hairiah, K. & Mulyani, A. (2011). *Measuring carbon stock in peat soils: practical guidelines*. Bogor, Indonesia: Centro Mundial sobre Agroforestería (ICRAF), Programa Regional para el Sudeste Asiático, y Centro Indonesio de Investigación y Desarrollo de los Recursos de Tierras Agrícolas. Disponible en: <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/MN17335.PDF>.
- Barthelmes A., Ballhorn, U. & Couwenberg, J. (2015). *Consulting Study 5: Practical guidance on locating and delineating peatlands and other organic soils in the Tropics*. The High Carbon Stock Science Study 2015. Disponible en: <http://www.simedarbyplantation.com/sites/default/files/sustainability/high-carbon-stock/consulting-reports/soil-carbon/hcs-consulting-report-5-practical-guidance-on-locating-and-delineating-peatlands-and-other-organic-soils-in-the-tropics.pdf>.
- Birchall, C.J. & Bleeker, P. (1980). *Land Systems of Sierra Leone. Land Resources and Survey Project (SIL/73/002)*. Freetown, Sierra Leona: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/images/Eudasm/Africa/images/maps/download/afr_sl3000_1lu.jpg.
- Chambers F.M., Beilman D.W. & Yu, Z. (2011). Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics. *Mires and Peat* 7: 1–10. Disponible en: http://pixelrauschen.de/wbmp/media/map07/map_07_07.pdf.
- Chimner R.A., Ott, C.A., Perry, C.H. & Kolka, R.K. (2014) Developing and evaluating rapid field methods to estimate peat carbon. *Wetlands* 34: 1241-1246. Disponible en: https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/jrnl/2014/nrs_2014_chimner_001.pdf.
- Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR). (2016). *Tropical and Subtropical Histosol Distribution, Dataverse, Version 3*. The Sustainable Wetlands Adaptation and Mitigation Program (SWAMP) (2016). Disponible en: <https://data.cifor.org/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.17528/CIFOR/DATA.00029>.
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2015). 12ª Reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención sobre los Humedales, Punta del Este, Uruguay, 1 a 9 de junio de 2015. *Resolución XII.11: Las turberas, el cambio climático y el uso racional: implicaciones para la Convención de Ramsar*. Disponible en: <https://www.ramsar.org/es/documento/resolucion-xii11-las-turberas-el-cambio-climatico-y-el-uso-racional-implicaciones-para-la>.
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2012). 11ª Reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención sobre los Humedales, Bucarest, Rumania, 6 a 13 de julio de 2012. *Resolución XI. 8, Anexo 2: Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) – revisión de 2012*. Disponible en: <https://www.ramsar.org/es/documento/resolucion-xi8-anexo-2-marco-estrategico-y-lineamientos-para-el-desarrollo-futuro-de-la>.
- Crump, J. (ed.). (2017) *Smoke on Water - Countering global threats from peatland loss and degradation. A UNEP Rapid Response Assessment*. Nairobi, Kenia, y Arendal, Noruega: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y GRID-Arendal. Disponible en: <http://www.grida.no/publications/355>.
- Dargie, G.C., Lewis, S.L., Lawson, I.T., Mitchard, E.T.A., Page, S.E., Yannick, E.B. & Ifo, S.A. (2017). Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex. *Nature* 542: 86-90. Disponible en: <http://eprints.whiterose.ac.uk/111018/1/Age%2C%20extent%20and%20carbon%20storage%20of%20the%20central%20Congo.pdf>.
- De Vleeschouwer, F., Chambers, F.M. & Swindles, G.T. (2011) Coring and sub-sampling of peatlands for palaeoenvironmental research. *Mires and Peat* 7: 1-10.

- Disponible en: http://pixelrauschen.de/wbmp/media/map07/map_07_01.pdf.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), Servicio de Conservación de los Recursos Naturales (NRCS). (2016). Vasilas, L.M., Hurt, G.W. & Berkowitz, J.F. (eds.). *Field Indicators of Hydric Soils in the United States, Version 8.0*. USDA, NRCS, en cooperación con el Comité Técnico Nacional de Suelos Hídricos. Disponible en: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_053171.pdf.
 - Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N.D., Wikramanayake, E., Hahn, N., Palminteri, S., Hedao, P., Noss, R., Hansen, M., Locke, H., Ellis, E.C., Jones, B., Barber, C.V., Hayes, R., Kormos, C., Martin, V., Crist, E., Sechrest, W., Price, L., Baillie, J.E.M., Weeden, D., Suckling, K., Davis, C., Sizer, N., Moore, R., Thau, D., Birch, T., Potapov, P., Turubanova, S., Tyukavina, A., de Souza, N., Pintea, L., Brito, J.C., Llewellyn, O.A., Miller, A.G., Patzelt, A., Ghazanfar, S.A., Timberlake, J., Klöser, H., Shennan-Farpon, Y., Kindt, R., Barnekow, Lillesø, J.-P., van Breugel, P., Graudal, L., Voge, M., Al-Shammari, K.F. & Saleem, M. (2017). An Ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience* 67: 534-545. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5451287/>.
 - Dommain R., Couwenberg, J. & Joosten, H. (2011). Development and carbon sequestration of tropical peat domes in south-east Asia: links to postglacial sea-level changes and Holocene climate variability. *Quaternary Science Reviews* 30: 999-1010. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277379111000333>.
 - Draper, F.C., Roucoux, K.H., Lawson, I.T., Mitchard, E.T.A., Honorio Coronado, E.N., Lähteenoja, O., Montenegro, L.T., Valderrama Sandoval E., Zarate, R. & Baker, T.R. (2014). The distribution and amount of carbon in the largest peatland complex in Amazonia. *Environmental Research Letters* 9: 124017. Disponible en: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/12/124017/pdf>.
 - Fitoka, E., & Keramitsoglou, I. (eds.). (2008). *Inventory, assessment and monitoring of Mediterranean Wetlands: Mapping wetlands using Earth Observation techniques*. EKBV & NOAA. Publicación de MedWet. Arles, Francia: MedWet. Disponible en: http://www.medwet.org/codde/8_EarthObservation/EarthObservation-Manual.pdf.
 - Greifswald Mire Centre (2017). *Why peatlands matter*. Disponible en: <https://www.greifswaldmoor.de/moore-61.html>.
 - Gumbrecht, T., Roman-Cuesta, R. M., Verchot, L., Herold, M., Wittman, F., Householder, E., Herold, N., & Murdiyarso, D. (2017). An expert system model for mapping tropical wetlands and peatlands reveals South America as the largest contributor. *Global Change Biology* 23: 3581-3599. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13689/full>.
 - Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2007). *Cambio climático (Decisión 2007) The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (eds.). Cambridge, Reino Unido. y Nueva York, Nueva York, EE.UU.: Cambridge University Press. Disponible en: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm.
 - Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2014). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Jamsranjav, B., Fukuda, M. & Troxler, T. (eds.). Suiza: IPCC. Disponible en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/pdf/Wetlands_Supplement_Entire_Report.pdf.
 - Joosten, H. (2016). Peatlands across the globe. In Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (eds). *Peatlands and Climate change. Peatland Restoration and Ecosystem Services*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
 - Joosten, H. & Clarke, D. (2002). *Wise use of mires and peatlands: Background and principles including a framework for decision-making*. Greifswald, Alemania, y Jyväskylä, Finlandia: International Mire Conservation Group e International Peat Society. Disponible en: http://www.imcg.net/media/download_gallery/books/wump_wise_use_of_mires_and_peatlands_book.pdf.
 - Joosten H., Tanneberger, F. & Moen, A. (eds.). (2017). *Mires and peatlands of Europe: Status, distribution and conservation*. Stuttgart, Alemania: Schweizerbart Science Publishers.
 - Krasilnikov, P., Ibáñez, Martí, J.J., Arnold, R. & Shoba, S. (eds.). (2009). *A handbook of soil terminology, correlation and classification*. London, U.K., Sterling, Virginia, EE.UU.: Earthscan.
 - Lawson, T., Kelly, T.J., Aplin, P., Boom, A., Dargie, G., Drape, F.C.H., Hassan, P.N.Z.B.P., Hoyos-Santillan, J., Kaduk, J., Large, D., Murphy, W., Page, S.E., Roucoux, K.H., Sjögersten, S., Tansey, K., Waldram, M., Wedeux, B.M.M. & Wheeler, J. (2015). Improving estimates of tropical peatland area, carbon storage, and greenhouse gas fluxes. *Wetlands Ecology and Management* 23: 327-346. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11273-014-9402-2>.
 - McKay, H., Finlayson, C.M., Fernandez-Prieto, D., Davidson, N., Pritchard, D., & L.M., Rebelo. (2009). The role of Earth Observation (EO) technologies in supporting implementation of the Ramsar Convention on Wetlands. *Journal of Environmental Management* 90: 2234-2242.
 - Minayeva, T. & Sirin, A.A. (2012). Peatland biodiversity and climate change. *Biology Bulletin Reviews* 2: 164-175.
 - Page, S.E., Rieley, J.O. & Banks, C.J. (2011). Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology* 17: 798-818.
 - Paramanathan, S. (2016). *Organic Soils of Malaysia*. Darul Ehsan, Malaysia: Malaysia Palm Oil Council.
 - Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. & Stringer, L. (eds.). (2008). *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Kuala Lumpur, Malaysia: Global Environment Centre, y Wageningen, Países Bajos: Wetlands International. Disponible en: http://www.imcg.net/media/download_gallery/books/assessment_peatland.pdf.
 - Ruehlmann, J. & Körschens, M. (2009). Calculating the effect of soil organic matter concentration on soil bulk density. *Soil Science Society of America Journal* 73: 876-885.
 - Rydin, H. & Jeglum, J.K. (2013). *The biology of peatlands*, 2nd ed. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
 - Secretaría de la Convención de Ramsar (2010a). *Inventario, evaluación y monitoreo: Marco Integrado para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales*. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 13. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar. Disponible en: <https://www.ramsar.org/document/handbook-13-inventory-assessment-and-monitoring>.
 - Secretaría de la Convención de Ramsar (2010b). *Inventario de humedales: Marco de Ramsar para el inventario y la descripción de las características ecológicas de los humedales*. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 15. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar. Disponible en: <https://www.ramsar.org/es/documento/manual-15-inventario-de-humedales>.
 - Secretaría de la Convención de Ramsar (2010c). *Designación de sitios Ramsar: Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional*. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 17. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar. Disponible en: <https://www.ramsar.org/es/documento/manual-17-designacion-de-sitios-ramsar>.
 - Schuhmann, M. & Joosten, H. (2008). *Global Peatland Restoration Manual*. Greifswald, Alemania: Instituto de Botánica y Ecología del Paisaje, Universidad de Greifswald. Disponible en: http://www.imcg.net/media/download_gallery/books/gprm_01.pdf.
 - Sorensen, K.W. (1993). Indonesian peat swamp forests and their role as a carbon sink. *Chemosphere* 27: 1065-1082.
 - Tiner, R. W. (2009) Global Distribution of Wetlands. In Likens G.E. (ed.). *Encyclopedia of Inland Waters*. Oxford, Reino Unido: Academic Press y San Diego, EE.UU.: Elsevier.
 - Unión Internacional de Ciencias del Suelo (IUSS), Grupo de Trabajo sobre la Base Referencial Mundial (WRB). (2015). *Base referencial mundial del recurso suelo 2014: Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos (Actualización 2015)*. Informes Mundiales sobre el Recurso Suelo no. 106. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3794es/i3794es.pdf>.
 - Vepraskas, M.J. & C.B. Craft (2016). *Wetland Soils: genesis, hydrology, landscapes, and classification* (segunda edición). Boca Raton, Florida, EE.UU., Londres, Reino Unido y Nueva York, Nueva York, EE.UU.: CRC Press.
 - Vompersky, S.E., Sirin, A.A., Tsyganova, O.P., Valyaeva, N.A. & Maikov, L.A. (2005). [Los pantanos y las tierras palúdicas de Rusia: un intento de analizar la distribución espacial y la diversidad] Вомперский С.Э., Сирин А.А., Цыганова О.П., Валяева Н.А. & Д.А. Майков (2005) Болота и заболоченные земли России: попытка анализа пространственного распределения и разнообразия. *Izvestiya RAN, Seriya Geografi Cheskaia* 5: 21-33 (en ruso).
 - Vompersky, S.E., Sirin, A.A., Sal'nikov, A.A., Tsyganova, O.P. & Valyaeva, N.A. (2011) Estimation of forest cover extent over peatlands and paludified shallow-peat lands in Russia. *Contemporary Problems of Ecology* 4: 734-741.
 - Warren, M.W., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Anshari, G., Herguachal, K., Kurnianto, S., Purbopuspito, J., Gusmayanti, E., Afifudin, M., Rahajoe, J., Alhamd, L., Limin, S. & Iswandi, A. (2012). A cost-efficient method to assess carbon stocks in tropical peat soil. *Biogeosciences* 9: 4477-4485. Disponible en: <https://www.biogeosciences.net/9/4477/2012/bg-9-4477-2012.pdf>.
 - Yamazaki, D., Ikeshima, D., Tawatari, R., Yamaguchi, T., O'Loughlin, F., Neal, J.C., Sampson, C.C., Kanae, S. & Bates, P.D. (2017). A high accuracy map of global terrain elevations. *Geophysical Research Letters* 44: 5844-5853. Disponible en: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GL072874>.

Las opiniones y designaciones expresadas en esta publicación son las de sus autores y no representan puntos de vista oficialmente adoptados por la Convención de Ramsar o su Secretaría.

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y en cualquier forma para fines educativos o sin fines de lucro sin ningún permiso especial de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite la fuente.

La Secretaría agradecería recibir una copia de cualquier publicación o material que utilice este documento como fuente.

Salvo que se indique lo contrario, esta publicación está protegida por una licencia de Atribución No Comercial-Sin Obras Derivadas de Creative Commons.



La Secretaría de la Convención de Ramsar publica las Notas Informativas de Ramsar en español, francés e inglés (los idiomas oficiales de la Convención) en formato electrónico y también en forma impresa cuando se lo solicita.

Las Notas Informativas de Ramsar se pueden descargar en la siguiente dirección: <http://www.ramsar.org/es/recursos/publicaciones>.

Se puede obtener información sobre el GECT en la siguiente dirección: <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/el-grupo-de-examen-cientifico-y-tecnico-gect>.

Si desea obtener más información sobre las Notas Informativas de Ramsar o solicitar información sobre el modo de contactar con sus autores, sírvase ponerse en contacto con la Secretaría de Ramsar utilizando la siguiente dirección: stpr@ramsar.org.

Publicado por la Secretaría de la Convención de Ramsar.

© 2018 Secretaría de la Convención de Ramsar.

La Convención de Ramsar



La Convención sobre los Humedales, también conocida como la Convención de Ramsar, es el tratado intergubernamental que ofrece el marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Es el único tratado global que se enfoca en un solo ecosistema.