

Bosques del Patrimonio Mundial

Sumideros de carbono bajo presión



Publicado en 2023 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 7, Place de Fontenoy, 75352 París 07 SP (Francia), el World Resources Institute (WRI), 10 G Street NE, Suite 800, 20002, Washington DC (Estados Unidos de América) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Rue Mauverney 28, 1196 Gland (Suiza).

© UNESCO, WRI y UICN, 2023

ISBN: 978-92-3-300197-8



Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO)

(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>).

Al utilizar el contenido de esta publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio UNESCO de Acceso Abierto (<https://es.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp>).

Título original: *World Heritage forests: Carbon sinks under pressure*.

Publicado en 2021 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el World Resources Institute (WRI) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de la UNESCO, el WRI y la UICN en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO, el WRI y la UICN, ni comprometen a las Organizaciones.

Cita sugerida: UNESCO, WRI y UICN, 2023: *Bosques del Patrimonio Mundial: Sumideros de carbono bajo presión*, Paris, UNESCO; Washington DC, WRI; Gland, UICN.

Las imágenes y las figuras marcadas con un asterisco (*) no están cubiertas por la licencia CC-BY-SA y no pueden ser utilizadas ni reproducidas sin previa autorización del titular de los derechos de autor.

Autores: Tales Carvalho Resende (UNESCO), David Gibbs (WRI), Nancy Harris (WRI), Elena Osipova (UICN).

Traducción: UNESCO

Revisión por pares de la versión original a cargo de: Andreas Brink, Robbert Casier, Olivia Crowe, Guy Debonnet, Fanny Douvere, Tom Evans, Jason Funk, Oscar Guevara, Serena Heckler, Susanna Kari, Cyril Kormos, Jim Perry, Peter Shadie, Michelle Sims, Martha-Marie Vogel.

Agradecimientos: Gina Doubleday, Dorine Dubois, Rosie Ettenheim, Andrea Lupi, Nolwazi Mjwara, Ernesto Ottone Ramirez, Mechtild Rössler, Gregory Taff.

Diseño gráfico: Scienseed SL.



Bosques del Patrimonio Mundial

Sumideros de carbono bajo presión

Cuantificar los beneficios climáticos de los bosques del Patrimonio Mundial

Los bosques constituyen uno de los hábitats más biológicamente diversos de la Tierra y desempeñan un papel crucial en la regulación del clima, al absorber dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera. Los bosques de los sitios del Patrimonio Mundial de la UNESCO abarcan 69 millones de hectáreas (alrededor de dos veces la superficie de Alemania) y en su conjunto son grandes sumideros netos de carbono que absorben aproximadamente 190 millones de toneladas de CO₂ de la atmósfera cada año, lo que equivale a alrededor de la mitad de las emisiones anuales de CO₂ del Reino Unido provenientes de los combustibles fósiles.

Sin embargo, a pesar del reconocimiento mundial y de la condición de zona protegida de la que gozan a nivel nacional, diez bosques del Patrimonio Mundial fueron fuentes netas de carbono entre 2001 y 2020 debido a factores de estrés antropogénicos, como el uso de la tierra y el cambio climático. El uso de recursos y la mayor intensidad y frecuencia de las perturbaciones, como los incendios forestales, debilitarán probablemente los sumideros de carbono de los bosques del Patrimonio Mundial en los próximos años.

Garantizar una protección sólida y constante de los bosques del Patrimonio Mundial y los paisajes adyacentes es fundamental para aprovechar al máximo su valor como soluciones en favor de la mitigación del cambio climático, la adaptación a este, y la conservación de la diversidad biológica.

190 millones
de toneladas de
dióxido de carbono
absorbidas (netas) de
la atmósfera cada año



“Puesto que las guerras nacen en la mente de los hombres, es en la mente de los hombres donde deben erigirse los baluartes de la paz”.

Índice

Aspectos destacados	2
Resumen	3
1 Los sitios del Patrimonio Mundial y su función en la regulación del clima	5
1.1 Los sitios del Patrimonio Mundial: proteger los lugares naturales más emblemáticos del planeta	5
1.2 Los bosques en el ciclo del carbono mundial	7
1.3 Los bosques del Patrimonio Mundial son grandes sumideros de carbono	9
1.4 Los bosques del Patrimonio Mundial son grandes depósitos de carbono	14
2 Los sumideros y los depósitos de carbono se encuentran amenazados	17
2.1 Los incendios forestales sin precedentes provocados por el cambio climático hacen que las emisiones se disparen	21
2.2 El incremento de las presiones de las actividades humanas sobre el uso de la tierra debilita los sumideros de carbono de los bosques	23
3 Vías de actuación para proteger los sumideros de carbono del Patrimonio Mundial	27
3.1 Las respuestas rápidas y eficaces pueden contribuir a evitar la devastación provocada por fenómenos relacionados con el clima	27
3.2 Apoyar los mecanismos que aprovechan al máximo la integridad y la conectividad de los bosques	29
3.3 Integrar los sitios del Patrimonio Mundial en los programas climáticos, de diversidad biológica y de desarrollo sostenible	29
Conclusión	30
Referencias	31
Políticas, estrategias y directrices pertinentes de la UNESCO sobre el Patrimonio Mundial y la acción climática	35

Aspectos destacados

- Los 257 sitios naturales y mixtos (naturales y culturales) del Patrimonio Mundial de la UNESCO contienen 69 millones de hectáreas de bosque (alrededor de dos veces la superficie de Alemania), pero sus beneficios climáticos no se han cuantificado antes debido a la falta de datos disponibles.
- El presente informe combina mapas de flujos de carbono forestal a nivel mundial entre 2001 y 2020 publicados recientemente con datos a nivel de los sitios para calcular el impacto del clima en los bosques y las consecuencias climáticas de las amenazas que se ciernen sobre los bosques del Patrimonio Mundial de la UNESCO.
- Los bosques del Patrimonio Mundial fueron en su conjunto grandes sumideros de carbono entre 2001 y 2020, al registrar una absorción neta de aproximadamente 190 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera cada año, lo que equivale a alrededor de la mitad de las emisiones anuales de CO₂ del Reino Unido provenientes de los combustibles fósiles.
- El secuestro a largo plazo por parte de los bosques del Patrimonio Mundial ha dado lugar a un almacenamiento de carbono de aproximadamente 13 000 millones de toneladas, una cantidad superior a la de las reservas de petróleo conocidas de Kuwait.
- A pesar del reconocimiento mundial y de la condición de zona protegida de la que gozan a nivel nacional, diez sitios fueron fuentes netas de carbono entre 2001 y 2020 debido a distintos factores de estrés y perturbaciones. En los próximos años, es probable que aumenten las emisiones provenientes de factores de estrés antropogénicos, como las presiones sobre el uso de la tierra y el cambio climático, en un número cada vez mayor de sitios en todo el mundo. Estas perturbaciones podrían debilitar la capacidad de los bosques para absorber el carbono de la atmósfera.
- Una protección sólida y continua de los bosques del Patrimonio Mundial y los paisajes adyacentes puede contribuir a fomentar soluciones eficaces en favor de la adaptación al cambio climático, la mitigación de sus efectos, y la conservación de la diversidad biológica.

Resumen

A pesar de que los bosques desempeñan un importante papel en el ciclo del carbono mundial, la evaluación de los beneficios climáticos de sitios específicos en distintas regiones se ve obstaculizada por la falta de datos.

Alrededor de una cuarta parte de los más de mil sitios de la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO fueron inscritos específicamente por su valor natural, y muchos contienen grandes extensiones de bosque¹. Los bosques del Patrimonio Mundial, que abarcan 69 millones de hectáreas² (alrededor de dos veces la superficie de Alemania), proporcionan múltiples bienes y servicios en favor de la naturaleza y las personas. A pesar de que los beneficios climáticos de estos sitios forestales son bien conocidos, el grado en que sirven de fuentes o sumideros de CO₂ atmosférico no se había cuantificado hasta ahora.

La combinación de mapas a nivel mundo con datos a nivel de los sitios nos cuenta la historia del carbono.

En el presente informe se evalúan por primera vez las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el secuestro (eliminación de CO₂) y el almacenamiento de carbono en los 257 sitios naturales y mixtos (tanto naturales como culturales) del Patrimonio Mundial de la UNESCO inscritos hasta 2021, utilizando mapas recientemente publicados de flujos de carbono forestal a nivel mundial entre 2001 y 2020 (Figura ES-1)³. Sobre la base de este análisis, en varios sitios se registró un importante aumento de las emisiones, o un nivel de emisiones superior al de la eliminación. Estas situaciones se investigaron más en profundidad. Los datos de estos y otros sitios se cotejaron con la información sobre el terreno recopilada en los procesos de seguimiento de la Convención del Patrimonio Mundial⁴ y la Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN de 2020⁵, que contribuyeron a identificar las presiones específicas que más probablemente habían influido en el presupuesto local de carbono de un paisaje en los últimos 20 años.

De media, los bosques de los sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO han absorbido aproximadamente 190 millones de toneladas de CO₂ de la atmósfera anualmente desde el año 2000.

Esta absorción neta de CO₂ por parte de los bosques equivale aproximadamente a la mitad de las emisiones anuales de CO₂ del Reino Unido provenientes de los combustibles fósiles en 2019⁶. El secuestro durante siglos o milenios por parte de los bosques del Patrimonio Mundial ha llevado al almacenamiento de aproximadamente 13 000 millones de toneladas, una cantidad superior a la de las reservas de petróleo conocidas de Kuwait⁷. Los sitios con los mayores sumideros y depósitos de carbono se encontraban generalmente en las regiones tropicales y templadas.

Los bosques del Patrimonio Mundial proporcionan importantes beneficios climáticos si se protegen de las amenazas.

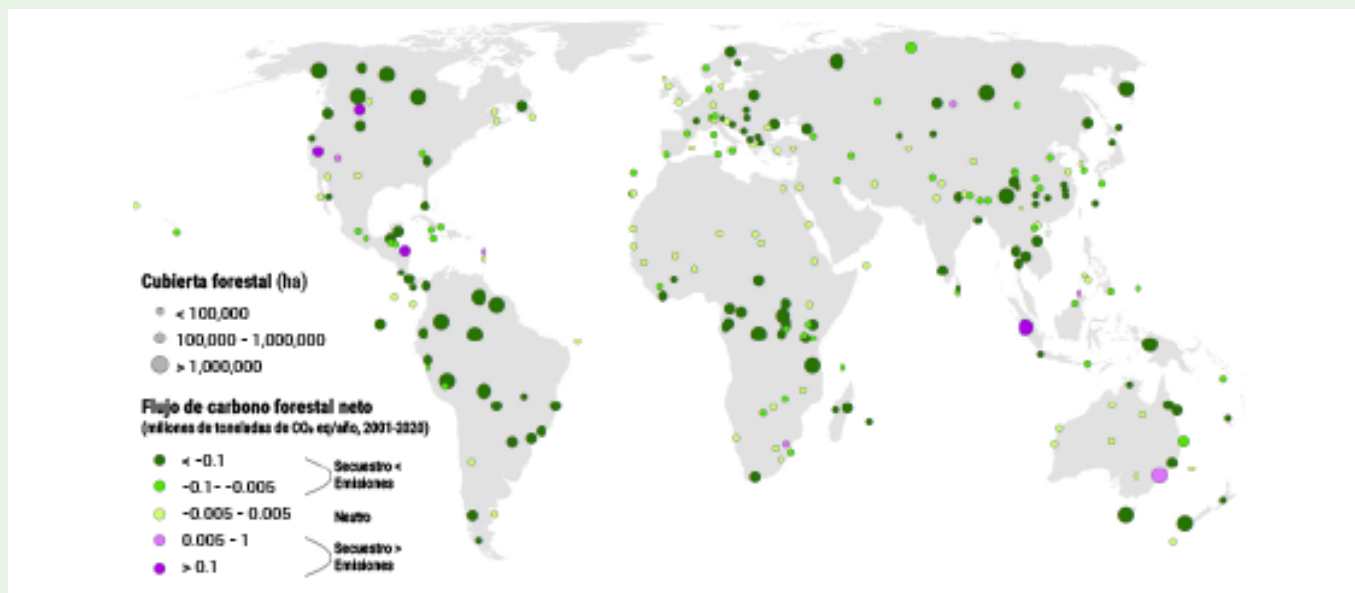
A pesar del reconocimiento internacional y de la protección de que gozan, los bosques de diez sitios del Patrimonio Mundial fueron fuentes netas de carbono entre 2001 y 2020. En el futuro, la eliminación continua del CO₂ atmosférico por parte de los bosques en estos sitios no está garantizada si continúan las amenazas a su conservación. Las emisiones debidas a la pérdida de bosques por las presiones en el uso de la tierra han aumentado en algunos sitios, como el Patrimonio de los bosques pluviales tropicales de Sumatra (Indonesia) y la Reserva de biosfera de Río Plátano (Honduras). Otros sitios han sufrido perturbaciones naturales y antropogénicas relacionadas con el clima, como intensos incendios forestales. Algunos de los incendios forestales emitieron más de 30 millones de toneladas de CO₂ de gases de efecto invernadero en un solo año, más que las emisiones anuales nacionales de combustibles fósiles de más de la mitad de los países del mundo⁸. Tanto las presiones directas sobre el uso de la tierra como el cambio climático amenazan los depósitos de carbono de los sitios y el secuestro continuo.

Los bosques del Patrimonio Mundial y los paisajes adyacentes requieren una protección sólida y continua para mantener su función como sumideros de carbono y depósitos estables de carbono para las generaciones futuras.

Para alcanzar este objetivo existen tres vías: responder de manera rápida y eficaz a los eventos relacionados con el clima, como los incendios forestales; mantener y reforzar la conectividad

ecológica por medio de la gestión mejorada del paisaje; e integrar la protección continua de los sitios del Patrimonio Mundial en las agendas internacionales, nacionales y locales para el clima, la diversidad biológica y el desarrollo sostenible. Para llevar a cabo con éxito estas vías hay que utilizar los mejores conocimientos disponibles generados por medio de datos fiables y la toma de decisiones interdisciplinaria, así como la movilización del apoyo público y político para la financiación y la inversión sostenibles.

Figura ES 1: Flujos de carbono forestal netos en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Los valores son promedios anuales entre 2001 y 2020.



Fuente: Análisis (Cuadro 1) de datos de Harris et al. 2021 en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Notas: El dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq) es una medida utilizada para sumar las emisiones de varios gases de efecto invernadero sobre la base de su potencial de calentamiento atmosférico a lo largo de 100 años, comparando gases de efecto invernadero distintos del CO_2 con la cantidad equivalente de CO_2.

69 millones de hectareas de cubierta forestal
(aproximadamente dos veces la superficie de Alemania)

190 millones de toneladas de dióxido de carbono absorbidas (netas) de la atmósfera cada año
(el equivalente de aproximadamente la mitad de las emisiones anuales de CO_2 del Reino Unido provenientes de los combustibles fósiles)

13 millones de toneladas de carbono almacenado en árboles y en suelo
(más carbono que en las reservas de petróleo conocidas de Kuwait)

10 sitios fueron fuentes netas de carbono entre 2001 y 2020 debido a perturbaciones naturales y antropogénicas, como el cambio climático

¹ Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO disponible en <https://whc.unesco.org/en/list/>.

² Análisis de Hansen et al., 2013.

³ Harris et al., 2021.

⁴ Párrafo 169 de las Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial:

<https://whc.unesco.org/archive/opguide08-es.pdf>.

⁵ Osipova et al., 2020.

⁶ Global Carbon Project, 2021.

⁷ US EIA, 2021.

⁸ Utilizando las emisiones de 2018 según los datos de la CAIT en Climate Watch (www.climatewatchdata.org).

Los sitios del Patrimonio Mundial y su función en la regulación del clima

1.1 Los sitios del Patrimonio Mundial: proteger los lugares naturales más emblemáticos del planeta

La Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural (Convención del Patrimonio Mundial), que fue aprobada en 1972, reúne a 194⁹ países en torno al objetivo común de proteger y cuidar el patrimonio natural y cultural más extraordinario del mundo. En el marco de esta convención internacional única, más de mil sitios naturales, culturales y mixtos (tanto naturales como culturales) son reconocidos por su valor universal excepcional (“una importancia cultural y/o natural tan extraordinaria que trasciende las fronteras nacionales y cobra importancia para las generaciones presentes y venideras de toda la humanidad”)¹⁰ y se inscriben en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO¹¹. Alrededor de una cuarta parte de estos sitios del Patrimonio Mundial están inscritos en la lista por su valor natural. Están distribuidos por más de 110 países y abarcan unos 350 millones de hectáreas, aproximadamente la superficie de la India (Tabla 1). Juntos, representan casi el 1% de la superficie terrestre de la Tierra y el 0,6% del océano.

Tabla 1: Número de sitios, área total y área forestal de los sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO

Región	Número de sitios	Área total (millones de hectáreas)	Área forestal en el año 2000 (millones de hectáreas)
África	44	40	13
Estados Árabes	8	10	0
Asia y el Pacífico	79	114	16
Europa y América del Norte	80	142	22
América Latina y el Caribe	46	43	19
Total Mundial	257	349	69

Fuente: Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO

Notas: Los datos de los sitios son de octubre de 2021. La UNESCO organiza a sus Estados Miembros en cinco grupos regionales: África, Estados Árabes, Asia y el Pacífico, Europa y América del Norte, y América Latina y el Caribe. En cada sitio, la superficie forestal se calcula obteniendo el área con una densidad del dosel forestal superior al 30% en el año 2000, basándose en Hansen et al., 2013. Se encontró superficie forestal en 223 sitios.

⁹ Los países que se han adherido a la Convención del Patrimonio Mundial o la han ratificado se denominan Estados Partes.

¹⁰ Párrafo 49 de las Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial: <https://whc.unesco.org/archive/opguide08-es.pdf>.

¹¹ 897 sitios culturales, 218 sitios naturales y 39 sitios mixtos en octubre de 2021. De los 257 sitios naturales y mixtos, 50 han sido inscritos por su valor marino. Lista de sitios disponible en <https://whc.unesco.org/en/list/>.

Los sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO¹² incluyen ecosistemas diversos, como cuevas, desiertos, islas, lagos, humedales, glaciares, montañas, volcanes, zonas costeras y marinas, sabanas y bosques. En ellos se encuentran paisajes que albergan una singular belleza natural, lugares que representan importantes etapas de la historia de la Tierra, hábitats en los que ocurren importantes procesos ecológicos y biológicos, así como zonas críticas para la diversidad biológica que albergan especies únicas y amenazadas¹³.

Además de su valor universal excepcional y su contribución importante a nivel internacional a la conservación de la diversidad biológica, estos sitios también contribuyen al bienestar de las comunidades locales y a la sociedad humana en su conjunto. Contribuyen al patrimonio, los medios de subsistencia y los estilos de vida tradicionales de los pueblos indígenas, y desempeñan una función crucial en el desarrollo socioeconómico regional y nacional brindando numerosos productos y servicios a millones de personas. Por ejemplo, más del 90% de los sitios naturales incluidos en la lista crean puestos de trabajo y generan ingresos para las comunidades locales a través del turismo y el ocio¹⁴. Los sitios del Patrimonio Mundial también proporcionan servicios ecosistémicos esenciales, ya que dos terceras partes de los sitios son fuentes fundamentales de agua dulce, y alrededor de la mitad ayudan a evitar desastres como las inundaciones y los desprendimientos de tierras¹⁵.

Muchos sitios naturales protegen ecosistemas forestales únicos, desde las selvas pluviales tropicales del Parque Nacional Salonga¹⁶ (República Democrática del Congo) a los paisajes boreales de Pimachiowin Aki¹⁷ (Canadá) (**Figura 1**). La integridad de estos ecosistemas es esencial para mantener los procesos ecológicos que sustentan tanto su valor universal excepcional como los servicios ecosistémicos que prestan, incluidos el secuestro y el almacenamiento de carbono¹⁸.

Figura 1: Las selvas pluviales tropicales del Parque Nacional Salonga (República Democrática del Congo, izquierda) y los paisajes boreales de Pimachiowin Aki (Canadá, derecha)



¹² En adelante nos referiremos a la combinación de sitios naturales y mixtos con la expresión sitios del Patrimonio Mundial.

¹³ Gestión del Patrimonio Mundial Natural: <https://whc.unesco.org/en/managing-natural-world-heritage/>.

¹⁴ Spenceley et al., 2021.

¹⁵ Osipova et al., 2014.

¹⁶ <https://whc.unesco.org/en/list/280/>.

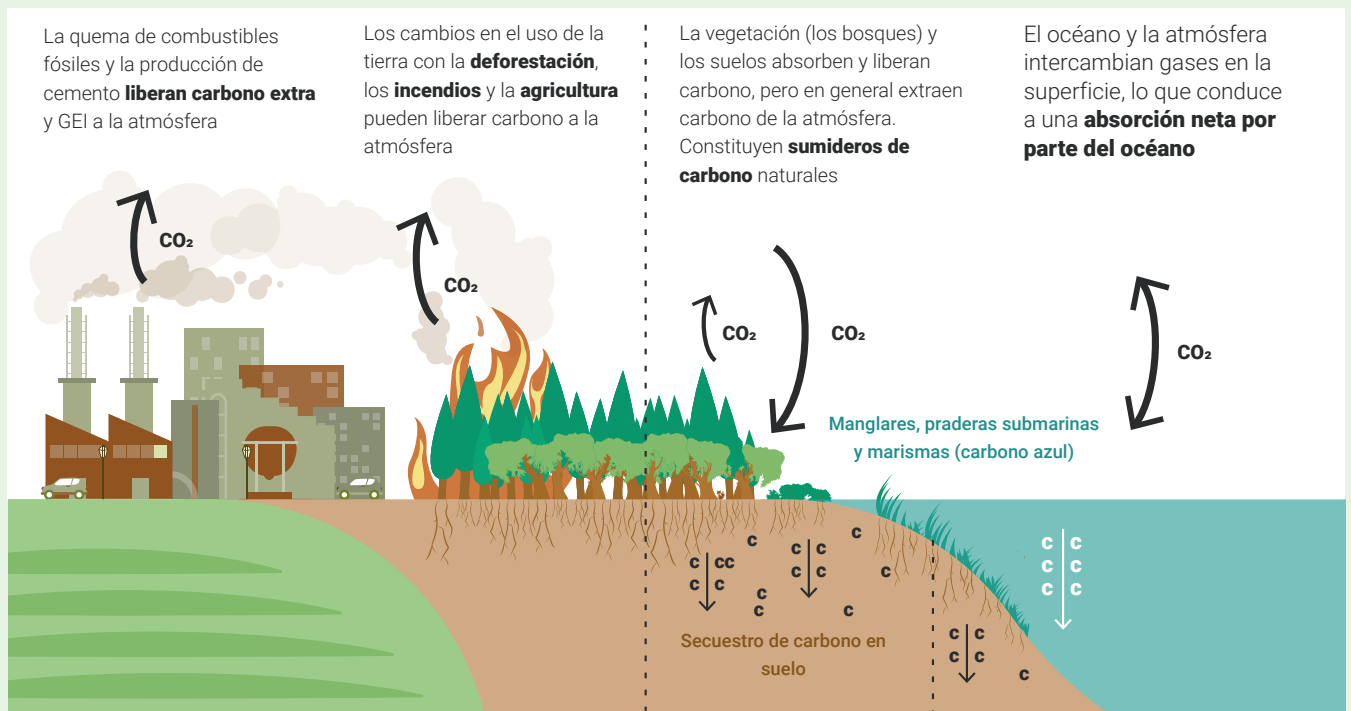
¹⁷ <https://whc.unesco.org/en/list/1415/>.

¹⁸ Osipova et al., 2014.

1.2 Los bosques en el ciclo del carbono mundial

El dióxido de carbono (CO₂) se intercambia constantemente entre la vegetación terrestre, el océano y la atmósfera en el marco del ciclo del carbono mundial (Figura 2). Esta transferencia de carbono es conocida en ocasiones como ciclo del carbono “rápido”, ya que los ciclos del carbono de estos sistemas son varias veces más rápidos que el ciclo del carbono relativamente “lento”, durante el que el carbono se traslada entre las rocas, el suelo, el océano y la atmósfera, y acaba enterrado o en las profundidades del océano¹⁹. El ciclo del carbono mundial es equilibrado cuando la cantidad de carbono liberado a la atmósfera es igual a la cantidad absorbida de la atmósfera por el océano y la tierra. Al quemar combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural, los seres humanos han venido perturbando el ciclo del carbono “rápido” añadiendo carbono “antiguo” del ciclo del carbono “lento” a la atmósfera a un ritmo más rápido de lo que la vegetación terrestre y el océano pueden absorber y almacenar el exceso de carbono²⁰. Esto conduce a una acumulación de CO₂ en la atmósfera, provocando el cambio climático mundial.

Figura 2: Visión general simplificada del movimiento del carbono por los componentes vivos (bióticos) del planeta, al que en ocasiones se denomina porción “rápida” del ciclo del carbono mundial.



Fuente: UNESCO

Durante largos periodos de tiempo, los bosques absorben de forma natural más carbono de la atmósfera que el que liberan a esta, lo que los convierte en sumideros de carbono incluso cuando son muy antiguos^{21,22}. Si no hay perturbaciones provocadas por el ser humano, o si estas son mínimas, los ecosistemas forestales constituyen reservas de carbono grandes y estables, reforzadas por una gran integridad de los ecosistemas, y pueden almacenar ese carbono durante milenios o incluso más tiempo²³. De hecho, en los bosques del mundo se almacena más carbono (aproximadamente 861 gigatoneladas de carbono (Gt C) o 3 160 Gt CO₂^{24,25}) que en los depósitos

¹⁹ NASA, 2011.

²⁰ IPCC, 2019.

²¹ Duque et al., 2021.

²² Qie et al., 2017.

²³ Barber et al., 2020.

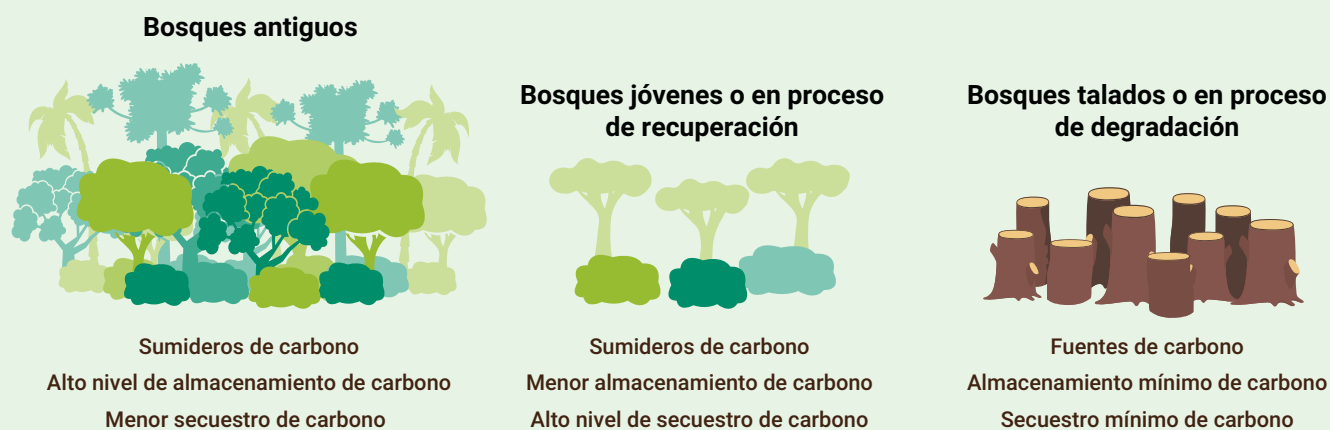
²⁴ 1 gigatonelada de carbono (Gt C) liberada a la atmósfera corresponde a 3,67 gigatoneladas de CO₂ (Gt CO₂).

²⁵ Pan et al., 2013.

extraíbles de combustibles fósiles (aproximadamente 750 Gt C o 2 750 Gt CO₂²⁶). En los bosques, el carbono se almacena principalmente en los árboles (biomasa aérea), las raíces (biomasa subterránea) y el suelo²⁷.

El ritmo al que los bosques eliminan carbono de la atmósfera depende de la edad y la productividad del bosque, así como de la composición de las especies de árboles y las condiciones medioambientales²⁸. Sin embargo, la actividad humana puede convertir estas áreas forestales en fuentes netas de carbono. Los árboles muertos que se queman o que se dejan que se descompongan liberan una porción del carbono que contienen a la atmósfera, mientras que los incendios también producen otros gases de efecto invernadero intensos, como el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Cuando se talan, se degradan o se queman los bosques, como práctica de gestión para despejar la tierra para hacer otro uso de esta, o debido a perturbaciones naturales o provocadas por el ser humano, los bosques liberan este tipo de gases a la atmósfera^{29,30}. Durante los últimos siglos, el cambio en el uso de la tierra, la deforestación, la degradación de los bosques y la expansión de la agricultura han contribuido (en menor medida que los combustibles fósiles³¹) a mayores concentraciones de CO₂ en la atmósfera³².

Figura 3: Almacenamiento, emisiones y eliminación de carbono en distintos bosques y perfiles de uso de la tierra.



Fuente: World Resources Institute (WRI)

La cantidad de carbono que liberan y absorben los bosques a lo largo del tiempo depende de algunos factores importantes. Los principales determinantes que afectan a las emisiones son el tipo de perturbación y su intensidad, así como la cantidad de carbono almacenado en el bosque y liberado a la atmósfera al talar el bosque³³. Como los bosques más antiguos y maduros almacenan generalmente más carbono por unidad de área que los bosques más jóvenes o en proceso de recuperación, las emisiones son más altas cuando estos bosques se talan por completo o permanentemente (Figura 3)^{34,35}.

²⁶ Heede and Oreskes, 2016.

²⁷ Pan et al., 2013.

²⁸ Cook-Patton et al., 2020.

²⁹ IPCC, 2019.

³⁰ Janowiak et al., 2017.

³¹ Blanco et al., 2014.

³² IPCC, 2019.

³³ Baccini et al., 2012.

³⁴ IPCC, 2006.

³⁵ Alexandrov, 2007.

Sin embargo, las perturbaciones y las emisiones asociadas a estas se dan de manera continua. Las perturbaciones de baja intensidad, como los incendios en el sotobosque, a menudo liberan solo una pequeña cantidad del carbono almacenado, y pueden ser beneficiosas para el funcionamiento del ecosistema³⁶, mientras que las perturbaciones de alta intensidad, como la eliminación total de árboles para la expansión de las tierras agrícolas, pueden liberar todo el carbono almacenado en los árboles, así como parte del carbono almacenado en suelo³⁷.

Mientras que la deforestación y otras importantes perturbaciones en los bosques conducen a un ritmo relativamente rápido de emisiones, los bosques eliminan carbono de la atmósfera más gradualmente conforme crecen. En general, los bosques más jóvenes en proceso de recuperación de perturbaciones anteriores capturan el carbono más rápidamente que los bosques maduros, y los bosques en latitudes más bajas (tropicales o subtropicales) o los bosques húmedos capturan el carbono más rápidamente que los bosques en latitudes más altas (templados o boreales) o los bosques secos³⁸. Las perturbaciones seguidas de una recuperación del bosque dan lugar a un incremento momentáneo de las emisiones, tras lo cual se reanuda la captura de carbono³⁹. Sin embargo, en los bosques talados que han sufrido una deforestación permanente, o en los bosques degradados en los que la presión degradante es constante, no solo se emite el carbono almacenado, sino que se deja de capturar carbono, ya que el sistema de bombeo que captura el carbono en el bosque queda apagado (Figura 3).

1.3 Los bosques del Patrimonio Mundial son grandes sumideros de carbono

Mientras que el conocimiento científico de la función de los bosques en el ciclo del carbono mundial ha mejorado gracias a los esfuerzos de síntesis de datos y el seguimiento a gran escala^{40,41,42}, la evaluación de los beneficios del clima en los bosques a escala local se ha visto obstaculizada a menudo por la falta de datos de seguimiento, en particular en muchos países que carecen de inventarios de bosques exhaustivos y repetidos⁴³. Las investigaciones recientes han combinado mediciones del terreno con observaciones obtenidas por teledetección, permitiendo que los flujos de carbono entre los bosques y la atmósfera se evalúen a una resolución espacial mayor en zonas geográficas más amplias^{44,45}. Cuantificar las reservas de carbono y los flujos entre los bosques y la atmósfera (el carbono almacenado en los bosques y el CO₂ liberado a la atmósfera o absorbido de esta, respectivamente) es crucial para evaluar la contribución de los sitios del Patrimonio Mundial a la regulación del clima y para comprender su función potencial en la mitigación del cambio climático.

En el presente informe se exponen resultados provenientes de un nuevo análisis de los flujos de carbono que ocurren en los sitios del Patrimonio Mundial (Cuadro 1). Los datos indican que, en los últimos 20 años, los 69 millones de hectáreas de bosque⁴⁶ (aproximadamente dos veces la superficie de Alemania) en estos sitios han servido en su conjunto como sumidero neto de carbono de aproximadamente 190 millones de toneladas de CO₂ equivalente al año (millones de toneladas

³⁶ Goetz et al., 2012.

³⁷ Zhou et al., 2013.

³⁸ IPCC, 2006.

³⁹ Williams et al., 2012.

⁴⁰ <https://www.globalcarbonproject.org/>.

⁴¹ Malhi et al., 2021.

⁴² FAO, 2020.

⁴³ Nisha et al., 2021.

⁴⁴ Baccini et al., 2017.

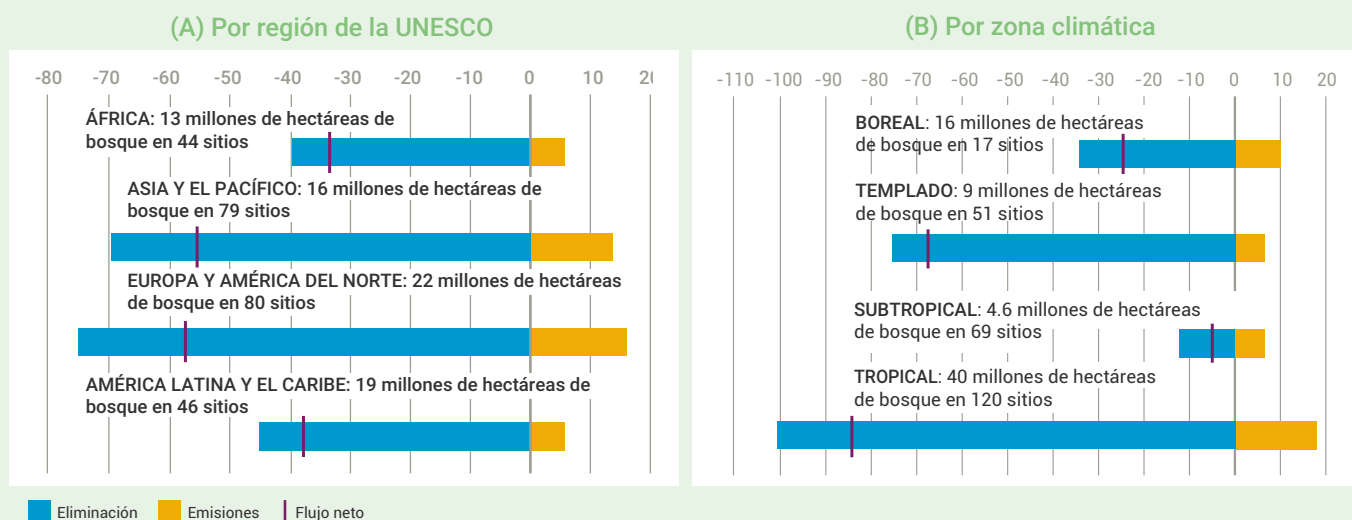
⁴⁵ Xu et al., 2021.

⁴⁶ Según Hansen et al., 2013, los datos de la superficie forestal son del año 2000. Este valor incluye 2,9 millones de hectáreas en componentes terrestres de sitios marinos del Patrimonio Mundial.

CO₂ eq/año)⁴⁷. Este cálculo anual de los sumideros de carbono equivale a alrededor de la mitad de las emisiones anuales de CO₂ del Reino Unido provenientes de los combustibles fósiles en 2019⁴⁸, y refleja el equilibrio entre 230 millones de toneladas de CO₂ al año de eliminación de carbono por el crecimiento de los bosques y 42 millones de toneladas de CO₂ eq al año en emisiones originadas por las perturbaciones antropogénicas y naturales en los bosques.

En total, los bosques del Patrimonio Mundial de todas las regiones geográficas de la UNESCO y las zonas climáticas fueron sumideros netos. A pesar de que la superficie forestal está distribuida de manera relativamente similar entre las regiones de la UNESCO, Europa y América del Norte y Asia y el Pacífico fueron mayores sumideros netos de carbono que América Latina y el Caribe y África (Figura 4a). Cuando los flujos netos de carbono se agrupan por zona climática en lugar de por región geográfica, los sitios tropicales y templados fueron los mayores sumideros netos, y los sitios subtropicales, los que más se acercaron a la neutralidad (Figura 4b).

Figura 4: Flujos de gases de efecto invernadero en los bosques (media 2001-2020, millones de toneladas de CO₂ eq al año) en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO agrupados por región de la UNESCO (A); y por zona climática (B).



Fuente: Análisis (Cuadro 1) de Harris et al., 2021 resumidos para sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

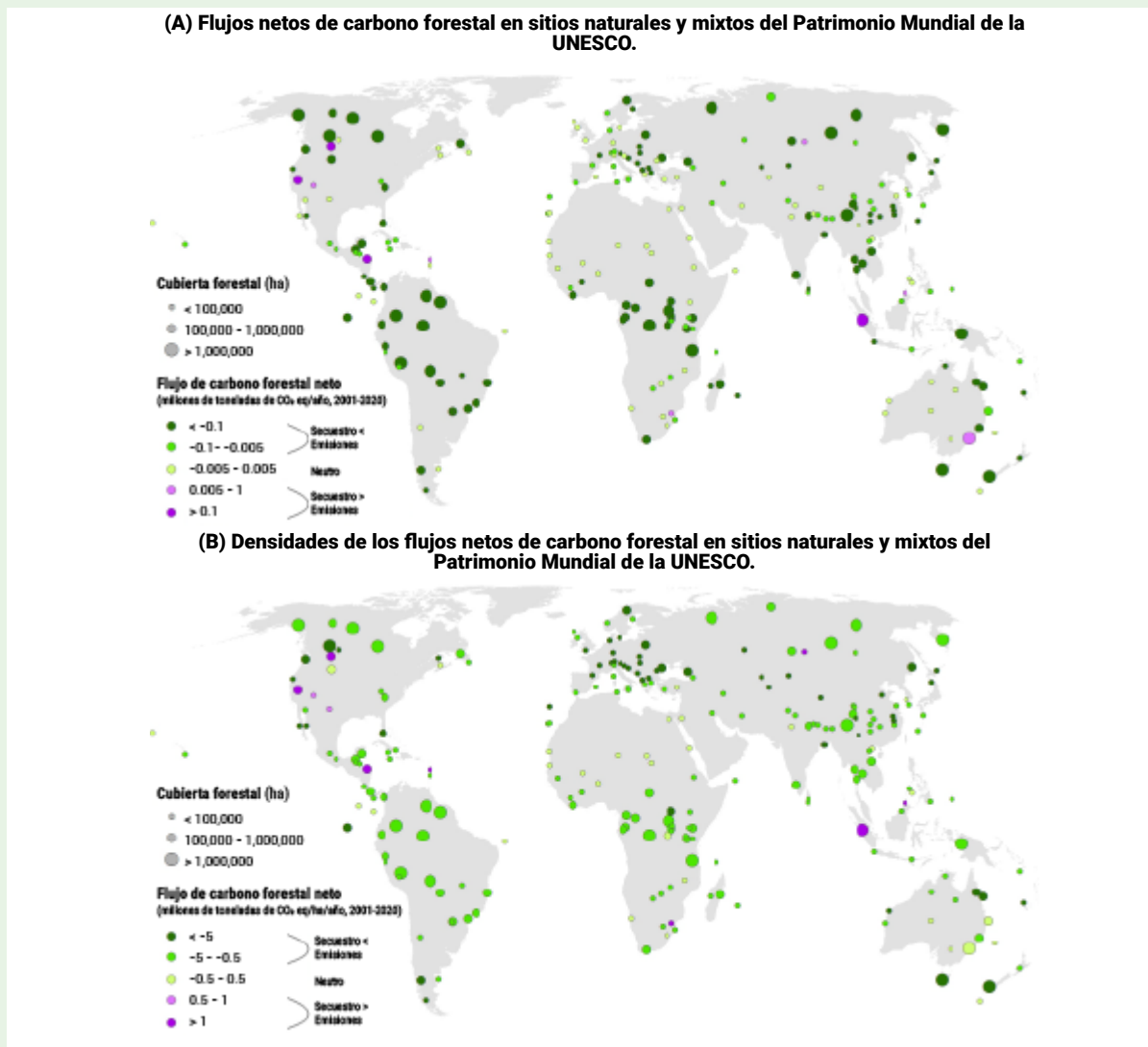
Notas: La UNESCO organiza a sus Estados Miembros en cinco grupos regionales: África, Estados Árabes, Asia y el Pacífico, Europa y América del Norte, y América Latina y el Caribe. La región de los Estados Árabes no se incluye en este gráfico porque sus flujos son significativamente inferiores a los de otras regiones. Se incluye en los demás análisis.

⁴⁷ El CO₂ equivalente (CO₂ eq) es una medida que se utiliza para comparar las emisiones de varios gases de efecto invernadero sobre la base de su potencial de calentamiento atmosférico a lo largo de 100 años, comparando gases de efecto invernadero distintos del CO₂ con la cantidad equivalente de CO₂. A lo largo del presente informe se hace referencia a los gases de efecto invernadero para las emisiones (dado que las estimaciones incluyen emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O) y al CO₂ para la eliminación de carbono. Para simplificar, los términos “sumidero neto de carbono”, “fuente neta de carbono” y “flujo neto de carbono” se utilizan como abreviaturas para reflejar la diferencia entre las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con los bosques y la eliminación de CO₂, a pesar del hecho de que los valores netos se comunican en unidades de CO₂ eq.

⁴⁸ Global Carbon Project, 2021.

Entre los años 2001 y 2020, de los 257 sitios naturales y mixtos, 166 fueron sumideros netos y diez, fuentes netas; los 81 restantes fueron casi neutrales, con flujos anuales estimados muy pequeños⁴⁹ (Figura 5a). Los diez sitios que fueron fuentes netas están repartidos entre todas las regiones de la UNESCO y todas las zonas climáticas. El sumidero neto se concentró en unos pocos sitios únicamente, de los que los cinco de mayor tamaño fueron: la Zona de naturaleza salvaje de Tasmania (Australia), Te Wahipounamu (Nueva Zelanda), el Complejo de conservación de la Amazonia Central (Brasil), el Parque Nacional Salonga (República Democrática del Congo) y los Parques de las Montañas Rocosas Canadienses (Canadá) (Tabla 2). En su conjunto, estos cinco sitios representan alrededor de una tercera parte de la totalidad de los sumideros netos de carbono de los bosques de la red del Patrimonio Mundial, mientras que diez sitios representan la mitad del total de los sumideros.

Figura 5: (A) Flujos netos de carbono forestal y (B) Densidades de los flujos netos de carbono forestal (flujo neto de carbono por hectárea de bosque) en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Los valores son promedios anuales entre 2001 y 2020.



Fuente: Análisis (Cuadro 1) de datos de Harris et al. 2021 en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Notas: La clasificación de algunos sitios como neutrales, sumideros (secuestro > emisiones) y fuentes (emisiones > secuestro) es distinta entre los dos mapas debido a los puntos de corte entre las categorías. La cubierta forestal corresponde a la cubierta arbórea en el año 2000, datos extraídos de Hansen et al, 2013.

⁴⁹ Los sitios neutrales tuvieron flujos netos entre -5 y 5 toneladas de CO₂ eq al año. Sus flujos se incluyen en los demás análisis.

Los cinco sitios con los mayores sumideros netos totales no fueron necesariamente los mayores sumideros por unidad de área (Tabla 2), lo que significa que estos sitios pueden no tener la mayor captura constante de carbono por hectárea de bosque. Los sitios que no son grandes sumideros netos pueden seguir desempeñando un importante papel en la regulación del clima a nivel regional y local si tienen un alto índice de secuestro de carbono por hectárea. De hecho, 55 sitios tuvieron índices anuales netos de secuestro de carbono de más de cinco toneladas de CO₂ eq por hectárea al año, es decir, una hectárea de bosque media absorbió más carbono cada año que el carbono emitido por un vehículo de pasajeros medio⁵⁰ (Figura 5b). De media, el índice de carbono secuestrado por una hectárea de bosque en la red del Patrimonio Mundial fue un 50% más alto que la media mundial en los bosques y similar a la media de los bosques protegidos de todo el mundo^{51,52}. El índice neto medio de secuestro de carbono en porciones de bosque de los sitios que son principalmente marinos (-5,9 toneladas de CO₂ eq por hectárea al año) es considerablemente superior, ya que estos sitios contienen bosques de manglares muy productivos⁵³.

Tabla 2: Los principales cinco sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO clasificados por el tamaño del sumidero de carbono neto (totales y por hectárea)

Puesto	Sumidero de carbono neto (millones de toneladas de CO ₂ eq al año)	Sumidero de carbono neto por unidad de área (toneladas de CO ₂ eq por hectárea al año)
1	Zona de naturaleza salvaje de Tasmania (Australia) (21)	Parque Nacional Los Glaciares (Argentina) (16)
2	Te Wahipounamu (Nueva Zelandia) (13)	Zona de naturaleza salvaje de Tasmania (Australia) (14)
3	Complejo de conservación de la Amazonia Central (Brasil) (10)	Bosque de laurisilva de Madeira (Portugal) (13)
4	Parque Nacional Salonga (República Democrática del Congo) (9,3)	Parque Nacional de Plitvice (Croacia) (12)
5	Parques de las Montañas Rocosas Canadienses (Canadá) (8,3)	Bosques antiguos y primarios de hayas de los Cárpatos y otras regiones de Europa (18 países) (11)

Fuente: Análisis (Cuadro 1) de Harris et al. 2021 en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Notas: La tabla incluye sitios que no son principalmente marinos, ya que la inclusión de estos sitios haría que los cinco mayores sitios por sumidero neto de carbono por unidad de área fueran sitios marinos con bosques de manglares muy productivos.

⁵⁰ US EPA, 2018.

⁵¹ -2,7 toneladas de CO₂ eq por hectárea al año (red del Patrimonio Mundial), -1,8 toneladas de CO₂ eq por hectárea al año (bosques), -2,7 toneladas de CO₂ eq por hectárea al año (bosques protegidos).

⁵² Flujos netos mundiales y por zona protegida calculados a partir de Harris et al., 2021. Las zonas protegidas son las categorías Ia/b y II de la Base de Datos Mundial sobre Zonas Protegidas.

⁵³ UNESCO, 2021.

Cuadro 1: Metodología utilizada para evaluar los flujos de carbono forestal y las reservas forestales de carbono en los sitios del Patrimonio Mundial.

En el presente informe se presentan resultados⁵⁴ generados al combinar datos de observación de la Tierra con datos de las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en inglés: Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero⁵⁵ para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero, la eliminación de carbono y los flujos netos de los bosques entre 2001 y 2020 a una resolución de 30m. Las emisiones incluyen todos los reservorios de carbono (carbono de biomasa aérea y subterránea, madera muerta, basura y carbono en suelo) y tres importantes gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O). Las estimaciones de las emisiones se basan en mapas de pérdida de cobertura forestal, mapas de la densidad del carbono e información contextual como los factores de la pérdida de cobertura forestal y la extensión de los incendios. Las emisiones de las turberas se basaron en áreas que presumiblemente se habían secado o quemado. Las estimaciones de la eliminación del carbono forestal incluyen la acumulación de biomasa aérea y subterránea y se basan en mapas de referencia de extensión de la cobertura forestal y factores de eliminación espacializados provenientes de una variedad de fuentes. El flujo neto se calcula como la diferencia entre las emisiones y la eliminación. Las emisiones se calculan anualmente, pero la eliminación y el flujo neto se calculan como promedio anual debido a los datos geoespaciales limitados sobre tendencias temporales en los sumideros forestales.

Las reservas de carbono en la biomasa viva arbórea aérea en el 2000 provenían de una combinación de mediciones de inventario terrestres, detección y localización por ondas luminosas aéreas y espaciales (LIDAR), e imágenes de satélite óptico, que pueden subestimar el almacenamiento de carbono en altas densidades⁵⁶. Los valores de carbono de la biomasa subterránea, la madera muerta y la basura provenían de valores de carbono aéreo. El cálculo del carbono en suelo se basó en la versión 2 de la base de datos SoilGrids⁵⁷.

Es la primera vez que se calculan los flujos de carbono forestal en los sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Se recuperaron y adaptaron los shapefiles de los límites de los sitios de la Base de Datos Mundial sobre Zonas Protegidas⁵⁸. Los cálculos de las emisiones, la eliminación y los flujos netos se analizaron a lo largo del periodo de estudio en áreas terrestres de los límites de los sitios para generar las estadísticas expuestas en el presente informe. Los cálculos de las reservas de carbono provienen de la misma fuente de datos.

Los datos de las reservas de carbono y los flujos de carbono utilizados en este informe fueron producidos como la primera edición de un marco de integración de datos flexible que permite realizar actualizaciones de distintas capas de datos de entrada. Conforme avanza la observación de la Tierra y mejoran los datos geoespaciales relacionados con los bosques, la precisión y la exactitud de los cálculos también mejorarán. Los datos tienen algunas limitaciones, como por ejemplo: la subestimación de las emisiones debido a la omisión de numerosas perturbaciones a pequeña escala y los efectos de la fragmentación de los bosques no reflejados por el sensor por satélite Landsat, lo que puede dar lugar a emisiones considerables a nivel mundial y en ciertas regiones⁵⁹; cálculos de la eliminación de carbono que no tienen en cuenta el avance de la cubierta forestal después del 2012 y que se basan en información espacial limitada; y una falta de valores de incertidumbre en torno a los cálculos debido a la falta de datos disponibles para calcularlos a nivel de sitios.

⁵⁴ Harris et al., 2021.

⁵⁵ IPCC, 2006.

⁵⁶ Issa et al., 2020.

⁵⁷ Hengl et al., 2017.

⁵⁸ UNEP-WCMC and IUCN, 2021.

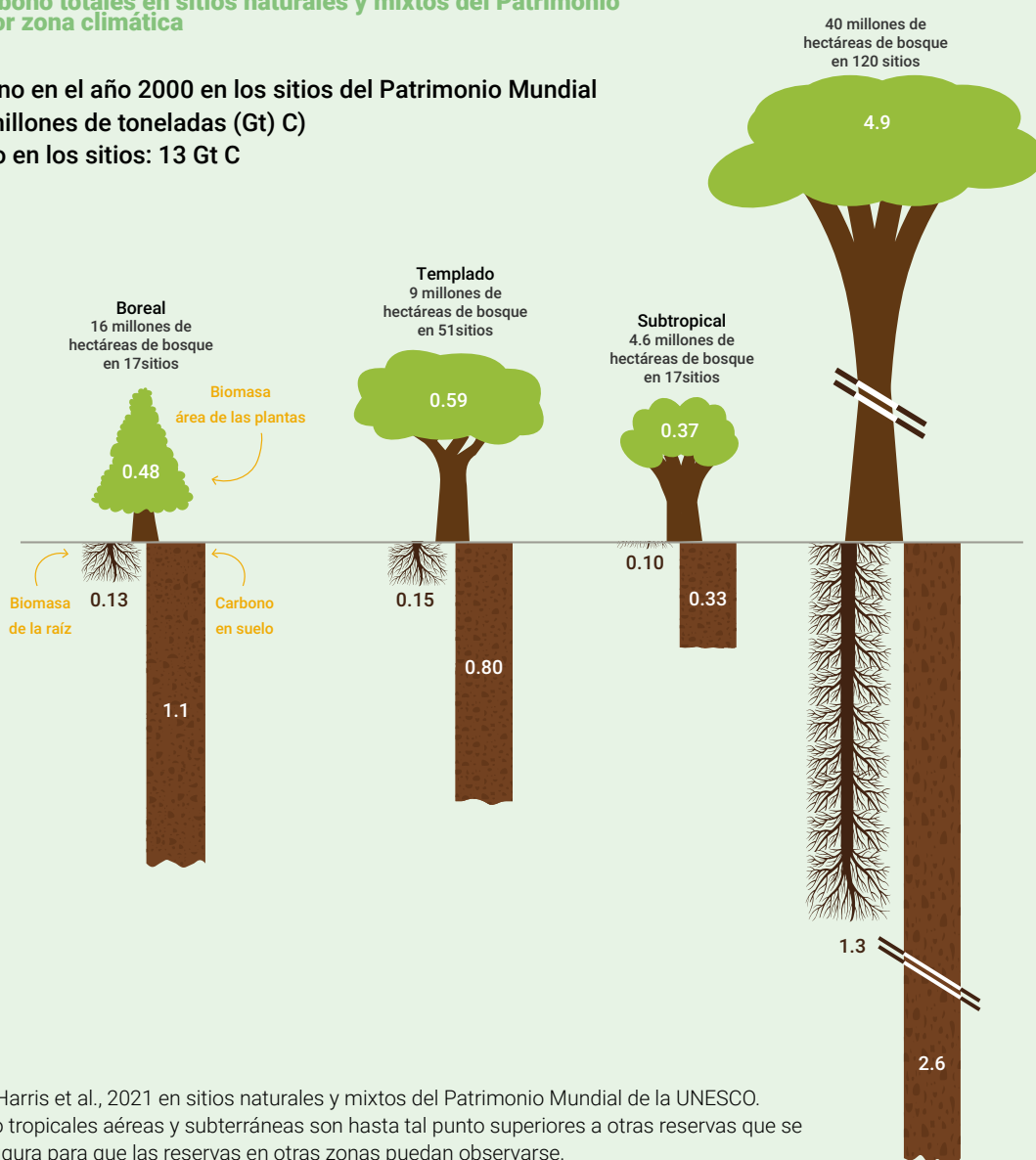
⁵⁹ Pearson et al., 2017.

1.4 Los bosques del Patrimonio Mundial son grandes depósitos de carbono

Los bosques del Patrimonio Mundial están destinados a ser ecosistemas con una gran integridad que garantizan un almacenamiento de carbono estable a largo plazo. Si bien se han utilizado previamente otros métodos para calcular la cantidad de carbono almacenado en los ecosistemas forestales del Patrimonio Mundial⁶⁰, la red de sitios se ha ampliado desde evaluaciones anteriores. Además de evaluar los flujos de carbono, en el presente informe también se expone un nuevo análisis de la biomasa forestal y del carbono en suelo almacenado en toda la red de sitios del Patrimonio Mundial (Cuadro 1).

Figura 6: Reservas de carbono totales en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO, por zona climática

Reserva forestal de carbono en el año 2000 en los sitios del Patrimonio Mundial de la UNESCO (miles de millones de toneladas (Gt) C)
Carbono total almacenado en los sitios: 13 Gt C



Fuente: Análisis (Cuadro 1) de Harris et al., 2021 en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Notas: Las reservas de carbono tropicales aéreas y subterráneas son hasta tal punto superiores a otras reservas que se han incluido unos cortes en la figura para que las reservas en otras zonas puedan observarse.

⁶⁰ En Pandey, 2012 el dato es de 10,5 Gt C (6,3 Gt C en biomasa y 4,1 Gt C en suelo) en 106 sitios. En Osipova et al., 2014 el dato es de 5,7 Gt C de biomasa de carbono forestal en 130 sitios en las regiones pantropicales.

Se calcula que los bosques de los sitios del Patrimonio Mundial albergaban unos 13 000 millones de carbono (Gt C) en su biomasa aérea (6,3 Gt C), biomasa de la raíz (1,7 Gt C) y en suelo (4,8 Gt C). El carbono almacenado en los bosques del Patrimonio Mundial supera el carbono de las reservas conocidas de petróleo de Kuwait⁶¹. Si todo este carbono se liberara a la atmósfera en forma de CO₂, constituiría una cantidad 1,3 veces superior a las emisiones mundiales anuales de CO₂ provenientes de los combustibles fósiles⁶². Los bosques de sitios tropicales contenían casi el 70% del total del carbono almacenado en la red del Patrimonio Mundial, con un 60% de la cobertura forestal (**Figura 6**). En todos los sitios, el carbono almacenado en la biomasa arbórea es dos tercios superior al almacenado en suelo, a pesar de que los sitios en bosques boreales almacenan su carbono principalmente en el suelo.

Como ocurre con los flujos de carbono, el almacenamiento de carbono se concentró en unos pocos sitios. Cinco grandes sitios tropicales almacenan entre ellos casi el 30% del carbono forestal de toda la red del Patrimonio Mundial (**Tabla 3**), mientras que los 12 sitios con las mayores reservas de carbono almacenan entre ellos más de la mitad del carbono. Todos estos sitios menos tres se encuentran en los trópicos, poniendo de relieve aún más la alta proporción de carbono forestal almacenado en los sitios tropicales del Patrimonio Mundial.

La densidad media del carbono de biomasa (tanto aérea como subterránea) en los bosques del Patrimonio Mundial es de 116 toneladas de carbono por hectárea, una cantidad similar a la contenida en 100 barriles de petróleo⁶³ y 24 toneladas de carbono por hectárea superior a la densidad media de carbono forestal a nivel mundial⁶⁴. Los sitios totalmente terrestres con la mayor densidad de carbono se encuentran en regiones templadas y tropicales (**Tabla 3**). La densidad media de carbono en suelo en los bosques del Patrimonio Mundial es de 69 toneladas de carbono por hectárea y los sitios totalmente terrestres con la mayor densidad de carbono en suelo son el Parque Nacional de Lorentz (Indonesia), Te Wahipounamu – Zona sudoccidental de Nueva Zelanda (Nueva Zelanda), la Zona de naturaleza salvaje de Tasmania (Australia), el Parque Nacional de Tongariro (Nueva Zelanda), y el Parque Nacional de los Montes Rwenzori (Uganda) (**Tabla 3**). Algunos sitios marinos y costeros también almacenan carbono (conocido como carbono azul) en densidades muy altas, en praderas submarinas, marismas y manglares (**Cuadro 2**).

⁶¹ 13 Gt C en bosques del Patrimonio Mundial frente a 12 Gt C en 102 000 millones de barriles de las reservas de petróleo crudo de Kuwait. La estimación de las reservas de petróleo crudo de Kuwait proviene de US EIA, 2021, y la estimación del carbono por barril de petróleo (0,118 t C/barril) proviene de US EPA, 2021.

⁶² 36,4 Gt CO₂ eq proveniente de los combustibles fósiles según el Global Carbon Project, 2021, frente a 47 Gt CO₂ (13 Gt C) almacenado en los sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial.

⁶³ A 0,118 toneladas de carbono por barril, datos de US EPA, 2021

⁶⁴ Harris et al., 2021.

Cuadro 2: Sitios marinos del Patrimonio Mundial de la UNESCO: reservas de carbono azul assets

A parte de los bosques, los ecosistemas costeros y marinos también desempeñan un importante papel en el secuestro de carbono capturando importantes cantidades de carbono azul. El “carbono azul” es carbono orgánico, proveniente principalmente de hojas de plantas, madera, raíces y animales en descomposición, capturado y almacenado por ecosistemas marinos y costeros. Los ecosistemas de carbono azul incluyen las praderas submarinas, las marismas y los manglares. Forman una estrecha franja que rodea las costas del planeta, son sumamente productivos y desempeñan importantes funciones ecológicas en el ciclo de los nutrientes y el carbono, como zonas de cría y hábitat para numerosas especies marinas y terrestres; protegen asimismo el litoral y sustentan los medios de vida y el bienestar de las comunidades locales. A pesar de representar menos del 1% de la superficie oceánica de todo el mundo, los 50 sitios inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO por su valor marino único y las zonas adyacentes para las que se dispone de datos abarcan al menos el 15% de las reservas mundiales de carbono azul. Se calcula que estos depósitos de carbono son de alrededor de 1,4 Gt C, y los cinco sitios con las mayores reservas de carbono azul son: la Gran Barrera de Coral (Australia) (502 Mt C), el Parque Nacional de Everglades (Estados Unidos de América) (400 Mt C), el Parque Nacional del Banco de Arguin (Mauritania) (110 Mt C), Los Sundarbans (Bangladesh) (110 Mt C) y el Parque Nacional de los Sundarbans (India) (60 Mt C)⁶⁵.

Tabla 3: Los principales cinco sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO clasificados por la medida de almacenamiento de carbono forestal

Puesto	Total carbono almacenado (millones de toneladas de carbono)	Densidad del almacenamiento de carbono de biomasa (toneladas de carbono por hectárea)	Densidad del almacenamiento de carbono en suelo (toneladas de carbono por hectárea)
1	Complejo de conservación de la Amazonia Central (Brasil) (1020)	Parque nacional y parques estatales de Redwood (Estados Unidos de América) (302)	Parque Nacional de Lorentz (Indonesia) (130)
2	Parque Nacional Salonga (República Democrática del Congo) (840)	Parque Nacional Olímpico (Estados Unidos de América) (280)	Te Wahipounamu – Zona sudoccidental de Nueva Zelanda (Nueva Zelanda) (130)
3	Patrimonio de los bosques lluviosos tropicales de Sumatra (Indonesia) (720)	Parque Nacional de Yosemite (Estados Unidos de América) (250)	Zona de naturaleza salvaje de Tasmania (Australia) (120)
4	Parque Nacional de Lorentz (Indonesia) (670)	Reserva de fauna de Okapis (República Democrática del Congo) (220)	Parque Nacional de Tongariro (Nueva Zelanda) (120)
5	Parque Nacional de Chiribiquete (Colombia) (570)	Sitio trinacional de la Sangha (Camerún, República Centroafricana, Congo) (220)	Parque Nacional de los Montes Rwenzori (Uganda) (110)

Fuente: Análisis (Cuadro 1) de Harris et al. 2021 en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO

Notas: Las listas incluyen únicamente los sitios que no son principalmente marinos, ya que la inclusión de sitios ricos en manglares muy productivos hubiera dominado la medición de la densidad del almacenamiento de carbono. El carbono azul en los sitios del Patrimonio Mundial se estudió más en detalle en UNESCO, 2021. La densidad total del almacenamiento de carbono y del almacenamiento de carbono de biomasa puede subestimarse debido a las limitaciones de los satélites para calcular densidades de carbono muy altas⁶⁶.

⁶⁵ UNESCO, 2021.

⁶⁶ Issa et al., 2020

Los sumideros y los depósitos de carbono se encuentran amenazados

Es alarmante que los sitios del Patrimonio Mundial, que incluyen algunos de los bosques mejor protegidos del mundo, hayan perdido 3,5 millones de hectáreas de bosque (en términos brutos la superficie perdida es superior a la superficie de Bélgica) desde el año 2000⁶⁷. Las emisiones han aumentado en los últimos 20 años (Figura 7), y se calcula que diez sitios fueron fuentes netas de carbono entre 2001 y 2020 (Tabla 4). Sin embargo, no son los únicos sitios con niveles de emisiones preocupantes. Otros sitios, a pesar de seguir siendo sumideros netos de carbono, han experimentado importantes aumentos o trayectorias claramente ascendentes en las emisiones que amenazan la fortaleza del sumidero en el futuro y la estabilidad de las reservas de carbono existentes. Como generalmente se presupone que los bosques del Patrimonio Mundial son sumideros netos de carbono con niveles de emisiones relativamente bajos y un almacenamiento de carbono estable gracias a la protección de que gozan, es importante comprender por qué algunos sitios emitieron más carbono que el que capturaron y otros experimentaron importantes aumentos o trayectorias claramente ascendentes en sus emisiones anuales.

Para comprender mejor estas dinámicas, los efectos de las principales amenazas a los sumideros y los depósitos de carbono de los sitios del Patrimonio Mundial se evaluaron utilizando información del proceso de seguimiento reactivo de la Convención del Patrimonio Mundial⁶⁸ y la Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN de 2020⁶⁹ (Cuadro 3). Estas dos fuentes de información revelan que las dos amenazas más generalizadas para los sitios del Patrimonio Mundial son el cambio climático y las inclemencias meteorológicas asociadas a este (por ejemplo incendios, tormentas, inundaciones, sequías, temperaturas extremas y modificación/alteración del hábitat) y las presiones sobre el uso de la tierra relacionadas con distintas actividades humanas como la tala ilegal, la extracción de madera y la expansión agrícola debido a la ganadería, el pastoreo del ganado o los cultivos. Estos tipos de presiones aparecen en alrededor del 60% de los sitios del Patrimonio Mundial según los datos. Los efectos de otras amenazas, como la presencia de especies invasoras, el turismo y los factores de gestión e institucionales no se han evaluado en este informe, ya que los datos sobre dichas amenazas provienen de estudios de campo o evaluaciones institucionales, que no se prestan al análisis utilizando los datos geoespaciales sobre los flujos de carbono aquí presentados. Los efectos de estas dos principales amenazas sobre las emisiones se evaluaron en los diez sitios que fueron fuentes netas de carbono (Tabla 4) y en sitios específicos en los que han sido detectadas por el proceso de seguimiento reactivo de la Convención del Patrimonio Mundial y la Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN de 2020.

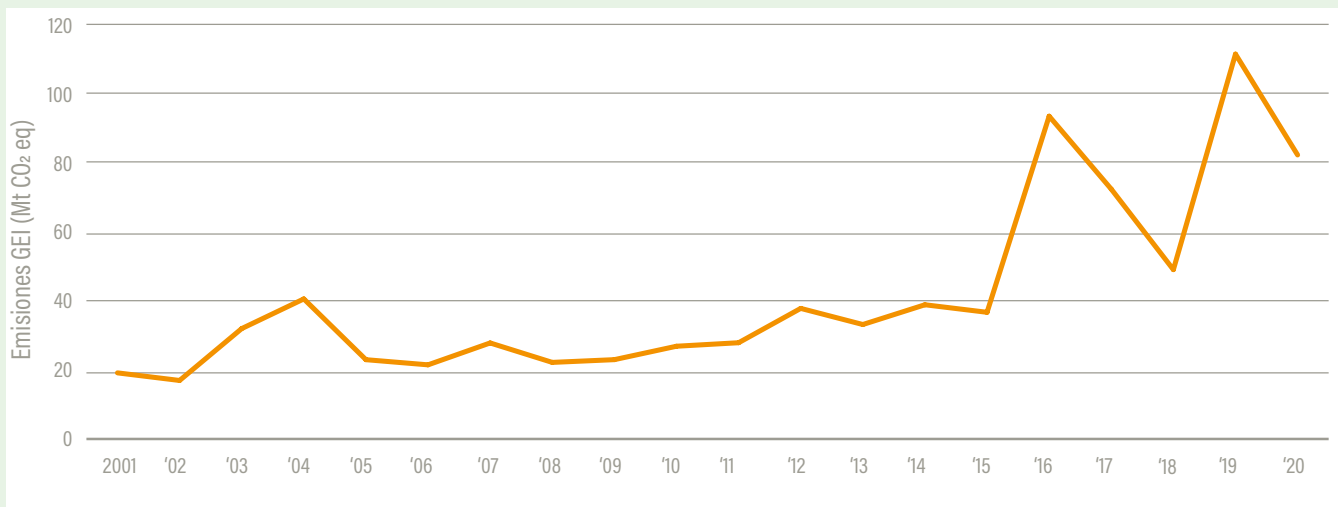
⁶⁷ Según Hansen et al., 2013.

⁶⁸ Sistema de información sobre el estado de conservación: <https://whc.unesco.org/en/soc/>.

⁶⁹ Osipova et al., 2020.

⁷⁰ <https://www.globalforestwatch.org/blog/data-and-research/tree-cover-loss-satellite-data-trend-analysis/>

Figura 7: Estimación de las emisiones anuales brutas de gases de efecto invernadero en los bosques de los sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO



Fuente: Análisis (Cuadro 1) de los datos de Harris et al. 2021 en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Notas: Los cambios en la metodología y las fuentes de datos entre 2011 y 2015 pueden dar lugar a estimaciones más altas para las emisiones en los últimos años en comparación con años anteriores. En conjunto, estos cambios pueden provocar una sobrestimación del aumento de las emisiones. Si desea más información sobre los cambios en la metodología, véase⁷⁰.

⁷⁰ <https://www.globalforestwatch.org/blog/data-and-research/tree-cover-loss-satellite-data-trend-analysis/>

Cuadro 3: Seguimiento del estado de conservación de los sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO

La Convención del Patrimonio Mundial tiene por objetivo proteger los lugares más valiosos del planeta, reconocidos por su valor universal excepcional. Para ello, ha desarrollado un mecanismo de seguimiento del estado de conservación de los sitios inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO: el proceso de seguimiento reactivo⁷¹. Este proceso consiste en informar sobre “el estado de conservación de determinados bienes del Patrimonio Mundial amenazados [...]” y facilita la detección de nuevos problemas de conservación que amenazan su valor universal excepcional tanto dentro de los límites del sitio como fuera de ellos. Cada año se preparan y se envían alrededor de 60 informes sobre los sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO más amenazados al Comité del Patrimonio Mundial, el órgano rector de la Convención del Patrimonio Mundial. Gracias a estos informes el Comité del Patrimonio Mundial puede evaluar las condiciones en los sitios y, eventualmente, decidir sobre la necesidad de adoptar medidas específicas para resolver problemas recurrentes⁷². Desde 1979, se han preparado más de 1 500 informes sobre el estado de conservación para más de 180 sitios naturales y mixtos, y siguen representando una de las fuentes de documentación más completas para rastrear problemas de conservación de cualquier convención internacional.

Para realizar el seguimiento de los sitios que no están incluidos en el proceso de seguimiento reactivo de la Convención del Patrimonio Mundial y para realizar una evaluación exhaustiva de todos los sitios naturales y mixtos al mismo tiempo, el Órgano Técnico Asesor de la Convención en temas de naturaleza (la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)) ha desarrollado la Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN⁷⁴. El proceso de seguimiento reactivo de la Convención del Patrimonio Mundial y la Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN utilizan una lista estándar de amenazas basada en la clasificación de amenazas de las Normas abiertas para la práctica de la conservación⁷⁵, una clasificación muy utilizada en el ámbito de la conservación de la naturaleza. Abarca más de diez amplias categorías de amenazas, cada una de ellas con subcategorías. Las cuatro categorías y las respectivas subcategorías de amenazas consideradas en este análisis fueron:

- el cambio climático y las inclemencias meteorológicas (con subcategorías como las tormentas, las inundaciones, las temperaturas extremas, las sequías, o la modificación/alteración del hábitat);
- la modificación natural del sistema (con subcategorías como los incendios o la extinción de incendios);
- la agricultura (con subcategorías como la ganadería, el pastoreo del ganado, los cultivos, la silvicultura/producción de madera);
- y el uso de recursos biológicos (con subcategorías como la tala de árboles/extracción de madera).

A pesar de que los incendios forman parte de los procesos ecológicos naturales en muchos bosques secos templados/tropicales y boreales, y a menudo son causados por la actividad humana⁷⁶, se consideran amenazas relacionadas con el clima en este análisis porque los incendios intensos que tienen efectos considerables en las emisiones tienen que ver a menudo con temperaturas extremas y sequías avivadas por el cambio climático⁷⁷. Además, las categorías correspondientes a la agricultura y al uso de los recursos biológicos se han combinado bajo el término más amplio de “presiones sobre el uso de la tierra” para reflejar el hecho de que otros usos de la tierra distintos de la agricultura pueden interferir en los sitios del Patrimonio Mundial.

⁷¹ Párrafo 169 de las Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial: <https://whc.unesco.org/archive/opguide08-es.pdf>.

⁷² Sistema de información sobre el estado de conservación: <https://whc.unesco.org/en/soc/>.

⁷³ Una de estas medidas podría ser la inscripción de un bien en la Lista del Patrimonio Mundial en Peligro.

⁷⁴ Osipova et al., 2020.

⁷⁵ <https://conservationstandards.org/library-item/threats-and-actions-taxonomies/>.

⁷⁶ McLauchlan et al., 2020.

⁷⁷ Pechony and Shindell, 2010.

Tabla 4: Sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO con bosques que fueron fuentes netas de gases de efecto invernadero en los últimos 20 años, clasificados por flujo neto.

Puesto	Sitio (País)	Emisiones netas (miles de toneladas de CO ₂ eq al año)	Emisiones (miles de toneladas de CO ₂ eq al año)	Eliminaciones (miles de toneladas de CO ₂ al año)	Amenaza(s)/factor(es) principales
1	Patrimonio de los bosques lluviosos tropicales de Sumatra (Indonesia)	3000	4200	1200	Tala/extracción de madera, cultivos
2	Reserva de biosfera de Río Plátano (Honduras)	1200	2600	1400	Tala/extracción de madera, ganadería/pastoreo del ganado, incendios/extinción de incendios
3	Parque Nacional de Yosemite (Estados Unidos de América)	700	990	300	Incendios/extinción de incendios
4	Parque Internacional de la Paz Waterton-Glacier (Canadá, Estados Unidos de América)	280	1000	750	Cambios en las temperaturas, incendios/extinción de incendios
5	Montes de Barberton Makhonjwa (Sudáfrica)	91	350	260	Cultivos, silvicultura/producción de madera, ganadería/pastoreo del ganado
6	Paque Jinabalu (Malasia)	85	99	14	Cultivos, terremoto en 2015*
7	Cuenca de Ubs Nuur (Federación de Rusia, Mongolia)	46	91	45	Ganadería/pastoreo del ganado, incendios/extinción de incendios
8	Parque Nacional del Gran Cañón (Estados Unidos de América)	36	85	50	Sequías
9	Región de las Montañas Azules (Australia)	30	3200	3100	Modificación/alteración del hábitat, sequías, temperaturas extremas, tormentas/inundaciones, incendios/extinción de incendios
10	Parque nacional de Morne Trois Pitons (Dominica)	9	32	22	Cambio climático e inclemencias meteorológicas (temperaturas extremas, tormentas/inundaciones, incluido el huracán María en 2017)

Fuente: Análisis (Cuadro 1) de Harris et al., 2021 en sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Las amenazas se han extraído directamente de las subcategorías estándares del proceso de seguimiento reactivo de la Convención del Patrimonio Mundial y la Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN de 2020.

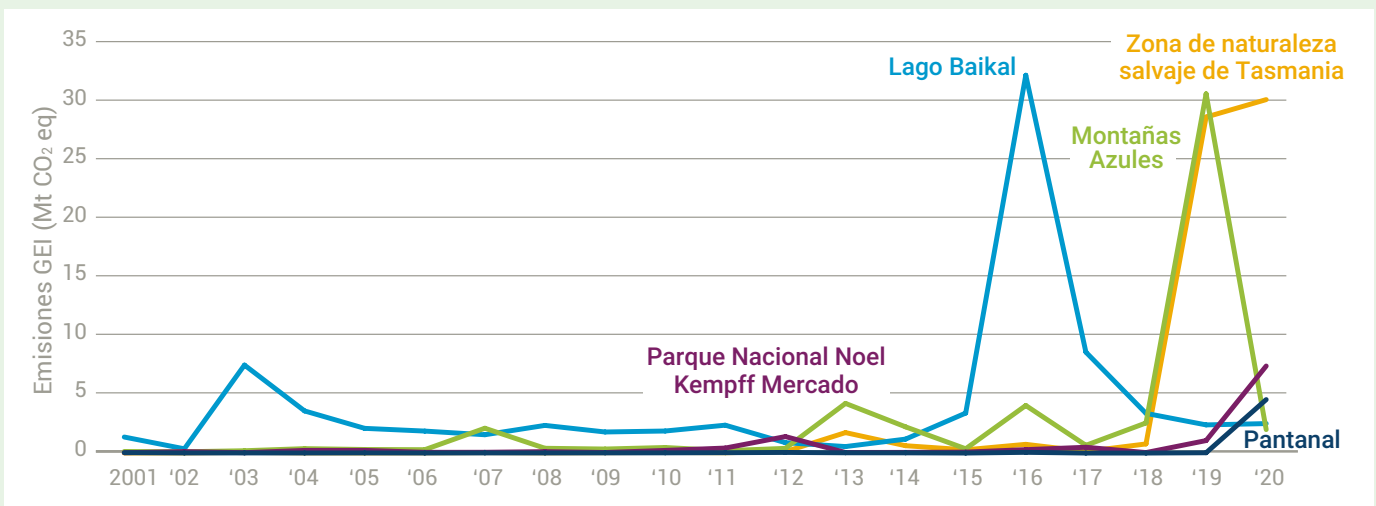
Nota: Los valores se redondean a dos dígitos, por lo que las emisiones netas pueden no equivaler exactamente a las emisiones menos las eliminaciones.

* El terremoto de 2015 provocó unos desprendimientos de tierras a gran escala que causaron la pérdida de más de 2 000 hectáreas de bosque.

2.1 Los incendios forestales sin precedentes provocados por el cambio climático hacen que las emisiones se disparen

Desde mediados del decenio de 2010, los incendios forestales intensos relacionados con las temperaturas extremas y las sequías^{78,79} han ocasionado un alto nivel de emisiones en algunos sitios. Los ejemplos más destacados son los incendios forestales que se produjeron en el Lago Baikal (Federación de Rusia) en 2016⁸⁰, y en la Zona de naturaleza salvaje de Tasmania⁸¹ y la Región de las Montañas Azules (Australia) en 2019 y 2020⁸². Cada uno de estos incendios forestales generó emisiones de gases de efecto invernadero por encima de los 30 Mt CO₂ eq en un solo año, por encima de las emisiones nacionales anuales provenientes de los combustibles fósiles de más de la mitad de los países del mundo (Figura 8)⁸³. Otros incendios recientes han quemado ecosistemas forestales tropicales en los que los incendios eran poco comunes históricamente, como en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado (Bolivia) en la cuenca amazónica.

Figura 8: Estimación de las emisiones anuales brutas de gases de efecto invernadero en los bosques de algunos sitios naturales y mixtos del Patrimonio Mundial de la UNESCO con importante presencia de incendios



Fuente: Análisis (Cuadro 1) de Harris et al., 2021 en algunos sitios del Patrimonio Mundial de la UNESCO. La selección de sitios con presencia de incendios se ha realizado basándose en el proceso de seguimiento reactivo de la Convención del Patrimonio Mundial y la Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN de 2020.

En algunos casos, los incendios forestales se originan fuera de los límites del sitio del Patrimonio Mundial, donde el control de incendios es más deficiente, en lugar de en el interior del sitio⁸⁴. Como consecuencia, las emisiones de los incendios dentro de los sitios del Patrimonio Mundial (según las estimaciones de este informe) representan probablemente una pequeña parte del total de las emisiones de los incendios en los paisajes forestales que han ardido.

⁷⁸ Safronov, 2020.

⁷⁹ van Oldenborgh et al., 2021.

⁸⁰ Sistema de información sobre el estado de conservación: <https://whc.unesco.org/en/soc/3618>.

⁸¹ Sistema de información sobre el estado de conservación: <https://whc.unesco.org/en/soc/4128>.

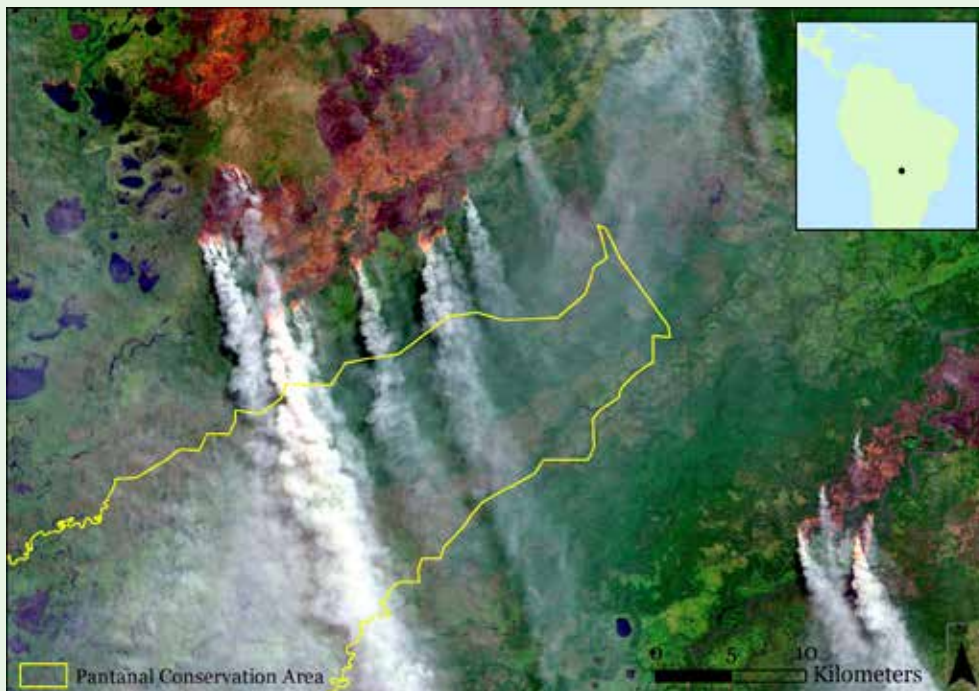
⁸² Sistema de información sobre el estado de conservación: <https://whc.unesco.org/en/soc/4174>.

⁸³ Utilizando las emisiones de 2018 según los datos de la CAIT en Climate Watch (www.climatewatchdata.org).

⁸⁴ Sistema de información sobre el estado de conservación: <https://whc.unesco.org/en/soc/4263>.

Por ejemplo, las emisiones provenientes de los incendios de 2020 que afectaron al sitio del Patrimonio Mundial de la Zona de conservación del Pantanal (Brasil) representan menos del 5% de las emisiones del bioma más amplio situado en la Reserva de Biosfera del Pantanal⁸⁵ (Figura 9, Cuadro 4).

Figura 9: Imagen de satélite en la que pueden verse incendios forestales cerca del sitio del Patrimonio Mundial de la Zona de conservación del Pantanal (Brasil) el 14 de agosto de 2020. A principios de octubre de 2020, los incendios forestales habían invadido una pequeña parte del sitio.



Fuente: Copernicus. Imágenes adquiridas por los satélites Copernicus Sentinel-2 el 14 de agosto de 2020.

Dado que el cambio climático genera condiciones más cálidas y secas que provocan una mayor intensidad de los incendios forestales y sequías más graves⁸⁶, la capacidad de algunos bosques para recuperarse plenamente de estos eventos puede dificultarse cada vez más, algo que puede verse exacerbado por prácticas de gestión de la tierra pasadas o actuales. La recuperación puede ser complicada incluso en zonas en las que los incendios forestales recurrentes constituyen una parte integral de las dinámicas del ecosistema debido a que los efectos del cambio climático provocado por el ser humano alteran estas dinámicas. Una mayor intensidad de los incendios forestales podría llevar a aumentos de emisiones a corto plazo y a una menor capacidad de secuestro a largo plazo, reduciendo así el almacenamiento global de carbono en sitios que no tienen un historial de incendios.

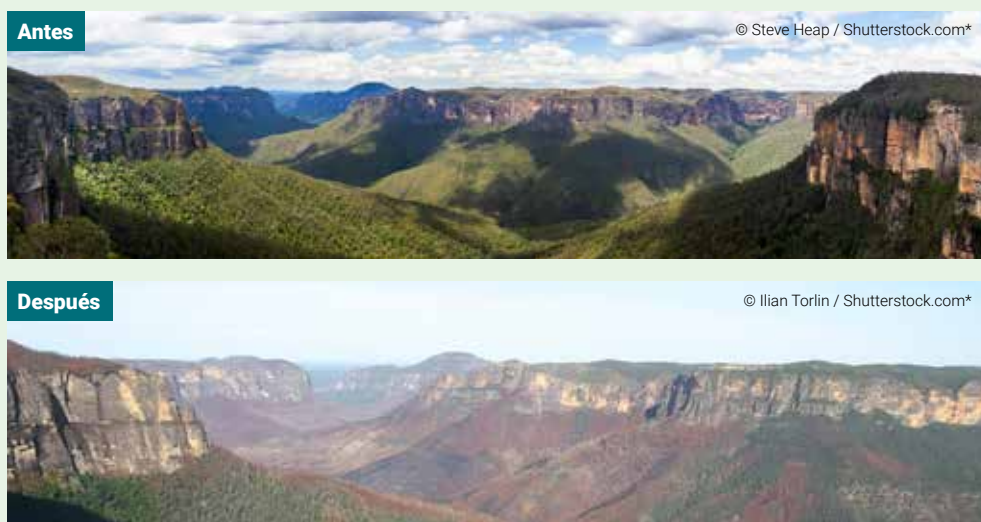
⁸⁵ El Pantanal es el mayor humedal tropical del mundo y se extiende principalmente por los estados brasileños del Mato Grosso do Sul y Mato Grosso, y por los territorios del Estado Plurinacional de Bolivia y Paraguay. En el año 2000, parte de esta ecorregión, la Zona de conservación del Pantanal, que representa el 1,3% del Pantanal brasileño, fue inscrita en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Ese mismo año, 26,4 millones de hectáreas fueron nombradas reserva de biosfera de la UNESCO.

⁸⁶ Seidl et al., 2017.

Algunos sitios, como la Región de las Montañas Azules (Australia), el Parque Nacional de Yosemite (Estados Unidos de América) y el Parque Internacional de la Paz Waterton-Glacier (Canadá/ Estados Unidos de América) han experimentado tal intensificación, frecuencia y alargamiento de las temporadas de incendios desde el año 2000 que se han convertido en fuentes netas de carbono (Tabla 4, Figura 10)⁸⁷.

Otros fenómenos relacionados con el clima, como las tormentas, también pueden causar una pérdida considerable de cubierta forestal, como por ejemplo en el Parque nacional de Morne Trois Pitons (Dominica) tras el huracán María en 2017. Mientras que los bosques allí se adaptan a los huracanes y se recuperan poco a poco con el paso del tiempo, la mayor frecuencia y gravedad de las tormentas puede reducir la capacidad de los bosques para almacenar permanentemente la misma cantidad de carbono que almacenaban cuando estas perturbaciones eran menos frecuentes y graves.

Figura 10: Vistas aéreas amplias del Valle Grose en el sitio del Patrimonio Mundial de la Región de las Montañas Azules (Australia) antes (arriba) y después (abajo) de grandes incendios forestales. Las zonas en marrón indican las zonas quemadas.



2.2 El incremento de las presiones de las actividades humanas sobre el uso de la tierra debilita los sumideros de carbono de los bosques

A pesar de su reconocimiento internacional y de la protección de que gozan a nivel nacional, las presiones sobre el uso de la tierra relacionadas con actividades específicas del ser humano (por ejemplo la tala ilegal, la extracción de madera y la expansión agrícola debido a la ganadería, el pastoreo del ganado y los cultivos) se dan en alrededor del 60% de los sitios del Patrimonio Mundial⁸⁸ (ejemplos mostrados en la Figura 11). La extracción de recursos está relacionada con actividades ilegales en la mayoría de los casos, y se está convirtiendo en una de las amenazas más predominantes para los sitios de África, Asia y el Pacífico y América Latina y el Caribe⁸⁹.

⁸⁷ van Oldenborgh et al., 2021.

⁸⁸ Basado en los datos del Sistema de información sobre el estado de conservación y la Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN de 2020.

⁸⁹ Osipova et al., 2020.

Figura 11: Las presiones humanas en el sitio del Patrimonio Mundial del Parque Nacional de Virunga (República Democrática del Congo): desmonte ilegal de tierras dentro del parque (izquierda) y tierras agrícolas en el borde del parque (derecha)



Sitios como la Reserva de biosfera de Río Plátano (Honduras), el Parque Nacional de Virunga (República Democrática del Congo) y el Patrimonio de los bosques lluviosos tropicales de Sumatra (Indonesia) han perdido respectivamente alrededor del 20%, el 10% y el 5% de su cobertura forestal desde el 2001⁹⁰. La extracción de biomasa forestal en estos sitios ha provocado un aumento de las emisiones desde 2001, debilitando los sumideros de carbono forestales que tendrían mayor fortaleza sin estas perturbaciones causadas por el ser humano (Figura 12). Las emisiones de gases de efecto invernadero en los sitios forestales, como el Patrimonio de los bosques lluviosos tropicales de Sumatra (Indonesia) y la Reserva de biosfera de Río Plátano (Honduras) han sido de tal envergadura que, durante los últimos 20 años, las emisiones han superado las eliminaciones y se han convertido en fuentes de carbono netas, con un promedio de emisiones netas de 3 Mt CO₂ eq al año y 1,2 Mt CO₂ eq al año, respectivamente. Una parte importante de estas emisiones puede deberse a la expansión de la producción de bienes agrícolas⁹¹.

Además de las presiones sobre el uso de la tierra que se dan dentro de los sitios del Patrimonio Mundial, las presiones externas también pueden afectar al carbono dentro de estos sitios. La pérdida y la fragmentación persistentes de diversidad biológica y de hábitats ecológicamente productivos debido al uso de la tierra en áreas adyacentes a algunos sitios del Patrimonio Mundial⁹² da lugar probablemente a emisiones que no se cuantifican en los datos en los que se basa este análisis. La fragmentación del paisaje puede alterar la conectividad ecológica, incluidos algunos procesos ecológicos esenciales y el movimiento sin trabas de las especies. La pérdida de conectividad provoca una irregularidad del paisaje, esto es, unas "islas" aisladas⁹³ que pueden experimentar un deterioro del ecosistema en forma de mortalidad de árboles y reducción de la resiliencia al cambio climático y las perturbaciones antropogénicas⁹⁴.

⁹⁰ Esta es una de las razones por las que estos sitios han sido inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial en Peligro.

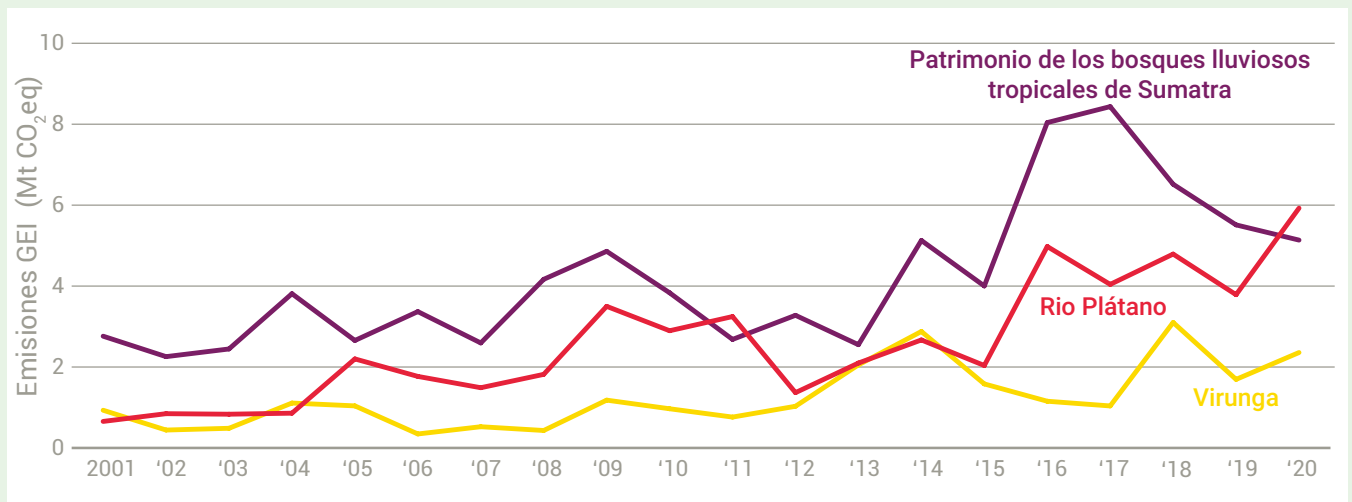
⁹¹ Analizado con Curtis et al., 2018.

⁹² Decisiones 44 COM 7B.97, 7B.99, 7B.105, 7B.114, 7B.174, 7B.188 del Comité del Patrimonio Mundial: <https://whc.unesco.org/en/decisions/>

⁹³ Hilty et al., 2020.

⁹⁴ Laurance et al., 2000.

Figura 12: Estimación anual de las emisiones de gases de efecto invernadero brutas de los bosques en algunos sitios naturales del Patrimonio Mundial de la UNESCO sometidos a presiones sobre el uso de la tierra



Fuente: Análisis (Cuadro 1) de Harris et al., 2021 en algunos sitios del Patrimonio Mundial de la UNESCO. La selección de sitios con presiones sobre el uso de la tierra se ha realizado basándose en la Perspectiva del Patrimonio Mundial de la UICN de 2020.

El resultado son emisiones persistentes^{95,96}. La pérdida de diversidad biológica y la defaunación como resultado de la caza furtiva también pueden tener repercusiones en el funcionamiento del ecosistema en su conjunto y la estabilidad de las reservas de carbono. Por ejemplo, la desaparición de elefantes del bosque, provocada por la caza furtiva⁹⁷, podría causar pérdidas económicas que se estiman en 43 000 millones de dólares estadounidenses, y una pérdida de hasta un 7% de las reservas de carbono de los bosques centroafricanos debido a que las especies arbóreas ricas en carbono se ven superadas por otras⁹⁸.

La gestión integrada de tierras y las zonas de amortiguación pueden proporcionar una capa de protección para los sitios e implicar a las partes interesadas locales en la planificación y las actividades económicas. Además, la buena gestión de las zonas de amortiguación también puede actuar como sumideros netos de carbono. Por ejemplo, la Reserva de fauna de Dja (Camerún), en la cuenca del río Congo en África, es un ejemplo de sitio sin zona de amortiguación que se ve amenazado por una reducción de la conectividad del paisaje⁹⁹. El desarrollo urbano, las actividades agrícolas y las carreteras intervienen entre el sitio del Patrimonio Mundial y las zonas protegidas más cercanas (Figura 13a). Si bien la zona inmediatamente adyacente sigue siendo un sumidero neto de carbono, las emisiones de los bosques inmediatamente fuera del sitio son considerables debido al desarrollo urbano y a las plantaciones de caucho, y algunos de estos cambios en el uso de la tierra podrían generar emisiones dentro del propio sitio.

⁹⁵ Brinck et al., 2017.

⁹⁶ Maxwell et al., 2019.

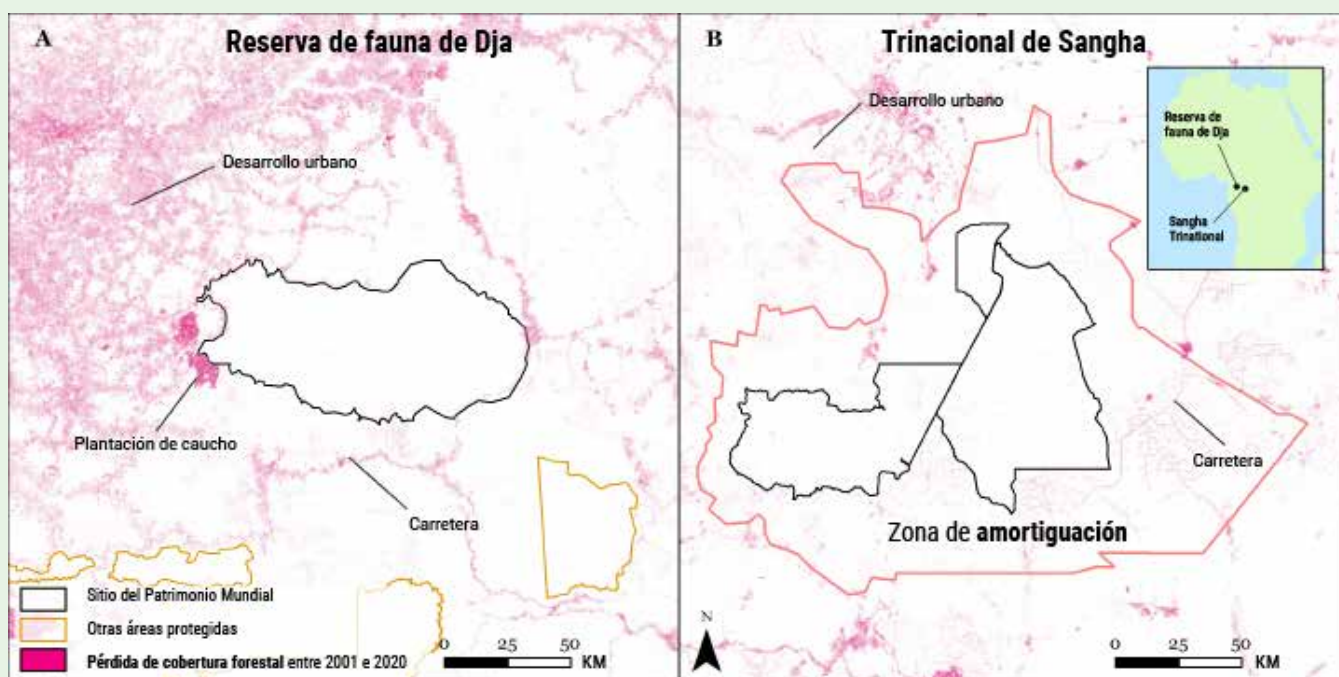
⁹⁷ Maisels et al., 2013.

⁹⁸ Berzaghi et al., 2019.

⁹⁹ Decisiones 43 COM 7B.29 and 44 COM 7B.173 del Comité del Patrimonio Mundial: <https://whc.unesco.org/en/decisions/>

Por otro lado, el sitio Trinacional de Sangha (0,75 millones de hectáreas de bosque en el Camerún, la República Centroafricana, y la República Democrática del Congo) está rodeado por una zona de amortiguación (1,8 millones de hectáreas de bosque) en la que se practica la tala sostenible, y el sumidero de carbono neto de la zona de amortiguación es más de dos veces mayor que el propio sitio del Patrimonio Mundial (4,6 Mt CO₂ eq al año frente a 2,1 Mt CO₂ eq al año, respectivamente) (Figura 13b).

Figura 13: La gestión de la zona de amortiguación puede reducir las presiones sobre los sitios. La pérdida de cobertura forestal alrededor de la Reserva de fauna de Dja (Camerún) (A), que no cuenta con una zona de amortiguación, ha sido considerablemente mayor que en el sitio trinacional de Sangha (Camerún, República Centroafricana y República del Congo) (B), que sí tiene una zona de amortiguación.



Fuente: Hansen et al., 2013. La pérdida de cobertura forestal y la extensión de la cobertura forestal en las zonas adyacentes a los sitios del Patrimonio Mundial y otras zonas protegidas, según datos del UNEP-WCMC and IUCN, 2021.

⁹⁹ Decisions 43 COM 7B.29 and 44 COM 7B.173 del Comité del Patrimonio Mundial: <https://whc.unesco.org/en/decisions/>

Vías de actuación para proteger los sumideros de carbono del Patrimonio Mundial

Si bien se constató que los bosques del Patrimonio Mundial en su conjunto constituyen importantes sumideros de carbono, los bosques de diez sitios del Patrimonio Mundial fueron fuentes netas de gases de efecto invernadero entre 2001 y 2020. Con la rapidez y la aceleración del cambio climático y las crecientes perturbaciones y presiones antropológicas, es probable que el almacenamiento, las emisiones y el secuestro de carbono en los bosques se vean afectados en cada vez más sitios en todo el mundo¹⁰⁰. Para proteger el valor universal excepcional, la integridad y la autenticidad de los sitios del Patrimonio Mundial de los efectos adversos del cambio climático y otras amenazas, se han desarrollado distintas políticas, estrategias y directrices institucionales que son pertinentes para la acción climática (véase la lista al final del informe).

De conformidad con estas políticas, estrategias y directrices, y teniendo en cuenta las dos principales amenazas para el carbono de los bosques expuestas en la sección anterior, en el presente informe se explican tres vías que podrían ayudar directamente a los bosques del Patrimonio Mundial a seguir siendo importantes depósitos y sumideros de carbono para generaciones futuras. Estas vías no constituyen una lista exhaustiva de las acciones de protección y lucha contra estas amenazas en los sitios del Patrimonio Mundial. Se centran más bien en acciones específicas para la preservación del carbono que ya se ha almacenado en los bosques del Patrimonio Mundial y facilitan que el carbono se siga eliminando de la atmósfera. La primera y la segunda vía tienen que ver con las dos principales amenazas presentadas en la sección anterior, mientras que la tercera vía abarca las dos primeras desde una perspectiva de política más amplia. A pesar de que las vías propuestas se centran en un subconjunto de presiones relacionadas con el clima y el uso de la tierra, la mejora de la gestión eficaz de todo el espectro de desafíos de gestión y amenazas medioambientales sigue siendo crucial.

3.1 Las respuestas rápidas y eficaces pueden contribuir a evitar la devastación provocada por fenómenos relacionados con el clima

Desde principios de los años 2000, las preocupaciones por los efectos del cambio climático en los sitios del Patrimonio Mundial se han señalado a la atención del Comité del Patrimonio Mundial, el órgano rector de la Convención del Patrimonio Mundial. Los sitios del Patrimonio Mundial se ven cada vez más afectados por fenómenos relacionados con el clima, como los incendios forestales y las tormentas, que pueden tener consecuencias devastadoras si no se abordan con celeridad y eficacia. Cuando se dan estos fenómenos, a menudo se pierden días valiosos organizando la intervención de emergencia debido a la falta de financiación y datos fiables, mientras que durante ese periodo de tiempo se pueden liberar importantes cantidades de emisiones (**Cuadro 4**). Algunos sitios del Patrimonio Mundial ya han tomado medidas para gestionar mejor los riesgos relacionados con el clima, adoptando planes de adaptación al cambio climático (por ejemplo en los Trópicos húmedos de Queensland¹⁰¹ (Australia) y en el Parque Nacional/Bosque natural del Monte Kenya¹⁰² (Kenya)), poniendo en práctica programas integrados de gestión de incendios (por ejemplo en las Zonas protegidas del Cerrado – Parques nacionales de Chapada dos Veadeiros y las Emas¹⁰³ (Brasil)), y apoyando las iniciativas de reducción del riesgo de desastres por medio de la protección de las zonas costeras y la regulación de las inundaciones (por ejemplo Los Sundarbans (Bangladesh) y el Parque Nacional de los Sundarbans (India)). Sin embargo, el número de sitios del Patrimonio Mundial con políticas, planes o procesos establecidos para la gestión o la reducción de riesgos relacionados con desastres sigue siendo bajo^{104,105}.

¹⁰⁰ Osipova et al., 2020.

¹⁰¹ <https://www.wettropics.gov.au/climate-adaptation-plan-for-the-wet-tropics-20202030>

¹⁰² <https://whc.unesco.org/document/133484>

¹⁰³ Schmidt et al., 2018.

¹⁰⁴ Osipova et al., 2020.

¹⁰⁵ <https://whc.unesco.org/en/review/74>

Cuadro 4: Apoyo a la respuesta rápida a los incendios forestales

Para responder rápidamente a las emergencias, la UNESCO puso en marcha el Fondo de Respuesta Rápida (RRF por sus siglas en inglés) en 2006 para canalizar las subvenciones de emergencia a los sitios del Patrimonio Mundial (o un sitio internacionalmente reconocido de alto valor en diversidad biológica) de países en desarrollo en los que no hay financiación inmediata alternativa¹⁰⁶. En 2019 y 2020, el RRF concedió subvenciones de emergencia para intensificar las labores de lucha contra incendios en el Parque Nacional del Monte Kenya (Kenya) y la Zona de conservación del Pantanal (Brasil), con lo que se logró controlar los incendios antes de que causaran daños irreversibles a estos sitios del Patrimonio Mundial.

Labores de lucha contra incendios en el Parque Nacional del Monte Kenya (Kenya) en 2019



© Mt Kenya Trust

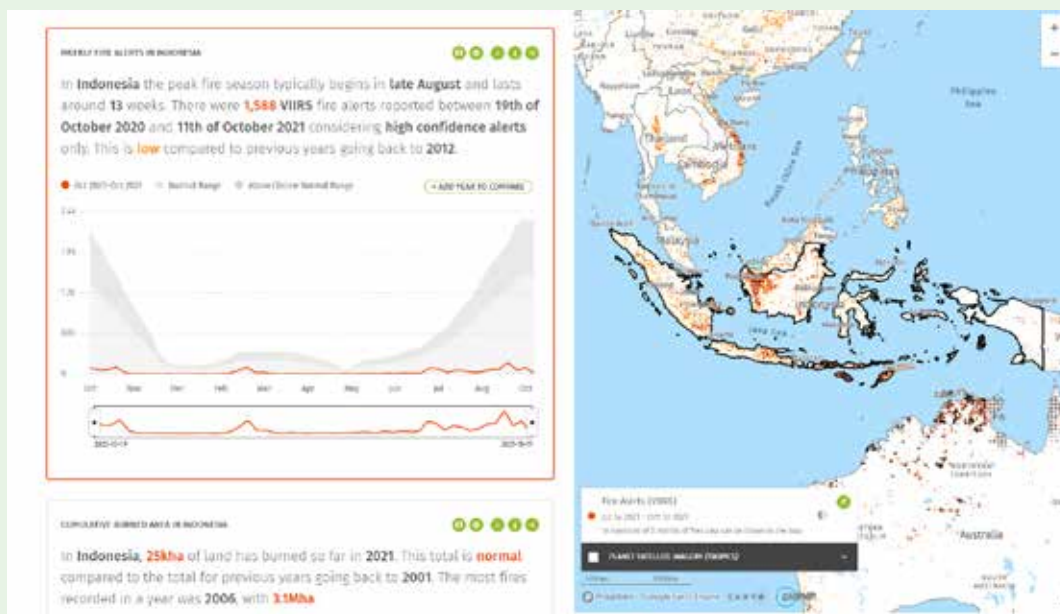
Labores de lucha contra incendios en la Zona de conservación del Pantanal (Brasil) en 2020



© Instituto Homem Pantaneiro

La extinción de los incendios en su origen antes de que se extiendan puede evitar la generación de grandes emisiones en sitios en los que históricamente no había habido. Utilizando herramientas en tiempo real como los datos de alerta contra incendios de Global Forest Watch¹⁰⁷ (GFW), organismos públicos de Indonesia han demostrado que es posible reducir el tiempo de respuesta a los incendios en un 80%, en este caso de 30 horas o más a entre dos y cuatro horas solamente¹⁰⁸.more down to just two to four hours¹⁰⁸.

Fuente: Plataforma virtual de Global Forest Watch (GFW)



¹⁰⁶ Fondo de Respuesta Rápida (RRF): <https://whc.unesco.org/en/rapidresponse/>

¹⁰⁷ Por ejemplo, <https://gfw.global/3AyMecP>

¹⁰⁸ Putraditama et al., 2014.

3.2 Apoyar los mecanismos que aprovechan al máximo la integridad y la conectividad de los bosques

Las zonas protegidas son un elemento básico de las estrategias de conservación de la naturaleza y de prevención de las alteraciones de los procesos ecológicos y sus beneficios asociados para las personas, incluida la regulación del clima. Sin embargo, muchas zonas protegidas, entre ellas sitios del Patrimonio Mundial, cada vez hacen frente a más problemas originados por presiones del ser humano sobre el uso de la tierra que se dan principalmente fuera de sus fronteras^{109,110}. Esto provoca que las zonas protegidas se vuelvan islas aisladas en paisajes alterados. Sin embargo, las dinámicas de los ecosistemas que constituyen el valor universal excepcional de muchos sitios del Patrimonio Mundial a menudo dependen de paisajes más extensos y grandes zonas interconectadas¹¹¹. La división de los bosques en fragmentos más pequeños puede contribuir con un 30% de las emisiones aproximadamente de la deforestación de bosques tropicales debido a la mayor mortalidad de los árboles en las lindes de nuevas secciones de bosque¹¹², y cabe esperar efectos similares en sitios del Patrimonio Mundial también. Mantener la conectividad ecológica es por lo tanto necesario para garantizar la preservación de la integridad de estos sitios, incluidas sus funciones de almacenamiento y secuestro de carbono. Se han promovido las iniciativas de gestión integrada del paisaje y creación de corredores ecológicos y zonas de amortiguación para hacer frente a estos desafíos, y la creación de zonas de amortiguación se recomienda específicamente en las directrices para la designación y la gestión de los sitios del Patrimonio Mundial¹¹³. Los sitios del Patrimonio Mundial también ofrecen una oportunidad para reconocer e implicar a los pueblos indígenas y las comunidades locales como administradores de bosques^{114,115}. Es el caso del sitio del Patrimonio Mundial de los Trópicos húmedos de Queensland (Australia), donde se creó un marco de gestión cooperativa entre los pueblos indígenas y las autoridades locales, reconociendo así públicamente los derechos de las comunidades a tener la propiedad de su tierra y gestionarla sosteniblemente¹¹⁶.

3.3 Integrar los sitios del Patrimonio Mundial en los programas climáticos, de diversidad biológica y de desarrollo sostenible

En el contexto actual de cambio climático mundial y crecientes presiones del ser humano^{117,118}, es necesaria una acción coordinada en los planos nacional e internacional. Incluir explícitamente a los sitios del Patrimonio Mundial en las políticas nacionales de los países puede contribuir a iniciativas internacionales, como los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), los planes de acción climática (por ejemplo las contribuciones determinadas a nivel nacional en el marco del Acuerdo de París), y las estrategias de diversidad biológica en virtud del marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020, ya que cuentan con el potencial inherente para servir de laboratorios vivos y poner en marcha procesos de políticas.

Por ejemplo, el programa de investigación desde principios de la década de 1980 en el Parque Nacional Lope en Gabón ha servido de base de muchas de las políticas nacionales de conservación y climáticas del país. La ejecución posterior de estas políticas hizo del Gabón el primer país de África en recibir los pagos basados en los resultados por reducir las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques en 2021¹¹⁹.

¹⁰⁹ Geldmann et al., 2019.

¹¹⁰ Osipova et al., 2020.

¹¹¹ Kormos et al., 2015

¹¹² Brinck et al., 2017.

¹¹³ Párrafo 103 de las Directrices

Prácticas para la aplicación de la

Convención del Patrimonio Mundial:

<https://whc.unesco.org/en/guidelines/>

¹¹⁴ Fa et al., 2020.

¹¹⁵ <https://whc.unesco.org/en/activities/496/>

¹¹⁶ <https://www.wettropics.gov.au/>

[involvement-in-world-heritage](https://www.wettropics.gov.au/involvement-in-world-heritage)

¹¹⁷ Venter et al., 2016.

¹¹⁸ Ward et al., 2020.

¹¹⁹ <https://www.un.org/africarenewal/magazine/july-2021/gabon-becomes-first-african-country-receive-payment-reducing-co2-emissions>

Conclusión

Al combinar los datos obtenidos por teledetección con un seguimiento en los sitios, en el presente informe se han cuantificado por primera vez los beneficios climáticos de los bosques del Patrimonio Mundial, evaluado los efectos en el carbono de las amenazas comunes a los bosques del Patrimonio Mundial, e identificado los sitios que son fuentes netas de carbono. Se proporciona por lo tanto información para facilitar los diálogos entre los encargados de la formulación de políticas y las partes interesadas locales en el desarrollo de políticas eficaces para proteger la función de los bosques del Patrimonio Mundial como sumideros y depósitos estables de carbono para generaciones futuras. El perfil alto, el alcance mundial y el poder de inspiración de los sitios del Patrimonio Mundial son los motivos que justifican la necesidad de actuar. Sin embargo, la falta de financiación sostenible se ha considerado el obstáculo más predominante para la protección y la gestión eficaces de los sitios¹²⁰. La ejecución exitosa de las vías presentadas anteriormente requiere por lo tanto la movilización de importantes partes interesadas (por ejemplo gobiernos, sociedad civil, pueblos indígenas, comunidades locales y el sector privado) para desarrollar la financiación sostenible y las inversiones y promover un intercambio de conocimientos interdisciplinario para la adopción de decisiones.

Los sitios del Patrimonio Mundial y otras zonas protegidas pueden servir como laboratorios vivos para el seguimiento de los cambios medioambientales. El análisis presentado en este informe debería ampliarse más allá de los sitios del Patrimonio Mundial y replicarse en otras redes de zonas protegidas, como los sitios designados por la UNESCO (por ejemplo las reservas de biosfera y la Red Mundial de Geoparques) y zonas internacionalmente reconocidas por su gran valor en diversidad biológica (por ejemplo Ramsar, zonas clave para la diversidad biológica) para concienciar en los planos internacional y local sobre el importante papel que pueden desempeñar las zonas protegidas en la adaptación al cambio climático, la mitigación de sus efectos y la conservación de la diversidad biológica.



Referencias

- Alexandrov, G.A. "Carbon stock growth in a forest stand: the power of age." 2007. *Carbon Balance Management* 2:4.
<https://cbmjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1750-0680-2-4>
- Baccini, A., S.J. Goetz, W.S. Walker, N.T. Laporte, M. Sun, et al. 2012. "Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps." *Nature Climate Change* 2: 182-185.
<https://www.nature.com/articles/nclimate1354>
- Baccini, A., W. Walker, L. Carvalhi, M. Farina, D. Sulla-Menashe, and R.A. Houghton. 2017. "Tropical forests are a net carbon source based on aboveground measurements of gain and loss." *Science* 358(6360): 230-234.
<https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aam5962>
- Barber, C.V., R. Petersen, V. Young, B. Mackey, C. Kormos. 2020. *The Nexus Report: Nature Based Solutions to the Biodiversity and Climate Crisis*. F20 Foundations, Campaign for Nature and SEE Foundation.
<https://www.foundations-20.org/wp-content/uploads/2020/11/The-Nexus-Report.pdf>
- Berzhagi, F., M. Longo, P. Ciais, S. Blake, F. Bretagnolle, S. Vieira, M. Scaranello, G. Scarascia-Mugnozza, C.E. Dougherty. "Carbon stocks in central African forests enhanced by elephant disturbance." *Nature Geoscience* 12: 725-729.
<https://www.nature.com/articles/s41561-019-0395-6>
- Blanco G., R. Gerlagh, S. Suh, J. Barrett, H.C. de Coninck, C.F. Diaz Morejon, R. Mathur, N. Nakicenovic, A. Ofori Ahenkora, J. Pan, H. Pathak, J. Rice, R. Richels, S.J. Smith, D.I. Stern, F.L. Toth, and P. Zhou, 2014: Drivers, Trends and Mitigation. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter5.pdf
- Brinck, K., R. Fischer, J. Groeneveld, S. Lehmann, M. Dantas de Paula, S. Putz, et al. 2017. "High resolution analysis of tropical forest fragmentation and its impacts on the global carbon cycle." *Nature Communications* 8: 14855.
<https://www.nature.com/articles/ncomms14855>
- Cook-Patton, S.C., S.M. Leavitt, D.A. Gibbs, N.L. Harris, K. Lister, K.J. Anderson-Teixeira, et al. 2020. "Mapping carbon accumulation potential from global natural forest regrowth." *Nature* 585: 545-550.
<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2686-x>
- Curtis, P., C.M. Slay, N.L. Harris, A. Tyukavina, M. Hansen. 2018. "Classifying drivers of global forest loss." *Science* 361(6407): 1108-1111.
<https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aau3445>
- De Lamo, X., M. Jung, P. Visconti, G. Schmidt-Traub, L. Miles, V. Kapos. 2020. "Strengthening synergies: how action to achieve post-2020 global biodiversity conservation targets can contribute to mitigating Climate change." UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
https://www.unep-wcmc.org/system/comfy/cms/files/files/000/001/823/original/Strengthening_Synergies.pdf
- Duque, A., M.A. Pena, F. Cuesta, S. Gonzalez-Caro, P. Kennedy, O.L. Phillips, et al. 2021. "Mature Andean forests as globally important carbon sinks and future carbon refuges." *Nature Communications* 12: 2138.
<https://www.nature.com/articles/s41467-021-22459-8>
- Fa, J.E., J.E.M. Watson, I. Leiper, P. Potapov, T.D. Evans, N.D. Burgess, et al. 2020. "Importance of Indigenous Peoples' lands for the conservation of Intact Forest Landscapes." *Frontiers in Ecology and the Environment* 18(3): 135-140.
<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fee.2148>
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2020. *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2020: Informe principal*. Roma.
<https://doi.org/10.4060/ca9825es>
- Geldmann, J., A. Manica, N.D. Burgess, L. Coad, A. Balmford. 2019. "A global-level assessment of the effectiveness of protected areas at resisting anthropogenic pressures." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116(46): 23209-23215.
<https://www.pnas.org/content/116/46/23209>

Global Carbon Project 2021. Atlas del Carbono Global. Consultado en septiembre de 2021.

<http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>

Goetz, S.J., B. Bond-Lamberty, B.E. Law, J.A. Hicke, C. Huang, R.A. Houghton, et al. 2012. "Observations and assessment of forest carbon dynamics following disturbance in North America." *Journal of Geophysical Research Biogeosciences*.

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2011JG001733>

Hansen, M.C., P.V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S.A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, et al. 2013. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342(6160): 850-853.

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1244693>

Hans-Otto, P., R.J. Scholes, J. Agard, E. Archer, A. Almut, X. Bai, et al. 2020. "Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change." IPBES and IPCC, DOI:10.5281/zenodo.4782538

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5101133>

Harris, N.L., D.A. Gibbs, A. Baccini, R.A. Birdsey, S. de Bruin, M. Farina, L. Fatoyinbo, M.C. Hansen, M. Herold, R.A. Houghton, P.V. Potapov, D. Requena Suarez, R.M. Roman-Cuesta, S.S. Saatchi, C.M. Slay, S.A. Turubanova, A. Tyukavina. 2021. "Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes." *Nature Climate Change* 11: 234-240.

<https://www.nature.com/articles/s41558-020-00976-6>

Heede, R., N. Oreskes. 2016. "Potential emissions of CO₂ and methane from proved reserves of fossil fuels: An alternative analysis." *Global Environmental Change* 36: 12-20.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378015300637>

Hengl, T., J. Mendes de Jesus, G.B.M. Heuvelink, M. Ruiperez Gonzalez, M. Kilibarda, A. Blagotic, et al. 2017. "SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning." *Plos One*

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169748>

Hilty, J., W.L. Worboys, A. Keeley, S. Woodley, B.J. Lausche, H. Locke, et al. 2020. Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos. Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas. No. 30. Gland, Suiza: UICN

<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.30.es>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Preparadas por el Programa de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Eggleston, H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, and K. Tanabe (eds). Published: IGES, Japan.

<https://www.ipcc.ch/report/2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2019. Resumen para responsables de políticas. En: El cambio climático y la tierra: un informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)].

<https://www.ipcc.ch/srccl/>

Issa, S., B. Dahy, T. Ksiksi, N. Saleous. 2020. "A review of terrestrial carbon assessment methods using geo-spatial technologies with emphasis on arid lands." *Remote Sensing* 12.

<https://www.mdpi.com/2072-4292/12/12/2008/pdf>

Janowiak, M., W.J. Connelly, K. Dante-Wood, G.M. Domke, C. Giardina, Z. Kayler, et al. 2017. "Considering forest and grassland carbon in land management." General Technical Report. WO-95. Washington, D.C.: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Servicio Forestal. 68 p.

<https://doi.org/10.2737/WO-GTR-95>

Kormos, C., T. Badman, T. Jaeger, B. Bertzky, R. van Merm, E. Osipova, Y. Shi, P.B. Larsen. 2017. World Heritage, Wilderness and Large Landscapes and Seascapes. Gland, Switzerland: IUCN.

<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.06.en>

Laurance, W.F., P. Delamonica, S.G. Laurance, H.L. Vasconcelos, T.E. Lovejoy. 2000. "Rainforest fragmentation kills big trees." *Nature* 404:836.

<https://www.nature.com/articles/35009032>

Malhi, Y., C. Girardin, D.B. Metcalfe, C.E. Dougherty, L.E.O.C. Aragao, S.W. Rifai, et al. 2021. "The Global Ecosystems Monitoring network: Monitoring ecosystem productivity and carbon cycling across the tropics." *Biological Conservation* 253: 108889.

<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108889>

Maisels, F., S. Strindberg, S. Blake, G. Wittemyer, J. Hart, E.A. Williamson, et al. 2013. "Devastating decline of forest elephants in Central Africa." *PLoS One*

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059469>

Maxwell, S., T. Evans, J.E. Watson, A. Morel, H. Grantham, A. Duncan, et al. 2019. "Degradation and forgone removals increase the carbon impact of intact forest loss by 626%." *Science Advances* 5(10).

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aax2546>

McLauchlan, K., P. Higuera, J. Miesel, B.M. Rogers, J. Schweitzer, J.K. Shuman, et al. 2020. "Fire as a fundamental ecological process: Research advances and frontiers" *Journal of Ecology* 108(5).

<https://doi.org/10.1111/1365-2745.13403>

NASA. 2011. "The Carbon Cycle." Consultado en septiembre de 2021.

<https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle>

Nesha, M.K., M. Herold, V. De Sy, A.E. Duchelle, C. Martius, A. Branthomme, et al. 2021. "An assessment of data sources, data quality and changes in national forest monitoring capacities in the Global Forest Resources Assessment 2005-2020." *Environmental Research Letters* 16(5).

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abd81b/meta>

Osipova, E., L. Wilson, R. Blaney, Y. Shi, M. Fancourt, M. Strubel, T. Salvaterra, C. Brown, B. Verschuuren. 2014. *The benefits of natural world heritage: Identifying and assessing ecosystem services and benefits provided by the world's most iconic natural places*. Gland, Switzerland: IUCN.

<https://portals.iucn.org/library/node/44901>

Osipova, E., M. Emslie-Smith, M. Osti, M. Murai, U. Åberg, P. Shadie. 2020. *IUCN World Heritage Outlook 3: A conservation assessment of all natural World Heritage sites*. Gland, Switzerland: IUCN.

<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.16.en>

Pan, Y., R.A. Birdsey, J. Fang, R.A. Houghton, P.E. Kauppi, W.A. Kurz, O.L. Phillips et al. 2013. "A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests." *Science* 333(6045): 988-993.

<https://science.sciencemag.org/content/333/6045/988.abstract>

Pandey, D. 2012. *Carbon stock of World Heritage Forest Sites*. París: Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

<http://whc.unesco.org/uploads/activities/documents/activity-43-12.pdf>

Pearson, T., S. Brown, L. Murray, and G. Sidman. 2017. "Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: an underestimated source." *Carbon Balance and Management* 12:3.

<https://cbmjournals.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13021-017-0072-2>

Pechony, O., D.T. Shindell. 2010. "Driving forces of global wildfires over the past millennium and the forthcoming century." *Actas de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos* 107(45): 18167-19170.

<https://www.pnas.org/content/107/45/19167>

Putraditama, A., S. Minnemeyer, J. Anderson, N. Sizer. 2014. "Fires spread across Indonesia as parliament approves haze treaty." Consultado en octubre de 2021.

<https://wri-indonesia.org/en/blog/fires-spread-across-indonesia-parliament-approves-haze-treaty/>

Qie, L., S.L. Lewis, M.J.P. Sullivan, G. Lopez-Gonzalez, G.C. Pickavance, T. Sunderland, et al. 2017. "Long-term carbon sink in Borneo's forests halted by drought and vulnerable to edge effects." *Nature Communications* 8: 1966.

<https://www.nature.com/articles/s41467-017-01997-0>

Safronov, A.N. 2020. "Effects of climatic warming and wildfires on recent vegetation changes in the Lake Baikal Basin." *Climate* 8(4): 57.

<https://www.mdpi.com/2225-1154/8/4/57>

Sato, I., P. Langer, F. Stolle. 2019. "Enhancing NDCs: Opportunities in the forest and land-use sector." Documento de trabajo. Washington, DC y Nueva York: Instituto de Recursos Mundiales y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

<https://www.wri.org/research/ndc-enhancement-opportunities-forest-and-land-use-sector>

Scullion, J.J., K.A. Vogt, B. Drahota, S. Winkler-Schor, M. Lyons. 2020. "Conserving the last great forests: A meta-analysis review of the drivers of intact forest loss and the strategies and policies to save them." *Frontiers in Forests and Global Change*

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2019.00062/full>

Schmidt, I., K. Moura, M. Ferreira, L. Eloy, A. Sampaio P. Dias, C. Berlinck. 2018. "Fire management in the Brazilian savanna: First steps and the way forward." *Journal of Applied Ecology* 55(5):2094-2101.

<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.13118>

Seidl, R., D. Thom, M. Kautz, D. Martin-Benito, M. Peltoniemi, G. Vacchiano, et al. 2017. "Forest disturbances under climate change." *Nature Climate Change* 7: 395-402.

<https://www.nature.com/articles/nclimate3303>

Spenceley, A., J.P. Schägner, B. Engels, C. Cullinane Thomas, M. Engelbauer, J. Erkkone, et al. 2021. "Visitors count! Guidance for protected areas on the economic analysis of visitation." UNESCO, París, Francia y Agencia Federal Alemana para la Conservación de la Naturaleza, Bonn, Alemania.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378568?posInSet=1&queryId=04dc875b-f9c1-4f60-9776-b77034373026>

UNEP-WCMC and IUCN. 2021. *Protected Planet: La Base de Datos Mundial sobre Zonas Protegidas*. En línea, agosto de 2021, Cambridge, Reino Unido.

www.protectedplanet.net

UNESCO. 2021. *UNESCO Marine World Heritage: Custodians of the globe's blue carbon assets*. Paris: UNESCO World Heritage Centre.

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375565_spa

U.S. Energy Information Administration (US EIA). 2021. "Petroleum and other liquids database." Consultado en octubre de 2021.

[https://www.eia.gov/international/data/world/petroleum-and-other-liquids/more-petroleum-and-other-liquids-data?pd=5&p=000000000000000000000008&u=0&f=A&v=mapbubble&a=-&i=none&vo=value&t=C&g=none&l=249-123&s=315532800000&e=1483228800000](https://www.eia.gov/international/data/world/petroleum-and-other-liquids/more-petroleum-and-other-liquids-data?pd=5&p=0000000000000000000008&u=0&f=A&v=mapbubble&a=-&i=none&vo=value&t=C&g=none&l=249-123&s=315532800000&e=1483228800000)

U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). 2018. "Greenhouse Gas Emissions from a Typical Passenger Vehicle." Consultado en septiembre de 2021.

<https://www.epa.gov/greenvehicles/greenhouse-gas-emissions-typical-passenger-vehicle>

U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). 2021. "Greenhouse Gases Equivalencies Calculator—Calculations and References." Consultado en octubre de 2021.

<https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>

van Oldenborgh, G.J., F. Krikken, S. Lewis, N.J. Leach, F. Lehner, K.R. Saunders, et al. 2021. "Attribution of the Australian bushfire risk to anthropogenic climate change." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 21(3): 941-960.

<https://nhess.copernicus.org/articles/21/941/2021/nhess-21-941-2021.html>

Venter, O., E.W. Sanderson, A. Magrath, S.R. Allan, J. Beher, K.R. Jones, et al. 2016. "Sixteen years of change in the global terrestrial footprint and implications for biodiversity conservation." *Nature Communications* 7: 12558.

<https://www.nature.com/articles/ncomms12558>

Ward, M., Saura, S., Williams, B. et al. 2020. "Just ten percent of the global terrestrial protected area network is structurally connected via intact land." *Nature Communications* 11:4563.

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-18457-x>

Williams, C.A., G.J. Collatz, J. Masek, S.N. Goward. 2012. "Carbon consequences of forest disturbance and recovery across the conterminous United States." *Global Biogeochemical Cycles* 26(1).

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2010GB003947>

Xu, L., S.S. Saatchi, Y. Yang, Y. Yu, J. Pongratz, A.A. Bloom, et al. 2021. "Changes in global terrestrial live biomass over the 21st century." *Science Advances* 7(27).

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abe9829>

Zhou, D., S.Q. Zhao, S. Liu, J. Oeding. "A meta-analysis on the impacts of partial cutting on forest structure and carbon storage." *Biogeosciences* 10: 3691-3703.

<https://bg.copernicus.org/preprints/10/C538/2013/bgd-10-C538-2013-supplement.pdf>

Políticas, estrategias y directrices pertinentes de la UNESCO sobre el Patrimonio Mundial y la acción climática

Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural (Convención del Patrimonio Mundial):

<https://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>

Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial:

<https://whc.unesco.org/archive/opguide08-es.pdf>

Sistema de información sobre el estado de conservación:

<https://whc.unesco.org/en/soc/>

Documento de política sobre acción climática para el Patrimonio Mundial:

<https://whc.unesco.org/en/climatechange/>

Adaptación al cambio climático en sitios naturales del patrimonio mundial: guía práctica:

<https://whc.unesco.org/fr/documents/138053>

Política para la integración de una perspectiva de desarrollo sostenible en los procesos de la Convención del Patrimonio Mundial:

<https://whc.unesco.org/en/sustainabledevelopment/>

Estrategia de reducción de los riesgos para los bienes del patrimonio mundial:

<https://whc.unesco.org/en/disaster-risk-reduction/>

Gestión del riesgo de desastres para el Patrimonio Mundial:

<https://whc.unesco.org/en/managing-disaster-risks/>

Gestión del Patrimonio Mundial Natural:

<https://whc.unesco.org/en/managing-natural-world-heritage/>



Bosques del Patrimonio Mundial

Sumideros de carbono bajo presión

El informe *Bosques del Patrimonio Mundial: Sumideros de carbono bajo presión* de la UNESCO, el Instituto de Recursos Mundiales y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) presenta la primera evaluación científica mundial de emisiones y secuestro de gases de efecto invernadero en los bosques de los sitios del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Los bosques del Patrimonio Mundial, cuya superficie total combinada de 69 millones de hectáreas equivale aproximadamente a dos veces la de Alemania, constituyen algunos de los hábitats más biológicamente diversos de la Tierra y desempeñan un papel crucial en la regulación del clima absorbiendo el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera. Sin embargo, estos bosques sufren cada vez más presiones antropogénicas, entre ellas el cambio climático.

Combinando datos obtenidos por teledetección con un seguimiento en los sitios, en este informe se han cuantificado por primera vez los beneficios climáticos de los bosques del Patrimonio Mundial, evaluado los efectos en el carbono de las amenazas comunes a los bosques del Patrimonio Mundial, e identificado los sitios que son fuentes netas de carbono. En el informe se proporciona así información para facilitar diálogos entre los encargados de la formulación de políticas y las partes interesadas locales para el desarrollo de soluciones eficaces dirigidas a mantener la función continua de los bosques del Patrimonio Mundial como sumideros y depósitos estables de carbono para las generaciones futuras.



unesco

Convención
del Patrimonio Mundial



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE



9 789233 001978