



El ambiente
es de todos

Minambiente



Fundación
Natura
COLOMBIA

Restauración ecológica

Principios y prácticas







MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Iván Duque Márquez
Presidente de la República

Carlos Eduardo Correa Escaf
Ministro de Ambiente y Desarrollo
Sostenible

Francisco Cruz Prada
Viceministro de Políticas y Normalización
Ambiental

Adriana Lucía Santa
Directora de Bosques Biodiversidad y
Servicios Ecosistémicos

Elaboración de textos
Universidad Distrital Francisco José de
Caldas
Andrés Avella Muñoz

Fundación Natura
Eliana Marcela Garzón Fierro
Paola Borita Giraldo

Ministerio de Ambiente y Desarrollo
Sostenible
María José Páez Díaz
Daniela Ordosgoitia

Revisores técnicos
Ministerio de Ambiente y Desarrollo
Sostenible
Alejandro Jiménez Neira
Sandy Arroyo Sánchez
María Fernanda Forero Mogollón

Fundación Natura
Nancy Vargas Tovar



FUNDACIÓN NATURA

Clara Ligia Solano
Directora ejecutiva

Nancy Vargas Tovar
Subdirectora técnica

Lorena Franco Vidal
Subdirectora técnica

Sandra Galán
Subdirectora técnica

Mauricio Rosas
Jefe financiero y contable

Andrea Gutiérrez de Piñeres
Jefe administrativa y de gestión humana

Eliana Garzón
Jefe de comunicaciones

Diseño
María Isabel López Reyes
Daniela Galindo Zuleta
Diseño y diagramación

Ricardo Andrés Escobar Cancelado
Juan Pablo Sanabria Ríos
Ilustradores

Ella Suárez Pérez
Editora, correctora de estilo

Impresión
La imprenta editores

Esta cartilla se elaboró bajo el convenio No. 843 de 2021, celebrado entre el Consorcio Fondo Colombia en Paz 2019, en su calidad de vocero y administrador del Patrimonio Autónomo Fondo Colombia en Paz y Fundación Natura.

© Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022
© Fundación Natura, 2022

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.

No comercializable - Distribución gratuita



Catalogación en la publicación: Grupo Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Restauración ecológica: Principios y prácticas / Avella Muñoz, Andrés; Garzón Fierro,
Eliana Marcela; Giraldo, Paola Borita; Páez Díaz, María José; Ordosgoitia, Daniela. ---
Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022. 120p.:il.

ISBN impreso: 978-958-5551-90-9
ISBN electrónico: 978-958-5551-91-6

Publicado en: www.minambiente.gov.co
<https://natura.org.co/>

1. restauración ecológica 2. reforestación 3. cobertura vegetal 4. revegetalización
5. viveros forestales I. Tit. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
II. Fundación Natura

CDD: 333.7

Cómo citar: Avella Muñoz, A., Garzón Fierro E. M., Páez Díaz, M. J., & Ordosgoitia, D.
(2022). *Restauración ecológica: Principios y prácticas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo
Sostenible de Colombia-Fundación Natura.

Restauración ecológica

Principios y prácticas

Contenido

Más árboles para Colombia, más vida para todos..... 8

Presentación 10

Introducción 12

Sección 1. Soluciones basadas en la naturaleza: la restauración como parte de la respuesta a la actual crisis ambiental y social 16

Sección 2. Aspectos técnicos y socioecológicos de la restauración..... 24

2.1. Enfoques de la restauración 25

2.1.1. Restauración ecológica 25

2.1.2. Restauración de paisajes 32

2.1.3. Restauración de ecosistemas 32

2.2. ¿Qué restaurar en Colombia y por qué es importante hacerlo? 36

2.3. Algunos efectos socioeconómicos de la restauración..... 45

2.4. ¿Cómo se hace la restauración?.... 45

2.4.1. Fase de planeación y diseño 48

2.4.2. Fase de implementación..... 52

2.4.3. Fase de monitoreo, documentación y evaluación..... 54

2.4.4. Mantenimiento posterior a implementación 56

2.4.5. Consolidación del proceso de restauración.....	58
---	----

Sección 3. Contexto país: el papel fundamental de la restauración en la agenda ambiental del país.....	62
---	-----------

Sección 4. Comunicar y educar para la restauración.....	68
--	-----------

4.1. Comunicar para la restauración.....	69
---	-----------

4.2. SAVIA: una estrategia de educación para la restauración	75
---	-----------

Sección 5. Restauración en la práctica: casos de estudio en ecosistemas colombianos.....	78
---	-----------

5.1. Vivero Puerto Concordia en el marco de la Sembratón 2021	81
---	----

5.2. Rol de las mujeres indígenas en la reactivación económica de la Amazonía .	85
---	----

5.3. Bosques de Vida: recuperación y conservación de bosques en ecosistemas estratégicos Arauca	89
---	----

5.4. MAPCO: manglares, pastos marinos y comunidades locales	93
---	----

5.5. Plan de restauración ecológica de bosque seco tropical de El Quimbo	97
--	----

5.6. Cerrejón: de la minería a la rehabilitación de tierras	101
---	-----

5.7. Sustracción de áreas protegidas regionales: acciones de restauración activa en bosque andino y páramo húmedo	105
---	-----

5.8. Fortalecimiento del corredor de conservación del Yaguarundi (<i>Puma yagouaroundi</i>)	109
---	-----

Bibliografía	112
---------------------------	------------





Todos tenemos que desempeñar un papel en la restauración de los ecosistemas: la belleza de la restauración es que transmite un mensaje de acción y esperanza, y puede suceder a cualquier escala, ya sea en un patio trasero, un parque urbano, el valle de un río, un bosque nacional o un ecosistema amenazado a nivel global. Esto significa que todos podemos participar.

United Nations Environment Programme
(2021)

Conexión del Caño Comino y la Ciénaga Pajaral. Lidera Junta de Acción Comunal El Cerrito.
El Banco, Magdalena.

Foto: Maura Alejandra C. Callejas - Fundación Natura

Más árboles para Colombia, más vida para todos

La riqueza natural de Colombia lo ubica como uno de los países más megadiversos del planeta, ya que su flora y su fauna, cuyas especies silvestres superan las 67.000, responden a la diversidad de ecosistemas presentes a lo largo de sus pisos térmicos: desde el nivel del mar hasta las nieves.

Dado este valioso capital natural, como Gobierno debemos estar a la altura de las estrategias y metas internacionales planteadas para la recuperación de los ecosistemas y sus especies, como es la declaración de la década de la restauración de los ecosistemas: 2021-2030, por la Asamblea General Naciones Unidas.

En respuesta a esto surge la iniciativa de WCS, WWF y otros organismos de plantar un trillón de árboles. Por ello, dando cumplimiento a los deberes constitucionales frente a la protección y conservación de

nuestra riqueza natural, desde hace varias décadas se ha trabajado en la restauración ecológica a partir de la construcción y el entendimiento del mismo concepto hasta la creación de rutas que permitan su aplicación con acciones tangibles en el territorio.

Una muestra de esto es el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas, el cual visibilizó las más de 24 millones de hectáreas transformadas en el territorio nacional por disturbios ambientales y antrópicos.

En consecuencia, en el Plan Nacional de Desarrollo del cuatrienio 2018-2022, se apostó por el establecimiento de 701.900 hectáreas de sistemas sostenibles de conservación, de las cuales 301.900

hectáreas son dedicadas a la restauración, incluyendo sistemas silvopastoriles y agroforestales.

De estas metas nace el compromiso adquirido por el presidente Iván Duque en el Foro Económico Mundial de Davos en 2020, de sembrar en el país 180 millones de árboles al 2022, con las especies correspondientes para cada ecosistema, que permitan mejorar los servicios ecosistémicos y recuperar la biodiversidad. Esta siembra, este gran proyecto ambiental de nuestra nación es una estrategia efectiva que rehabilita los suelos, recupera la cobertura vegetal, lo que a su vez propicia una restauración social y económica de los territorios.

Para lograr esta meta, conformamos un equipo de restauración nacional, con representantes de gobernaciones, alcaldías, autoridades ambientales, organizaciones no gubernamentales, la sociedad civil y toda la institucionalidad que hace parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA), por lo que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como líder de esta meta, ha hecho alianzas con 480 actores privados y públicos, que han reportado

a la fecha en la plataforma Contador de Árboles, mas de 143 millones de individuos plantados.

En cuanto a las acciones de restauración, también se incluyen los esfuerzos por generar capacidad técnica entre los actores locales, mediante guías metodológicas y protocolos que orienten este proceso y apoyen su efectividad.

Por ello se creó la alianza entre el Minambiente y la Fundación Natura, para que, con el conocimiento, experticia e idoneidad de esta elaborara esta cartilla, una guía que pueda ser puesta en práctica por la ciudadanía en general, brindar conceptos básicos, dar a conocer los últimos avances en la década de la restauración y resaltar las experiencias nacionales positivas que merezcan ser replicadas, enviando así un mensaje de sensibilización a través de la siembra de árboles.

Más árboles para Colombia, más vida para todos.

Carlos Eduardo Correa
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Presentación

Restauración es una palabra que hemos convertido en léxico de uso común y eso deja ver los avances que ha tenido el tema ambiental en la sociedad, así como la evidente necesidad de dar un giro en nuestra manera de relacionarnos con la naturaleza.

Sin embargo, es insuficiente entender que vivimos en un entorno de cambio y que la degradación de los sistemas ecológicos afectan día a día nuestra salud, seguridad, disponibilidad de alimentos, confort, cultura, economía; debemos interiorizar que hemos cruzado los umbrales de autoajuste de los sistemas ecológicos que sustentan la vida para restaurarse por sí mismos. Ya estamos en la época en que tenemos es que adaptarnos al cambio y hacer todos los esfuerzos para sobrevivir en un mundo desconocido.

Por ello, tener un enfoque de vida restaurativo se convierte en una necesidad imperante, urgente y vital para salvaguardar la vida que nos rodea y que nos permite vivir. Restaurar no se refiere a una manera de arreglar las cosas desechas, es mucho más complejo, porque nuestro hogar común llamado tierra es un conjunto de interrelaciones de la mayor complejidad que ni siquiera la ciencia ha logrado entender por completo, y mucho menos hemos sabido construir modelos para reconstruirla.

Así es como la restauración de los ecosistemas se convierte en una disciplina que lleva al límite el conocimiento generado sobre nuestro entorno (científico y de otros sistemas de conocimiento), que exige la mayor planeación y que incorpora el más refinado proceso de análisis sobre los cambios históricos de un lugar, hasta la interpretación muchas veces fantástica de lo que existía antes de ser

transformado, pasando por la exigencia de proyectar adonde queremos llegar.

Tampoco es una disciplina nueva. Son más de cuarenta años de desarrollos conceptuales, y también prácticos, en ecosistemas terrestres, marinos y de agua dulce, en bosques y praderas, en montañas y valles, en sistemas secos húmedos y muy húmedos. Pero, a pesar de los esfuerzos y de los avances, estamos lejos de cumplir el llamado a detener la pérdida de biodiversidad o de recuperar los beneficios que la naturaleza entrega segundo a segundo a la sociedad y las funciones únicas que hacen la vida más segura y feliz.

Por ello, la Organización de las Naciones Unidas promovió la Década de la Restauración para 2020-2030, impulsando los mayores esfuerzos políticos, de investigación científica y gestión del conocimiento y fuerza financiera para ampliar la ambición de restaurar masivamente millones de hectáreas de ecosistemas terrestres y acuáticos que son soporte para la vida actual y futura.

Esta cartilla hace un recorrido por los principales planteamientos de la restauración ecológica; recoge algunos de los esfuerzos públicos y privados que se han adelantado en Colombia, en los últimos años, para el cumplimiento de las metas del actual Gobierno y las planteadas en las agendas políticas al 2030; busca dar a conocer los principios planteados para esta década, así como la necesidad de impulsarlos con mayor prioridad, y reflexiona sobre los retos que tenemos que sortear para avanzar en ello.

Clara Solano
Directora ejecutiva
Fundación Natura

Introducción

La sociedad ha transformado tan rápido y extensivamente los ecosistemas en las últimas décadas que para 2022 ya hay una pérdida irreversible de

biodiversidad mundial y un riesgo de colapso. De ahí que la restauración ecológica, entendida como el proceso de ayudar a recuperar un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, se practique en todo el mundo, como respuesta directa a esta degradación y destrucción (Rice et al., 2018; Leclère et al., 2020; Montanarella et al., 2018; Sociedad para la Restauración Ecológica, 2004). Y, a la vez, se considera esencial en la búsqueda de la

sostenibilidad en el largo plazo de nuestro planeta (Aronson & Alexander, 2013; Chazdon et al., 2020).

Con esta restauración se generan beneficios directos económicos, sociales y ambientales que contribuyen, por un lado, a la recuperación del *capital natural*, del cual dependen los seres humanos (Aronson et al., 2007; Stanturf et al., 2014); por otro, al aumento de la resiliencia de los ecosistemas, que le permitan mitigar y adaptarse a los cambios globales y locales

Degradación

Impacto humano en los ecosistemas, que da como resultado la pérdida de biodiversidad y la simplificación o alteración de su composición, estructura y funcionamiento. Ello, en general, conduce a una reducción en el flujo de los servicios ecosistémicos.

Resiliencia del ecosistema

Es el grado, forma y ritmo de recuperación de las propiedades del ecosistema después de un disturbio antrópico o natural. En las comunidades de plantas y animales, esta propiedad depende totalmente de las adaptaciones de las especies individuales a los disturbios o las tensiones experimentadas durante la evolución de las especies.

mientras continúa proporcionando servicios ecosistémicos vitales (Lamb et al., 2011; Besseau et al., 2018; Chazdon et al., 2020).

Incluso en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (2015) para 2030, se hace un llamado explícito a la restauración de ecosistemas terrestres (ODS 15), marinos y costeros (ODS 14), además de que se reconoce el papel estratégico de la restauración en obtener un agua limpia y saneada (ODS 6) y la acción por el clima (ODS 13). Específicamente, el ODS 15 alude a la importancia de proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres; manejar sosteniblemente los bosques; combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y detener la pérdida de biodiversidad.

Desde 2014, Colombia viene participando en las iniciativas internacionales de restauración, como la Iniciativa 20×20 y el Reto de Bonn que, junto con el Plan Nacional de Restauración, la comprometieron en restaurar un millón de hectáreas para el año 2035 (Murcia et al., 2017). Entre tanto, el Plan

Nacional de Desarrollo “Pacto por Colombia pacto por la equidad” (2018-2022) se ha propuesto implementar la restauración de 301 900 ha a través de la siembra de 180 millones de árboles (Departamento Nacional de Planeación, 2019), en pro de mantener por debajo de 2°C el aumento de la temperatura global, para garantizar la seguridad alimentaria de una población que está en crecimiento y para reducir la velocidad de la tasa de extinción de algunas especies.

El Gobierno nacional presentó al país el Programa Respira, cuyo objetivo es que la gente se apropie de la riqueza natural del país, articulando la gestión integral del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales con estrategias de conservación a corto y mediano plazo, para revertir la deforestación y la pérdida de especies nativas de flora y fauna con un horizonte al año 2030. Específicamente, en el componente de restauración se busca plantar 500 millones de árboles y restaurar 1 000 000 hectáreas, fomentando principalmente el uso de plantas nativas promisorias y de especies en categoría de amenaza o con prioridad de conservación, para la recuperación de áreas degradadas y la

restauración de suelos (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2021).

Con esta cartilla, el MADS y la Fundación Natura buscan dar a conocer y actualizar a los interesados sobre los conceptos de la restauración ecológica, sus enfoques e importancia, y presentar algunas experiencias nacionales alrededor de la práctica de la restauración, así como diferentes estrategias, procesos y mecanismos que se han empleado para su desarrollo técnico, abordaje de la dimensión sociocultural y fomento de la participación de distintos actores. De esta manera, queremos:

- 1 Motivar a los diferentes actores locales y regionales, a instituciones gubernamentales, a comunidades locales, a organizaciones de base, a organizaciones no gubernamentales y a empresas privadas para impulsar, fortalecer y consolidar en sus territorios las iniciativas de restauración como parte de una estrategia de conservación y adaptación al cambio climático.**
- 2 Posicionar la restauración como una de las estrategias más importantes para enfrentar los procesos de deforestación y degradación del territorio nacional y como una solución basada en la naturaleza, que favorece la adaptación al cambio climático y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales.**



Esperamos que esta cartilla inspire a muchos a generar nuevas semillas de esperanza que ayuden a encontrar la senda de cambios culturales transformativos y regenerativos necesarios para garantizar nuestro futuro como individuos y como sociedad.



Sección I.

**Soluciones basadas
en la naturaleza:
la restauración
como parte de
la respuesta a
la actual crisis
ambiental y social**

A finales de la primera década del siglo XXI, surgió el término soluciones basadas en la naturaleza (SBN), que marcó un cambio de perspectiva sutil, pero importante, desde el punto de vista de las contribuciones o beneficios de la naturaleza a la sociedad: no solo las personas eran beneficiarias pasivas de los beneficios de la naturaleza, sino que también podrían proteger, gestionar o restaurar de forma proactiva los ecosistemas naturales como una contribución significativa y con un propósito para abordar los principales desafíos sociales. Las SBN son acciones para la protección, restauración y manejo sustentable de ecosistemas naturales y modificados de manera que aborden los desafíos sociales de manera eficaz y adaptativa (Cohen-Shacham et al., 2016).



Fuente: UICN (2020)



Fuente: Adaptado de UICN (2020)

De acuerdo con Cohen-Shacham et al. (2016), las SBN son esenciales para:

- La restauración y el manejo sostenible de humedales y ríos, a fin de mantener o aumentar las poblaciones de peces y los medios de vida basados en la pesca, de reducir el riesgo de inundaciones y de proporcionar beneficios recreativos y turísticos.
- La conservación de los bosques, porque con ello se mantienen la seguridad alimentaria y energética, los ingresos locales, la adaptación y mitigación del cambio climático y la biodiversidad.
- La restauración de los ecosistemas secos, para fortalecer la seguridad hídrica, los medios de vida locales y la resiliencia a los impactos del cambio climático.
- El desarrollo de infraestructura verde en entornos urbanos, y con ello mejorar la calidad del aire, apoyar el tratamiento de aguas residuales, reducir la escorrentía de aguas pluviales y

la contaminación del agua, así como mejorar la calidad de vida de los residentes.

- La utilización de infraestructura costera natural, como islas barrera, bosques de manglares y arrecifes de ostras, para proteger las costas y las comunidades de las inundaciones costeras y reducir los efectos del aumento del nivel del mar.
- Dentro de las SBN relacionadas con el enfoque de restauración, se consideran la restauración ecológica, la restauración de paisajes y, recientemente, la restauración de ecosistemas, conceptos que a continuación explicaremos.

Según el tipo de ecosistemas que se están gestionando, se han establecido las siguientes categorías:



Implica un mejor uso de los ecosistemas naturales o protegidos existentes (p. ej., medidas para aumentar las poblaciones de peces en un humedal protegido para reforzar la seguridad alimentaria).

01



Implica desarrollar protocolos y procedimientos de gestión sostenible para ecosistemas manejados o restaurados (p. ej., restablecer los sistemas agroforestales tradicionales basados en especies de árboles comerciales, para apoyar la mitigación de la pobreza).

02



Implica soluciones que envuelven la creación de nuevos ecosistemas (p. ej., establecimiento de edificios verdes, con muros verdes o techos verdes).

03



Relación entre la complejidad ecológica y la optimización de los servicios de los ecosistemas, por un lado, y el nivel de transformación de los ecosistemas, por otro. (Adaptado de Ballan, Eggermont y Le Roux (2014)).

Fuente: Adaptado de Ballan, Eggermont y Le Roux (2014)

Categorías y ejemplos de enfoques de soluciones basadas en la naturaleza

Enfoques de manejo basado en ecosistemas

Manejo integrado de recursos hídricos

Manejo integrado de zonas costeras

Enfoques de restauración de ecosistemas

Restauración ecológica

Ingeniería ecológica

Restauración de paisajes forestales

Enfoques relacionados con aspectos específicos

Servicios de adaptación climática

Reducción de riesgos y desastres basados en ecosistemas

Adaptación basada en ecosistemas

Mitigación basada en ecosistemas

Enfoques relacionados con infraestructura

Infraestructura natural

Infraestructura verde

Zona de restauración de bosque seco tropical. Área de compensación ambiental, Central Quimbo, Vereda Pedernal, El Agrado, Huila
Foto: Fundación Natura



Sección 2.

Aspectos técnicos y socioecológicos de la restauración

2.1. Enfoques de la restauración

A continuación, se sintetizan tres de los principales enfoques de la restauración: la ecológica, la de paisajes y la de ecosistemas.

2.1.1. Restauración ecológica

La restauración ecológica surge inicialmente como una práctica y, a finales del siglo XX se consolida como una disciplina de investigación con el surgimiento de la Society for Ecological Restoration (SER) y su revista *Restoration Ecology*, desde donde propusieron estándares y principios replicables.

Desde la restauración ecológica se han creado estrategias que facilitan la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, por medio del conocimiento científico como base para mejorar los procesos de gestión diseñados para tal fin (Gann et al., 2019).

Disturbio

Un significativo y, a menudo, irreversible cambio en las condiciones ambientales, población, tamaño, composición de la comunidad o la magnitud y dirección de un ecosistema. Puede ser inducido por causas naturales o por el hombre.



Objetivos de los proyectos de restauración (según académicos, Plan Nacional de Restauración y protocolos de diferentes instituciones):

Llevar el ecosistema degradado a una condición semejante o parecida a la de antes del disturbio (predisturbio).

Esta es la restauración ecológica propiamente dicha. El ecosistema final debe estar estable y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general, así como de la mayoría de sus bienes y servicios.

Llevar el sistema degradado a uno similar o no al predisturbio.

Esta es la rehabilitación ecológica. Igual que en el caso anterior, el sistema debe estar estable, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.

Recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social.

Esta es la recuperación ecológica. Generalmente, los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio.



Sin embargo, también abordan las dimensiones social, política, económica y ética; por tanto, los estudios de estas temáticas deben integrarse a los procesos de restauración (Gann et al., 2019; MADS, 2015; Vargas, 2007).

Los ocho principios que deben orientar el ejercicio de la restauración ecológica son (Gann et al., 2019):



01

Involucrar a las partes interesadas

Se fundamenta en mantener las relaciones sociales existentes en los territorios, para lograr una mejor integridad ecológica y generar oportunidades de bienestar humano. Las partes interesadas pueden hacer o deshacer un proyecto. Es reconocer las expectativas e intereses de las partes e involucrarlas directamente.



02

Restaurar basándose en diversos tipos de conocimiento

- a) **Ecológico local:** basado en el sitio, la tierra y los procesos que los seres humanos aplican
- b) **Ecológico tradicional:** transmitido de generación en generación
- c) **Científico:** proviene de la investigación básica y aplicada de un amplio espectro de disciplinas
- d) **De la práctica:** derivado de la experiencia en la reparación de ecosistemas y de la información de un espectro de disciplinas



03

Basarse en ecosistemas de referencia, pero sin excluir el cambio ambiental

Se establece un modelo que debe estar alimentado con información confiable, proveniente de diferentes fuentes teóricas, históricas y de sitios ambiental y ecológicamente similares al sitio donde se va a hacer la restauración, pero con menor degradación. El modelo debe considerar los cambios temporales y evitar la inmovilización de un ecosistema en un momento específico.



04

Apoyar los procesos de recuperación de los ecosistemas

Se generan acciones para que se restablezcan los procesos naturales del ecosistema, así como sus propias interacciones. Se recomienda aprovechar el potencial de recuperación natural con el que cuenta la vegetación remanente o relictual.



05

Evaluar en función de objetivos y metas claras con indicadores medibles

A partir de la caracterización del área y del modelo de referencia, conviene enmarcar los objetivos y las metas del proyecto, al igual que establecer indicadores que permitan visualizar el progreso de las acciones y la recuperación del ecosistema.



06

Priorizar el nivel más alto de recuperación posible

Si bien la recuperación de un ecosistema tiende a ser lenta, los objetivos de la restauración deben aspirar a la mayor recuperación posible.



07

Acumular valor al aplicar en grandes escalas.

Aun cuando la restauración ecológica puede obtener resultados positivos a cualquier escala, es posible que los impulsores de la degradación migren a zonas que no se están interviniendo, principalmente en los proyectos pequeños. Los programas de restauración en los cuales se alinean estratégicamente esfuerzos, financiadores y objetivos son una alternativa para minimizar esta problemática.

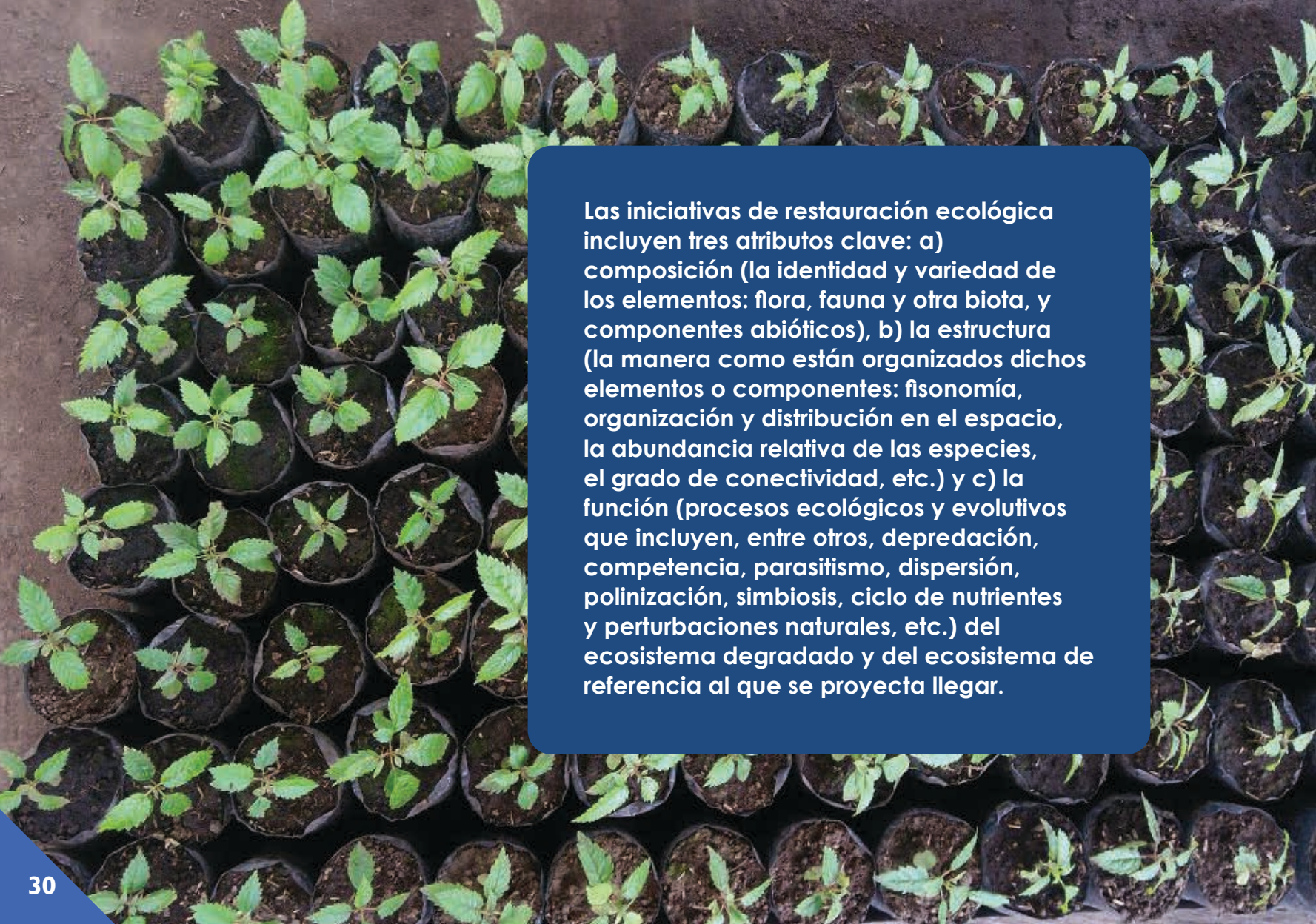


08

Ser parte de un continuo de actividades recuperativas

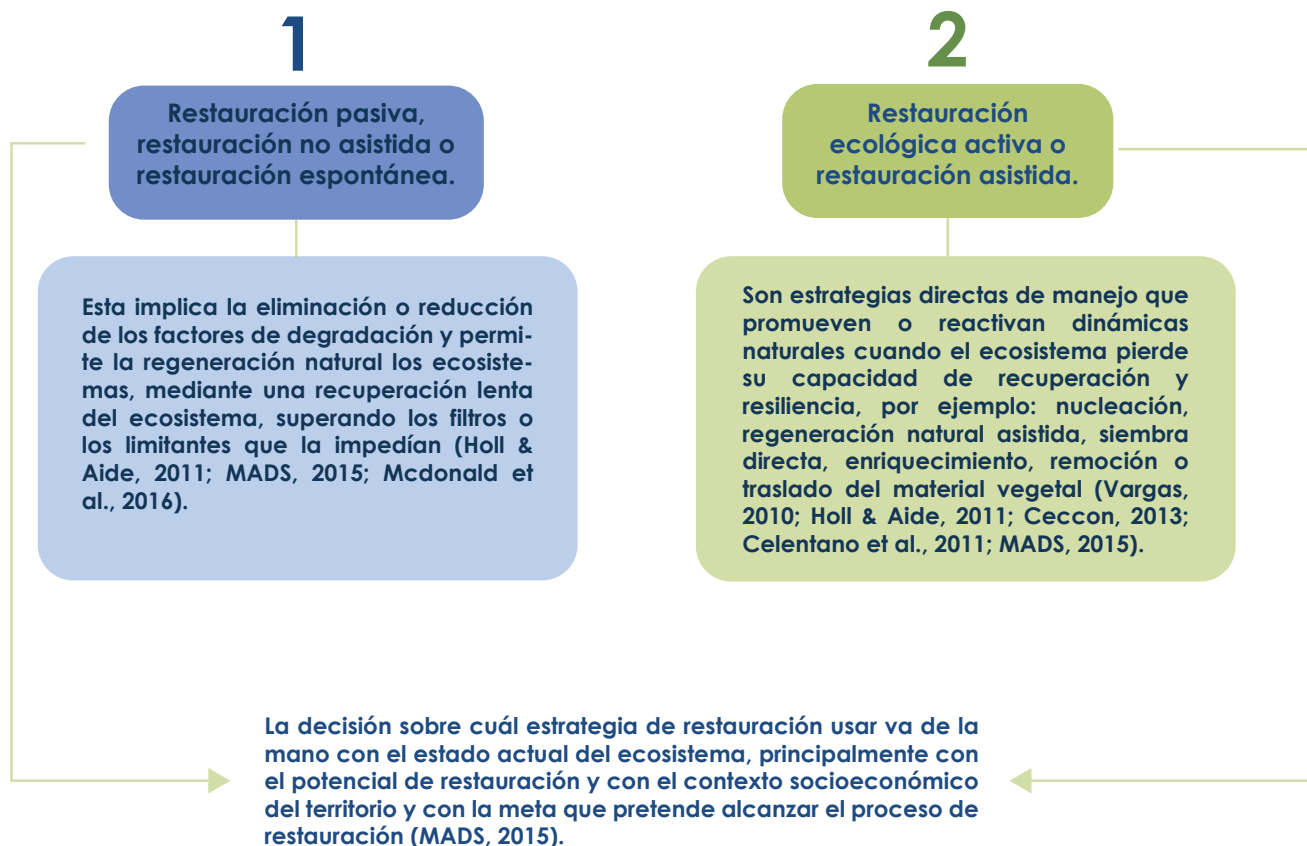
Son aquellas que apoyan la recuperación de atributos del ecosistema que se ha perdido o degradado. Pueden ser tanto directas como indirectas y hacen parte de un "continuo recuperativo". Hay cuatro categorías principales:

a) **impactos sociales reducidos** b) **remediación** c) **rehabilitación** d) **restauración ecológica**



Las iniciativas de restauración ecológica incluyen tres atributos clave: a) composición (la identidad y variedad de los elementos: flora, fauna y otra biota, y componentes abióticos), b) la estructura (la manera como están organizados dichos elementos o componentes: fisonomía, organización y distribución en el espacio, la abundancia relativa de las especies, el grado de conectividad, etc.) y c) la función (procesos ecológicos y evolutivos que incluyen, entre otros, depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes y perturbaciones naturales, etc.) del ecosistema degradado y del ecosistema de referencia al que se proyecta llegar.

Hay dos métodos de restauración ecológica:



2.1.2. Restauración de paisajes

Se ha identificado que la sucesión en los bosques tropicales no siempre sigue un proceso claro y unidireccional, como se asumía teóricamente (Finegan, 1996; Guariguata & Ostertag, 2001), sino que es posible encontrar una amplia variación en las trayectorias que puede tomar (Arroyo-Rodríguez et al., 2017). Por ejemplo, las estrategias de dispersión de las especies, la presencia y distancia de remanentes de bosque

que sean fuentes de semillas, la composición y abundancia de dispersores y las características de la matriz del paisaje donde están inmersos los bosques.

Además, el desarrollo de la sucesión y la regeneración natural se ven fuertemente

Sucesión

Es el proceso o patrón de remplazo o desarrollo de un ecosistema después de un disturbio. Es posible hablar de sucesión primaria (nulo o escaso legado biológico) o de sucesión secundaria (existencia de legado biológico postdisturbio).

influenciados por la historia de uso de la tierra y por otros aspectos socioeconómicos, como el precio y la tenencia de la tierra, la distancia a los centros urbanos y las políticas que incentivan actividades económicas como la agricultura.

Bajo este escenario, donde el principal mecanismo en que se basa la restauración depende de las dinámicas socioecológicas de la región, es fundamental considerar la denominada *restauración ecológica del paisaje*, cuyo objetivo es recuperar la funcionalidad ecológica, al tiempo que se busca mejorar el bienestar humano en paisajes deforestados o degradados. Así, la restauración de paisajes es un medio para recuperar, mejorar y mantener funciones ecológicas y sociales vitales, lo que a largo plazo lleva a la consolidación de paisajes más resilientes y sostenibles (Chazdon et al., 2020).

2.1.3. Restauración de ecosistemas

La Organización de las Naciones Unidas, en el marco de la Década de la Restauración, introdujo el concepto de *restauración de ecosistemas*,

definido como el proceso de detener y revertir la degradación de ecosistemas, lo que resulta en mejores servicios ecosistémicos y una biodiversidad recuperada.

La restauración de ecosistemas abarca un amplio continuo de prácticas que dependen de las condiciones locales y de las elecciones sociales (United Nations Environment Programme, 2021), y donde los ecosistemas restaurados pueden seguir diferentes trayectorias:

- De ecosistemas naturales degradados a ecosistemas naturales con mayor integridad ecológica (a menudo, ayudando a la regeneración natural).
- De ecosistemas degradados y modificados a ecosistemas modificados más funcionales (por ejemplo, restauración de áreas urbanas y tierras de cultivo).

- De ecosistemas modificados hacia ecosistemas más naturales, siempre que no se comprometan los derechos y necesidades de las personas que dependen de ese ecosistema.

De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la restauración de ecosistemas y la restauración ecológica tienden a usarse como sinónimos (Cohen-Shacham et al., 2016; Suding, 2011; Covington et al., 1998); sin embargo, en muchos casos la restauración

ecológica solo puede enfocarse en objetivos ambientales. En general, los enfoques de la restauración ecológica, la ingeniería ecológica y la restauración a escala de paisaje se han denominado *enfoques de restauración de ecosistemas*, y se reconocen como parte del grupo de las soluciones basadas en la naturaleza (SBN) (Cohen-Shacham et al., 2016).

Integridad ecológica

Capacidad de un ecosistema de apoyar y mantener su funcionamiento ecológico y biodiversidad característicos (es decir, la composición de especies y la estructura de la comunidad). Puede medirse como el grado en el que se mantiene una comunidad de organismos nativos.

En el marco de la Década de la Restauración se establecieron diez principios para la restauración de ecosistemas (United Nations Environment Programme, 2021):

1

Contribuye al alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de las metas de la Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, Brasil, 1992).

2

Promueve una gobernanza participativa e inclusiva, justicia social y equidad desde el comienzo y durante todo el proceso y en los resultados alcanzados.

3

Incluye un conjunto de actividades restaurativas.

4

Se enfoca en alcanzar el mayor grado de recuperación para la biodiversidad, la salud y la integridad ecosistémica y el bienestar humano.

5

Se centra en gestionar las causas directas e indirectas de la degradación de los ecosistemas.

6

Incorpora todos los tipos de conocimiento (científico, local y académico) y promueve su intercambio e integración a lo largo del proceso de restauración.

7

Se enmarca en objetivos y metas ecológicas, culturales y socioeconómicas claramente definidas.

8

Se adapta al contexto ecológico, cultural y socioeconómico local, considerando al mismo tiempo la escala de paisaje.

9

Incluye el monitoreo, la evaluación y el manejo adaptativo durante y más allá del ciclo de vida del proyecto o programa de restauración.

10

Cuenta con un marco de políticas y medidas que promueven su progreso a largo plazo y fomentan su fomento y escalamiento.

Manejo adaptativo

Un enfoque de la gestión que fomenta cambios periódicos en los objetivos de manejo y en los protocolos según sea necesario, en respuesta a los datos de seguimiento y otra información nueva.

2.2. ¿Qué restaurar en Colombia y por qué es importante hacerlo?

Colombia tiene un área total de 207040800 hectáreas (ha), un 55% continentales (114174800 ha) y un 45% marinas (92866000 ha), con cerca de 24 millones de hectáreas degradadas o destruidas, principalmente en las regiones Caribe y Andina (MADS, 2015).

La deforestación es una de las causas de la degradación de las coberturas naturales en el país, y, a su vez, causa subyacente de incendios forestales, producción insostenible, inadecuado uso del suelo, ganadería, minería a cielo abierto, construcción de obras de infraestructura, urbanización, establecimiento de cultivos ilícitos, producción agropecuaria, desarrollo urbano o introducción de especies invasoras (MADS, 2015). Así mismo, en el Plan de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas se identificó el cambio climático como uno de los motores de pérdida y

Cobertura natural

Capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre y comprende biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta áreas cubiertas por bosques naturales.

Reserva Biológica Cachalú. Encino y Charalá, Santander.
Foto: Fundación Natura





transformación de los ecosistemas. También se han incluido otras causas como la praderización para el acaparamiento de tierras, las malas prácticas de ganadería extensiva y la ampliación de la frontera agrícola en zonas no permitidas (González et al., 2018).

De ahí que la *Lista Roja de Ecosistemas* para Colombia, definida a partir de las directrices de la UICN (Keith et al., 2013; Etter et al., 2017), haya permitido priorizar, de los 81 ecosistemas nacionales, aquellos con mayor riesgo de colapso: 20 se encuentran en peligro crítico, 18 están en peligro, 15 presentan condiciones vulnerables y apenas 28 se ubican en la categoría de preocupación menor (Etter et al., 2017). Estas cifras son alarmantes, ya que en la categoría de mayor amenaza se encuentran el 46% de los ecosistemas del país, representados por los biomas de bosque seco tropical y desierto tropical, los ecosistemas secos intrazonales de los Andes, los ecosistemas húmedos y las áreas de bosque húmedo tropical. Y la preocupación aumenta cuando se comprende que es insuficiente la cobertura del Sistema Nacional de Áreas protegidas y que es escaso el conocimiento de los procesos ecológicos (Etter et al., 2017).

81 tipos de ecosistemas en el país



54 ecosistemas forestales



6 ecosistemas arbustivos



16 ecosistemas herbáceos, como sabanas y páramos



5 ecosistemas de humedal

20 ecosistemas en estado crítico

CR

16 ecosistemas en peligro

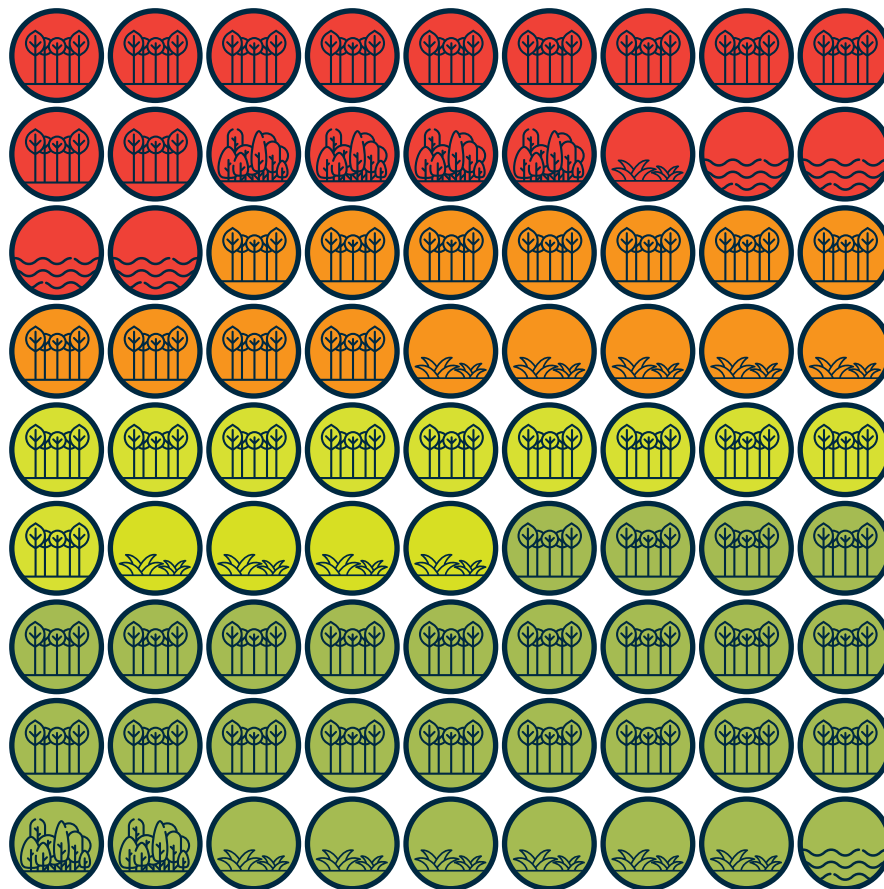
EN

14 ecosistemas vulnerables

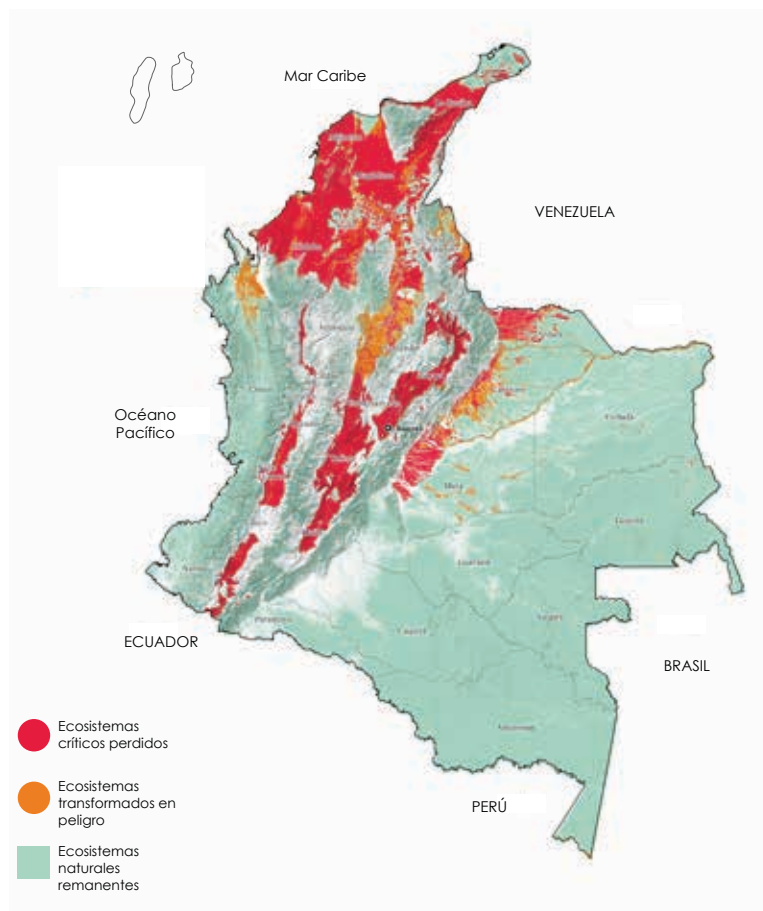
VU

31 ecosistemas sin preocupación

LC



Fuente: Adaptado de Etter et al. (2020a).



Áreas de ecosistemas CR y EN que desaparecieron por la transformación humana y que son potenciales objetos de restauración.

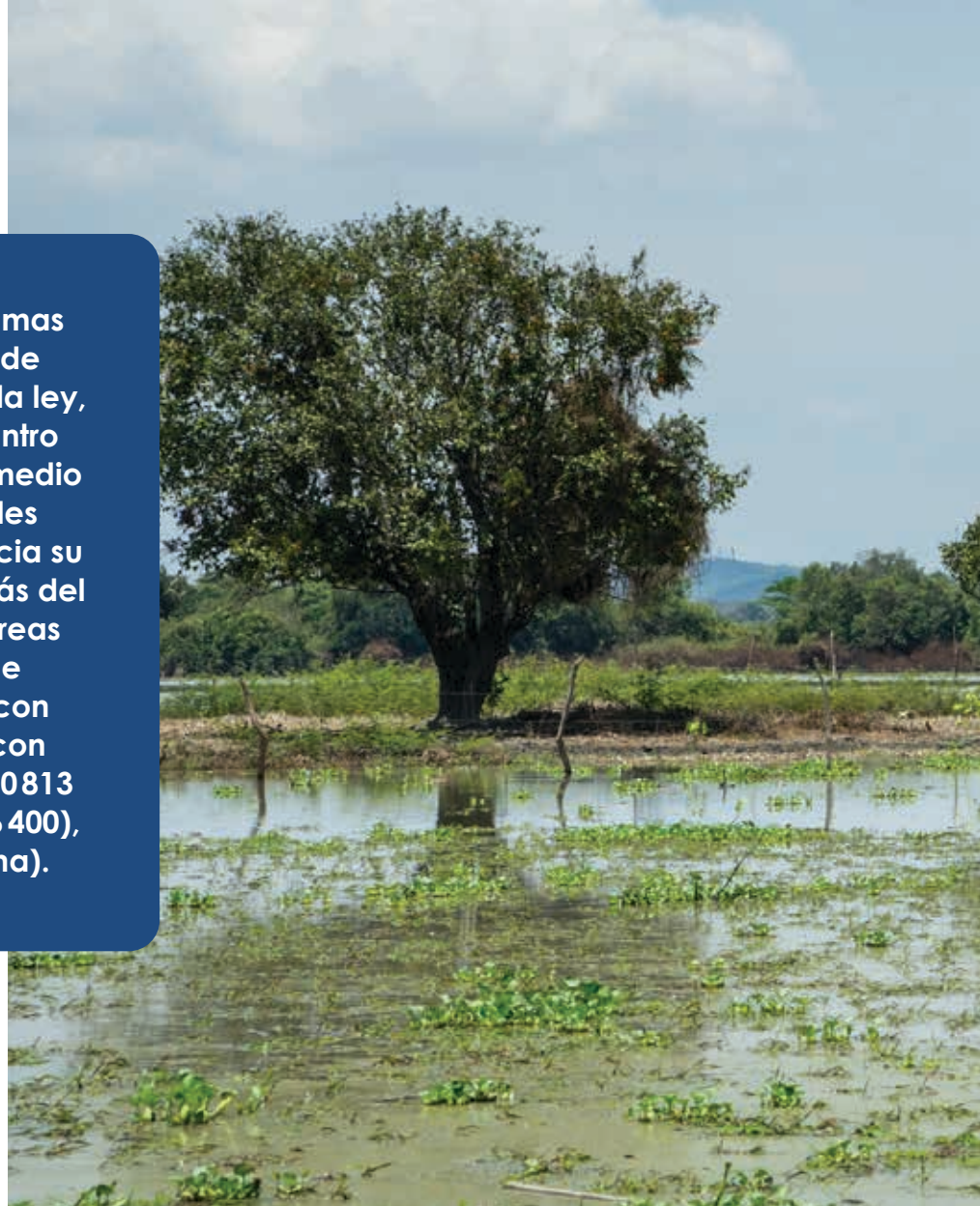
Fuente: Adaptado de Etter et al. (2020b, p. 56).

La Lista Roja de Ecosistemas ha fortalecido los esfuerzos de conservación que se realizan en el país, mediante la identificación de ecosistemas que por sus niveles de amenaza requieren acciones urgentes de gestión, manejo y monitoreo. Específicamente para la restauración ecológica, Etter et al. (2020a) sugieren que se debe priorizar la restauración en ecosistemas en estado crítico y que tengan baja productividad desde el punto de vista de generación de bienes y servicios (por ejemplo, áreas de ganadería improductivas y con baja generación de ingresos), que son aproximadamente más de seis millones de hectáreas y corresponden a los ecosistemas de bosques secos del Caribe, del Chicamocha, del Patía y del alto magdalena; los bosques húmedos en el piedemonte de los Llanos Orientales y los alrededores de la serranía de San Lucas el piedemonte.

Bienes y servicios ambientales

Contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano. Se conocen comúnmente como servicios de provisión, regulación, soporte y culturales.

Algunas corporaciones autónomas regionales (entes corporativos de carácter público, creados por la ley, encargados de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y de propender hacia su desarrollo sostenible) tienen más del 20% de su jurisdicción en las áreas identificadas como prioridad de restauración. Cortolima (23%, con 548 719 ha); Corpomag (20%, con 466 494 ha); CAM (25%, con 460 813 ha); Corpocesar (20%, con 456 400), y Cardique (37%, con 239 031 ha).





Adicionalmente, por esta pérdida de los ecosistemas, las personas dejan de recibir *servicios ecosistémicos* (SE), esto es, el valor social que se le da a la naturaleza. Por ello, los estudios en torno a los SE involucran la relación existente entre estos con el bienestar humano y con la calidad funcional de los ecosistemas (Ellis et al., 2019; Montes, 2007; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], s.f.)

Los SE están categorizados según la función principal que desempeñen (WWF, 2018). Así, hay servicios de aprovisionamiento, de regulación, de sostenimiento y culturales. Si bien se basan en la incorporación del valor social, los SE también aportan a los ecosistemas desde un enfoque biológico. Un ejemplo de esto lo da la categoría de *servicios de sostenimiento*, que incorpora el ciclo de nutrientes, la formación del suelo o el desarrollo de procesos fotosintéticos.

Restauración zona Bartolazo. Zona playón ciénaga de la Zapatosa. Asopebe.

Foto: Maura Alejandra C. Callejas - Fundación Natura

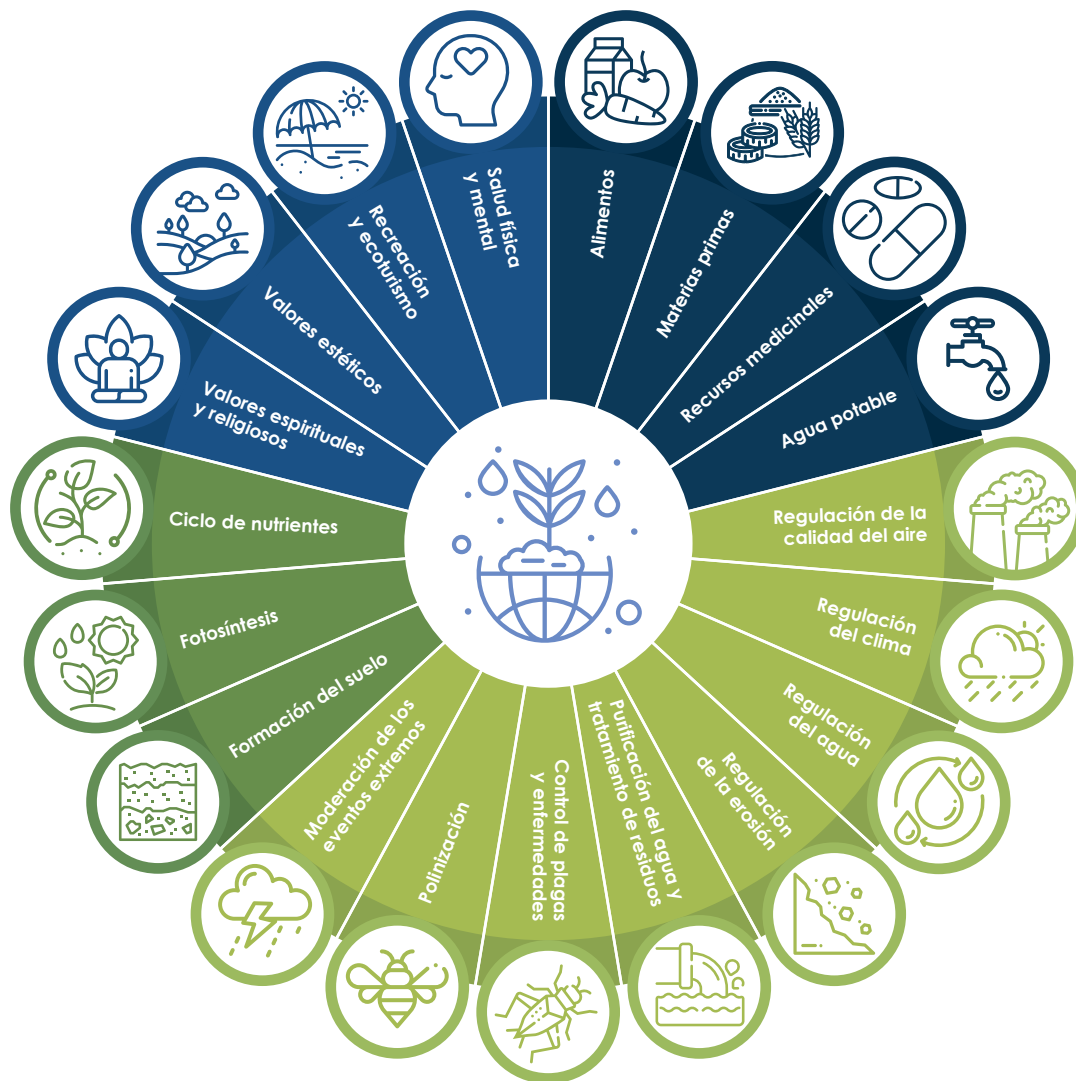
Servicios ecosistémicos

APROVISIONAMIENTO

REGULACIÓN

SOSTENIMIENTO

CULTURALES



Fuente: Adaptado de WWF (2018).

Al día de hoy, varias propuestas conceptuales han reconocido que los aportes de la naturaleza a los humanos son más diversos que los contenidos en los SE y que varían de acuerdo con el agente observador, es decir, que el lenguaje de referencia para entender la naturaleza y sus aportes cambia según el área evaluada (Álvarez et al., 2019; Díaz et al., 2018; Pascual et al., 2017).

Así, ha emergido el concepto de *contribuciones de la naturaleza a las personas* (NCP, por sus siglas en inglés). Entonces, mientras que la noción de SE incorpora una visión técnica y científica, el enfoque de NCP amplía la perspectiva conceptual e incorpora las formas de percepción y los valores reconocidos en la naturaleza tanto por las comunidades locales como por los pueblos indígenas (Baldauf, 2020; Díaz et al., 2018; Ellis et al., 2019; Pascual et al., 2017).

Adicionalmente, se han integrado las formas de expresión propias de cada territorio con contextos

sociales, económicos y ambientales mucho más específicos que cuando solo se considera la visión de SE (Álvarez et al., 2019). Así es como los análisis cuyo enfoque se basan en NCP añaden un mayor espectro de visiones para las dinámicas de manejo y gobernanza de los territorios (Brauman et al., 2020; Díaz et al., 2015). Y esto es importante cuando se investiga en escenarios de alta complejidad y con una amplia variedad de contextos socioeconómicos y ambientales, como es el caso de Colombia (Rice et al., 2018).

En síntesis, como los SE y las NCP son vitales para el desarrollo humano y para la integridad ecológica de los ecosistemas, son más relevantes aquellas iniciativas que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las personas y que mantienen vigentes el funcionamiento y los aportes que producen los ecosistemas (Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas et al., 2021).

Ecosistema

Ensamblaje de componentes bióticos y abióticos en cuerpos de agua o en tierra, en el que los componentes interactúan para formar redes tróficas complejas, ciclos de nutrientes y flujos de energía. En restauración, el término *ecosistema* se utiliza para describir un ensamblaje ecológico de cualquier tamaño o escala.



Figura. Contribuciones de la naturaleza y los ecosistemas al bienestar humano y a las personas
Fuente: Adaptado de Ryu et al. (2020).

2.3. Algunos efectos socioeconómicos de la restauración

Se han identificado algunos efectos socioeconómicos de los proyectos de restauración:

- La creación de empleo en las zonas de intervención. Sin embargo, la vinculación es difícil y se relaciona con la lentitud en los procesos de negociación y de sensibilización, además de la inestabilidad en la vinculación de productores y propietarios, junto con la ausencia de trabajadores calificados (Chazdon et al., 2020; Santiago et al., 2016).
- La creación de estrategias de pagos por servicios ambientales o el uso de bienes o servicios derivados del proceso de restauración. En el corto plazo esto puede ocasionar incrementos en la competencia por uso del suelo, pero se resuelve incrementando la productividad de los espacios. Entre tanto, la provisión de servicios ambientales y de bienestar social cambia tanto positiva como negativamente según la

escala de tiempo usada para analizar, como es el caso del uso inadecuado de especies, al no considerar el potencial efecto invasor o la reducción de la escorrentía durante el inicio de procesos de restauración a gran escala (Santiago et al., 2016).

- El empoderamiento de los actores locales y el fortalecimiento de su gobernanza. Sin embargo, la dinámica de los procesos suele ser jerárquica y poco participativa, por lo que se deben buscar mecanismos que fortalezcan la gobernanza a gran escala, crear vínculos más fuertes entre los actores interesados y generar investigación que considere indicadores socioeconómicos (Garibello et al., 2021; Santiago et al., 2016).

2.4. ¿Cómo se hace la restauración?

Los ejercicios de restauración ecológica se abordan como un proceso, mediante una metodología de acción clara, con objetivos, metas y diseño de acciones articuladas lógicamente en un tiempo y

escalas adecuados. Desde esta visión, la SER propone cuatro etapas que deberían incorporarse en los proyectos (Gann et al., 2019):

1 La de planeación y diseño.

2 La de implementación.

3 La de monitoreo, documentación y evaluación.

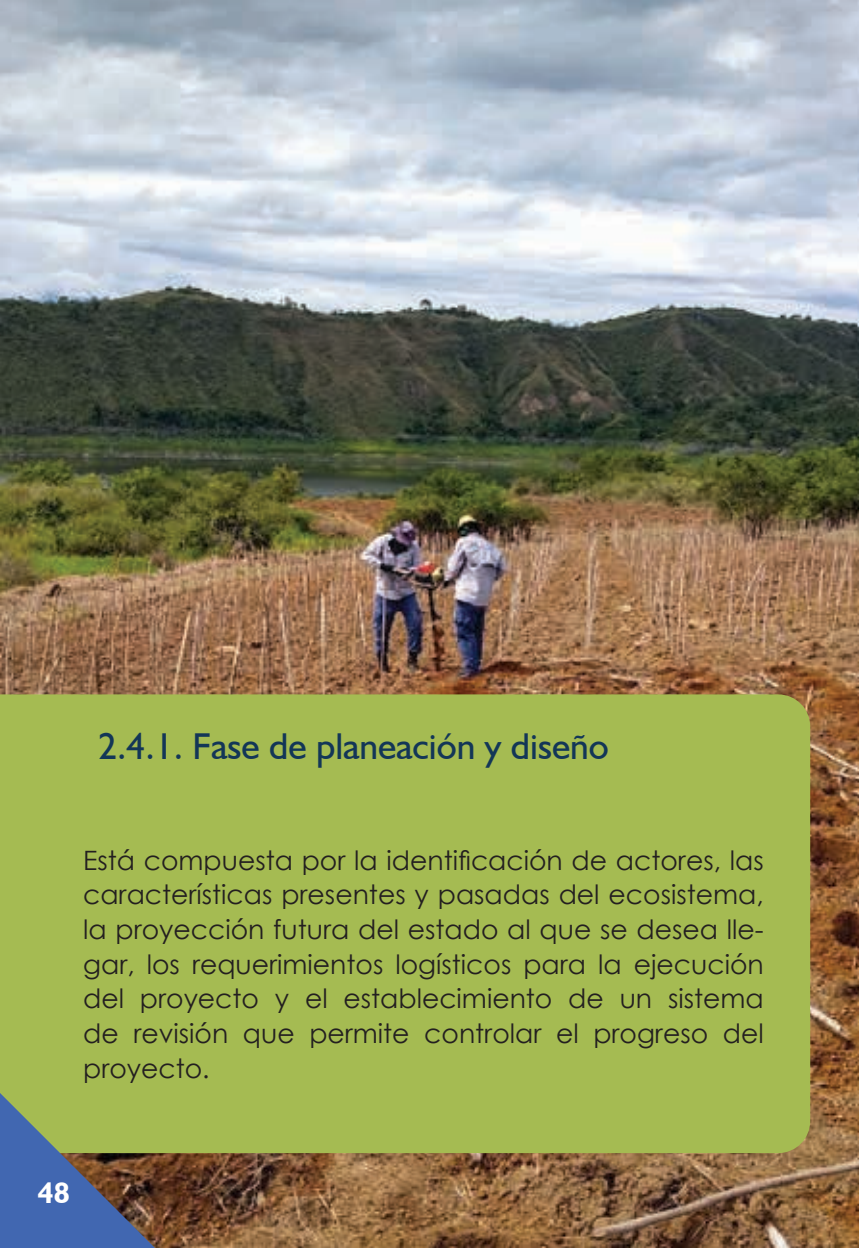
4 La de mantenimiento, posterior a la implementación.





En Colombia, el Plan Nacional de Restauración incorporó una quinta etapa: *divulgación de los modelos regionales*, que consiste en garantizar la divulgación de los proyectos de restauración que se ejecutan a escala local, para contrastar los resultados obtenidos en escenarios diversos propios del territorio colombiano, e insta a las corporaciones autónomas regionales, a la academia y a organizaciones no gubernamentales locales para lograr que la información se dinamice (MADS, 2015).

Siembras en la Reserva biológica Encenillo. Guasca, Cundinamarca.
Foto: Fundación Natura



Desde su experiencia, Fundación Natura recomienda:

- Esbozar una planeación integral de la restauración como un proceso y con visión de largo plazo.
- Darle al proceso de planeación y diseño un enfoque de manejo adaptativo.
- Definir las zonas de siembra e intervención a través de un proceso multicriterio que incorpore aspectos ecológicos, técnicos, logísticos.
- Priorizar la elección de las áreas que se van a restaurar, dependiendo de las condiciones del lugar y teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos y culturales para aportar significativamente a una gestión sostenible del territorio.

Establecimiento de estrategia de restauración en nucleación intensiva en pastizales en Bosque seco. Zona de influencia de la hidroeléctrica El Quimbo. El Agrado, Huila.

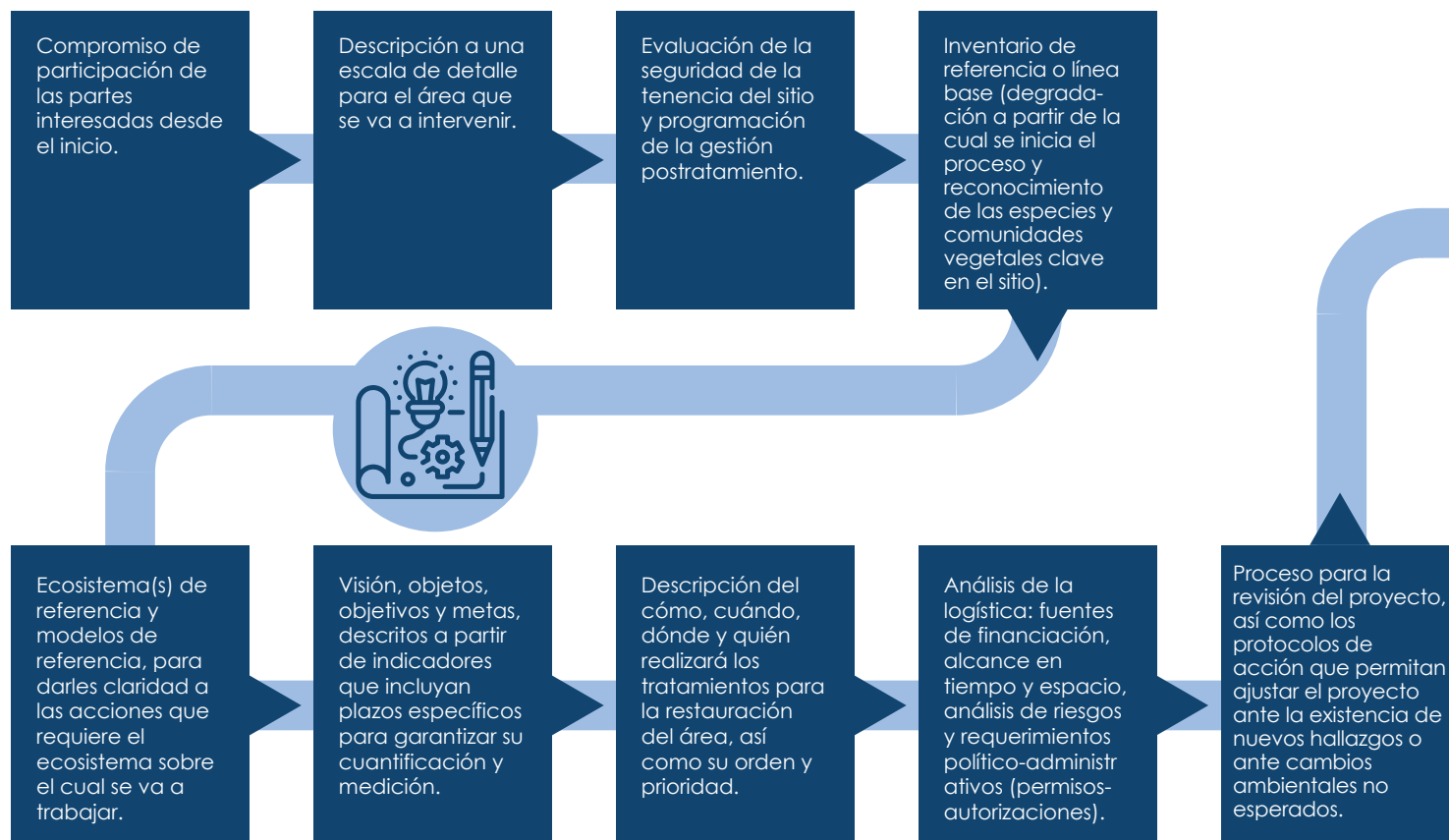
Foto: Francisco Torres-Romero - Fundación Natura

2.4.1. Fase de planeación y diseño

Está compuesta por la identificación de actores, las características presentes y pasadas del ecosistema, la proyección futura del estado al que se desea llegar, los requerimientos logísticos para la ejecución del proyecto y el establecimiento de un sistema de revisión que permite controlar el progreso del proyecto.

- Identificar los intereses de la comunidad y articular diferentes servicios ecosistémicos a la restauración para garantizar sostenibilidad.
- Identificar y vincular la institucionalidad y el conocimiento local desde la fase de planeación.
- Fortalecer y mantener programas de capacitación y entrenamiento en actividades de restauración.
- Desarrollar instrumentos de planificación de mediano y corto plazo que se articulen adecuadamente; es importante mantener actualizado un plan anual de actividades.
- Entender el papel de la fauna en la dinámica del ecosistema que se va a restaurar, los conocimientos de la comunidad para su manejo y las estrategias de ayuda en la recuperación del ecosistema.
- Considerar que el levantamiento de información biológica no es suficiente. Para que la restauración sea efectiva debe acompañarse de planeación, participación y estrategias para la sostenibilidad.
- Buscar estudios de caso y proyectos en contextos socioecológicos similares, innovar y proponer nuevas estrategias, y experimentar a través de un enfoque de investigación aplicada que permita incorporar al proceso las herramientas y estrategias más viables y relevantes, pues no existe una “receta” única para realizar la restauración de un ecosistema.
- Diseñar un plan de monitoreo con énfasis en la definición clara de las variables que se van a medir. Se recomienda usar indicadores SMART: específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con una adecuada temporalidad.
- Conformar un equipo de trabajo interdisciplinario.
- Considerar aspectos de costo-eficiencia tanto económica como ecológica y social de las estrategias y actividades de restauración planteadas.
- Analizar riesgos y amenazas para el proceso de la restauración ecológica.

Fase de planeación y diseño



Fase de implementación

Proteger el sitio de daños adicionales o duraderos, ni a los recursos naturales, ni otros elementos del ecosistema.

Involucrar a los participantes adecuados, entre personal idóneo y partes interesadas de la comunidad local.

Fomentar y proteger el potencial de recuperación natural.

Cuando sea requerido, implementar cambios correctivos a tiempo o ejecutar trabajos no contemplados originalmente.

Asegurarse de cumplir con los requerimientos normativos y legales.



Fase de monitoreo, documentación y evaluación

Mantener informadas a las partes interesadas (por ejemplo, con un plan de comunicaciones).

Diseño del monitoreo con preguntas específicas relacionadas con el diseño de muestreo, la implementación, la recolección y análisis de los datos posteriores requeridos de los tratamientos implementados, y la estrategia para comunicar los resultados.

Mantener la documentación del proyecto y resguardada de forma segura.

Evaluación de los resultados, tanto de los beneficios ecológicos como sociales de la restauración.

Informar a las partes interesadas con un plan de comunicaciones.



2.4.2. Fase de implementación

Es la puesta en marcha de las acciones, las estrategias y el monitoreo detallados en la fase de planeación. Sin embargo, la duración de esta fase es variable y está limitada al propio alcance del proyecto.

Desde su experiencia, Fundación Natura recomienda:

- Formular una estrategia de comunicación que considere los diferentes grupos de actores y que comunique avances, dificultades, éxitos y lecciones aprendidas.
- Crear una estrategia de trabajo con aliados y cooperantes.
- Considerar el “detrás de cámaras de las estrategias de restauración”. Ello está relacionado con la producción de material vegetal: calidad del germoplasma, diversidad genética, manejo de fuentes semilleras, entre otros.
- Incorporar prácticas de gestión de conocimiento asociadas con factores humanos, factores de la organización, tecnologías de la información, estrategia y protección intelectual.
- Articular el contexto territorial, fomentando la participación de comunidades locales y dinamizando las economías locales en toda la fase de implementación.
- Mostrar avances para generar credibilidad en el proceso.
- Complementar el conocimiento científico y técnico con el conocimiento tradicional y local.
- Lograr que los equipos de trabajo sean estables para mantener el proceso.
- Incorporar el manejo adaptativo a lo largo de la fase de implementación (especies, tiempos, arreglos florísticos, diseños de estrategias, etc.).
- Establecer un sistema de planeación y seguimiento a las operaciones de la implementación.

Fincas bajo acuerdos de conservación producción 1 %. Yopal, Casanare.
Foto: Fundación Natura

2.4.3. Fase de monitoreo, documentación y evaluación

Durante esta fase se identifica y mide el comportamiento del ecosistema, así como se gestionan prácticas de la restauración; esto a través del uso de indicadores que permiten valorar la progresión en dos momentos temporales diferentes (MADS, 2015). Es oportuno durante el análisis de la información producto del monitoreo ir identificando su importancia y la necesidad de realizar los siguientes monitoreos, con el fin de asignar los recursos necesarios (Gann et al., 2019)



Desde su experiencia, Fundación Natura recomienda:

- Definir indicadores sencillos, de impacto y pocos; seguir la metodología de indicadores SMART: específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con una adecuada temporalidad.
- Definir indicadores que permitan alimentar el manejo adaptativo.
- Promover y priorizar el monitoreo participativo con comunidades locales.
- Proyectar el monitoreo más allá del establecimiento de siembras.
- Establecer protocolos claros para la toma, el almacenamiento y el uso de los datos recopilados del monitoreo.
- Generar publicaciones sobre los avances para cada grupo de interés.
- Asegurar un presupuesto a largo plazo para mantener el monitoreo en el mediano plazo (varios años).
- Implementar un procedimiento de optimización de la gestión documental.
- Incorporar nuevas tecnologías para la recopilación y análisis de datos derivados del monitoreo.

Seguimiento de estrategia de restauración con siembra bajo árboles nodriza en bosque seco tropical. Área de compensación ambiental, Central Quimbo, Vereda Pedernal, El Agrado, Huila.
Foto: Francisco Torres-Romero - Fundación Natura



2.4.4. Mantenimiento posterior a implementación

Esta fase corresponde a una gestión permanente, y a fin de evitar que el área del proyecto sufra retrocesos, desde el planteamiento presupuestal inicial se debe considerar el mantenimiento posterior a la implementación. Sin embargo, resulta más estratégico enmarcar las acciones en una política de mejora continua que permita la actualización de los objetivos a medida que se avanza en el proceso. Algunas de las acciones de esta fase son: 1) vigilancia periódica del sitio; 2) protocolos de acción integrados en las operaciones; 3) comunicación permanente con las nuevas generaciones. Es importante mencionar que esta fase es una interfaz entre los diferentes programas/proyectos que se adelanten con el fin de consolidar el proceso de restauración propiamente dicho.

Desde su experiencia, Fundación Natura recomienda:

- Darle continuidad al proceso priorizando la presencia de instituciones locales.
- Garantizar la continuidad del personal local.
- Definir tiempos de implementación y mantenimiento.
- Establecer acuerdos y negociaciones de mediano y largo plazo con los diferentes actores asociados con el proceso de restauración.
- Gestionar riesgos y amenazas: incendios, ganadería, ocupación no formal, cambio climático.
- Fomentar los procesos de control y vigilancia local, empoderando a líderes locales y contratando la parte de implementación.
- Darle sostenibilidad de la restauración.
- Mostrar los impactos-beneficios: qué ganan, qué pierden.
- Identificar de forma preliminar las estrategias de sostenibilidad del proceso de restauración según los intereses de los diversos actores asociados al proceso.

Actividad de mantenimiento con riego en estrategias de nucleación en pastizales. Área de compensación ambiental, Central Quimbo, Vereda Pedernal, El Agrado, Huila.
Foto: Lizardo Rojas - Fundación Natura

2.4.5. Consolidación del proceso de restauración

Finalmente, varios académicos y expertos recomiendan hacer hincapié en la consolidación del proceso de restauración ecológica, gestionando dos componentes específicos: el primero es la dimensión socioeconómica y cultural, esto es, debe explorarse la aceptación que tiene el proceso de restauración en función del entorno socioeconómico del área, especialmente las necesidades actuales y las aspiraciones propias de las comunidades locales respecto al futuro deseado (Vargas, 2007; Brancalion et al. 2013; Torres & Acosta 2021). De acuerdo con Cano y Vargas (2007), que un proceso de restauración logre el apoyo y compromiso social radica en qué tanto la gente se identifica con los objetivos planteados, porque de ahí viene la aceptación, la relevancia social y la legitimidad, con las cuales se alcanzará gradualmente la apropiación y consolidación social del proceso.





El segundo aspecto es la evaluación del éxito de las estrategias implementadas, a partir del avance de la regeneración natural y de las trayectorias sucesionales del ecosistema restaurado. Dicha evaluación resulta de la información generada en el monitoreo y el trabajo especializado de un equipo evaluador. Brancalion et al. (2013) y Rohr et al. (2018) señalan que la consolidación del proceso de restauración se deberá reflejar en políticas públicas que fomenten y promuevan la restauración y en la creación de sistemas económicos sostenibles que la incentiven.

Trayectoria sucesional

Es el curso o ruta de la condición de un ecosistema (es decir, estructura y funcionamiento). Se refiere a los diferentes patrones con los que se expresa la sucesión a lo largo del tiempo en un ecosistema determinado.

Estrategia de restauración. Área de compensación ambiental, Central Quimbo, Vereda Pedernal, El Agrado, Huila.
Foto: Fundación Natura

Desde su experiencia, Fundación Natura recomienda:

- Llevar a cabo la restauración con las comunidades locales. El objetivo siempre debe ser que ellas tengan participación activa y se apropien del proceso, para garantizar la sostenibilidad de la restauración luego de terminada la ejecución de los diferentes contratos.
- Integrar la restauración a las necesidades de las comunidades locales. Hace unos años, esta práctica tenía un enfoque principalmente científico y generalmente era muy costosa; sin embargo, se han hecho modificaciones a través de los años para que en la actualidad sean procesos viables.
- Considerar el uso sostenible de las áreas restauradas.
- Promover actividades sostenibles compatibles con la restauración ecológica: apicultura, turismo o productos forestales maderables y no maderables.
- En los casos que sea necesario, declarar nuevas áreas protegidas de diferentes categorías de manejo, que faciliten el mantenimiento a largo plazo las áreas restauradas.

Vereda Roble hueco, Bojacá cundinamarca. Predios La Esmeralda y Peñas blancas.
Foto: Alejandro Peña - Fundación Natura





Sección 3.

Contexto país: el papel fundamental de la restauración en la agenda ambiental del país

Los principales instrumentos de política pública que orientan la restauración ecológica en Colombia son el Plan Nacional de Restauración (PNR), el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad" y el Programa Respira (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2015, 2021).

De acuerdo con Alcázar et al. (2020), el PNR tiene como meta nacional la restauración al menos de un millón de hectáreas al 2035. En la primera fase de su implementación (2015-2017), el MADS y las corporaciones autónomas regionales, con el apoyo de centros de investigación, universidades y organizaciones, se enfocaron en generar el mapa de priorización nacional de áreas susceptibles para la restauración, en desarrollar protocolos y guías de restauración específicas por ecosistema, en apoyar la creación de redes y en consolidar la Mesa Nacional de Restauración (MADS, 2015). En la segunda fase, el PNR (2018-2022) se dirige a implementar acciones en campo.

Murcia et al. (2017), en un análisis de las posibilidades de la restauración a escala de

paisaje, establecieron que para implementar el PNR se recomienda:

- Unir esfuerzos institucionales (Gobierno nacional, gobiernos locales, corporaciones autónomas regionales) para tener un mapa con mejor resolución de trabajo local que permita una planificación detallada a escalas subnacional, regional y local; además, se requiere integrar los aspectos biofísicos y ecológicos con la realidad social del territorio.
- Garantizar la seguridad en la tenencia de la tierra y el compromiso a largo plazo de sus propietarios con el proceso de restauración.
- Fortalecer la participación local voluntaria y el monitoreo de la restauración para identificar la magnitud del cambio en el territorio.
- Lograr la integración de los procesos de restauración con programas afines y con sectores (minería, petróleo, infraestructura, hidroeléctricas, etc.) que inciden en el uso de la tierra.

El PND 2018-2022, dentro del Pacto por la Sostenibilidad “Producir conservando y conservar produciendo”, se planteó la meta de implementar 701 900 hectáreas (ha) en sistemas sostenibles de conservación, de las cuales 301 900 ha deben ser implementadas en procesos de restauración ecológica y la plantación de 180 millones de árboles, arbustos palmas y frailejones. Para el PND, los procesos de restauración en las regiones deberán ir ligados a los ecosistemas estratégicos del país. En este sentido, Alcázar et al. (2020) sugieren:

Ciencia ciudadana

Enfoque que busca incluir de manera activa y comprometida a la ciudadanía en estudios que se ejecutan en sus territorios. Robustece el intercambio de conocimiento, aumenta la información y construye una causa común entre ciencia y ciudadanía.

- 1 **Impulsar la implementación de proyectos piloto de restauración.**
- 2 **Desarrollar estrategias de monitoreo apoyadas desde la ciencia ciudadana.**
- 3 **Analizar la compensación del componente biótico realizada por parte de la empresa privada como un estrategia clave para impulsar la restauración.**
- 4 **Incentivar el trabajo colectivo y el fortalecimiento de redes.**
- 5 **Diseñar estrategias de desarrollo sostenible en torno a la restauración que permitan incidir y fortalecer en los medios de vida de las comunidades.**

En este orden de ideas, y dando cumplimiento a la meta del Gobierno nacional de plantar 180 millones de árboles al 2022, se han usado más de 300 especies nativas, características e idóneas de cada ecosistema que se va a recuperar, teniendo en cuenta los lineamientos generales del PNR para reverdecer y restaurar las áreas transformadas. Actualmente, a lo largo de 32 departamentos se ha alcanzado un total de 120 millones de árboles plantados, que es el esfuerzo de meses de planificación para juntar y almacenar semillas, producir las plántulas, llevarlas a los sitios identificados y establecerlas con los mejores estándares técnicos posibles.

Gracias a la acción coordinada y al compromiso de ciudadanos, comunidades, alcaldes, gobernadores, corporaciones autónomas regionales, entidades del Estado y sector privado, a la fecha tenemos cerca de 478 aliados, para lograr la meta de los 180 millones. Al tiempo que también se han invertido más de 203 000 millones de pesos para la ejecución de 59 proyectos.

A la fecha, la implementación de esta meta se ha realizado mediante la Estrategia Nacional de Restauración, que busca articular los esfuerzos del sector público con los provenientes del sector privado, a través de mecanismos que incluyen compensaciones ambientales, inversiones en responsabilidad social, esquemas de colocación de capitales privados, estrategias de valor compartido e instrumentos del sector agropecuario.

En marzo del 2022, el Gobierno nacional presentó al país el Programa Respira, cuyo objetivo es que se logre apropiar la riqueza natural del país, articulando la gestión integral del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales con estrategias de conservación a corto y mediano plazo, para revertir la deforestación y la pérdida de especies nativas de flora y fauna con un horizonte al año 2030. Entre otros, tiene el objetivo de plantar 500 millones de árboles y restaurar 1 000 000 ha por medio de sistemas productivos y sostenibles, usando plantas nativas promisorias, de especies en categoría de amenaza o con prioridad de conservación (MADS, 2021).

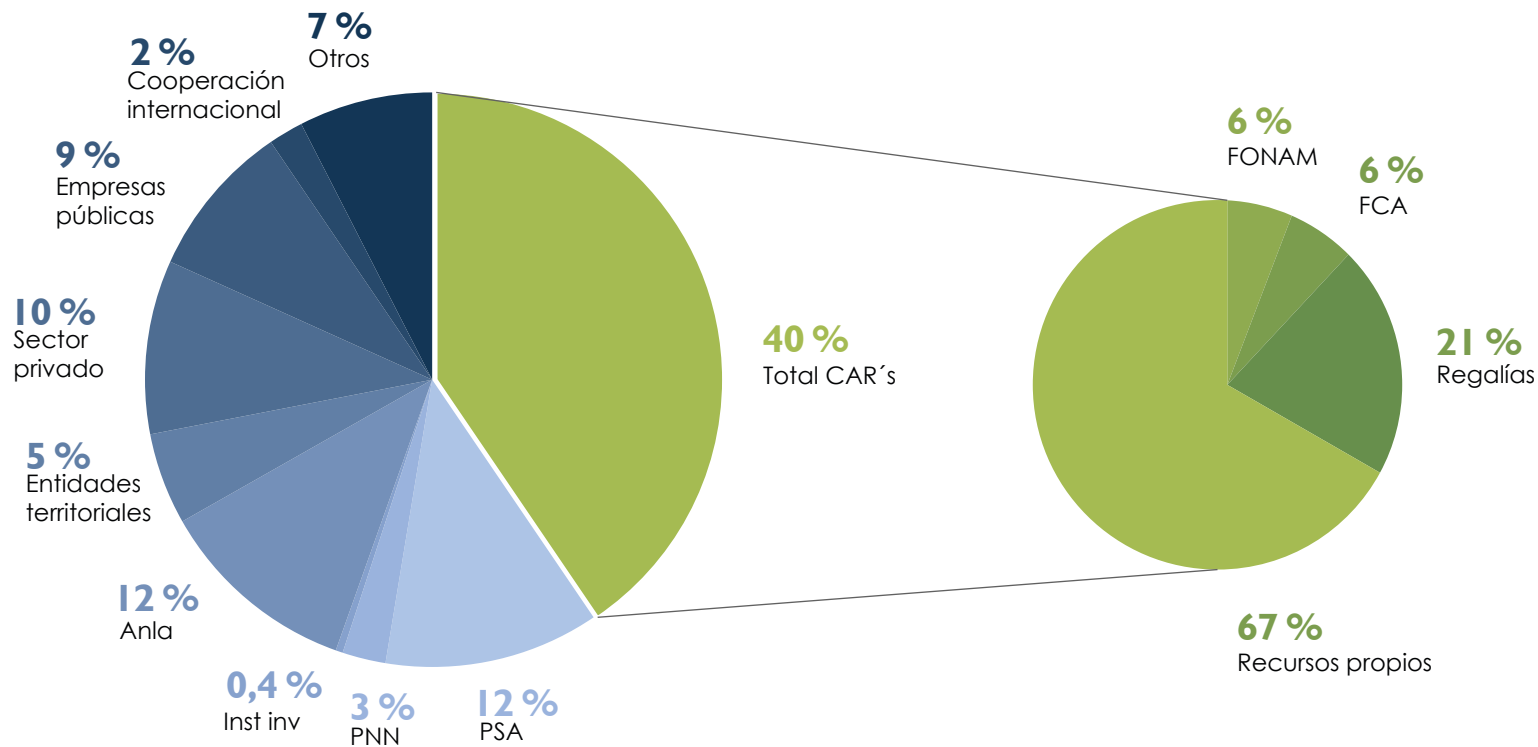


Figura 1. Contribuciones del sector público y privado a la meta de restauración del cuatrienio (2019-2022), dentro de la Estrategia Nacional de Restauración.

Fuente: Adaptado de MADS.

Esquema de plantación de individuos a 2030 bajo sistemas sostenibles de conservación



Cálculo para alcanzar la meta de cero (0) deforestación

En el marco de la Década de la Restauración, el Programa Respira busca que los procesos de rehabilitación, recuperación y restauración estén enfocados en la restauración productiva de productos forestales no maderables. Esto significa que hay que estimular y crear sistemas sostenibles de conservación que protejan la biodiversidad y, a la vez, satisfagan las necesidades humanas de producción de alimentos y medios de subsistencia sostenibles. La visión es que la restauración de los ecosistemas en Colombia fortalezca la gestión, el ordenamiento, el manejo y el uso sostenible del territorio, para así garantizar la seguridad alimentaria, mitigar el cambio climático y generar dividendos

sociales y económicos a las comunidades involucradas en los procesos de restauración.

Lo que se busca con el PNR, con el PND y con el Programa Respira es generar un impacto social y ecológico en los territorios, frenar la deforestación y las emisiones de gases efecto invernadero, al igual que reducir la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos, pero al mismo tiempo impactar las economías locales, impulsar la bioeconomía y aportar en la transición del modelo de desarrollo que debe hacer el país.



Sección 4.

Comunicar y educar para la restauración

Fortalecimiento de capacidades a comunidades rurales.
Foto: Katherine Carrillo - Fundación Natura

4.1. Comunicar para la restauración

En 2021, la Organización de las Naciones Unidas anunció el inicio de la Década de la Restauración (2020-2030), un “grito de guerra mundial”, por “prevenir, detener y revertir la degradación de los ecosistemas en todo el mundo” (párr. 1).

Dentro de las diez estrategias para cumplir los objetivos de esta década, cinco de ellas resaltan varias acciones y procesos de comunicación y educación:

- Estrategia 1. Empoderar a un público general, usando herramientas y acciones de comunicación para conectar y potenciar procesos de restauración, con el fin de generar masa crítica y movilización.
- Estrategia 5. Sensibilizar sobre y visibilizar los hábitos desmedidos de consumo actuales, con el fin de transformarlos y usar productos basados en la restauración.

- Estrategia 7. Desarrollar capacidades en temas ambientales, esto es, que la gente conozca qué implementar en su territorio, en grupos vulnerables, para generar gobernanza y empoderamiento de mujeres, jóvenes y comunidades afro e indígenas.
- Estrategia 8. Generar una cultura de la restauración, a fin de vincular artistas, narradores, productores, músicos y mediadores, que lleguen a públicos diversos.
- Estrategia 9. Por medio de la educación, ayudar a que los niños se conviertan en “embajadores de los ecosistemas”, haciendo uso de las tecnologías que aporta la modernidad.

Comunicar en un mundo globalizado como el actual, implica más que visibilizar o divulgar; se requiere entender las nuevas formas de conectarse para transformar conductas y generar acción (Garzón Fierro, 2021).

Aunque implementar acciones de restauración ecológica en los territorios ha sido un tema técnico, abordado por los especialistas, los impactos y



sostenibilidad de estos procesos a largo plazo, e incluso la conservación de estos ecosistemas restaurados, necesita una comunicación efectiva, esto es, integrar las visiones de los diferentes actores involucrados, pues la vinculación y participación social es el primer paso para darle continuidad a los procesos.

Comunicar la restauración implica procesos de inclusión, valoración del conocimiento local y gestión del conocimiento resultante del proceso, para el fortalecimiento de la gobernanza territorial. A 2022, aun cuando el acceso a una parte de la información es inmediato, el público se expone a las llamadas *fake news*, que desinforman y desfiguran la realidad, lo que implica un desafío para el sector ambiental, en especial para aquellos que comunican sobre lo ambiental. Por eso, esta sección presenta una guía sobre cómo comunicar la restauración, junto con la iniciativa SAVIA, una apuesta gubernamental para educar alrededor del tema.

**Vereda Roble hueco, núcleos de reforestación.
Bojacá, Cundinamarca.
Foto: Alejandro Peña - Fundación Natura**

¿Qué se debe tener en cuenta para comunicar sobre restauración?

Comunicar la restauración:

- a.** Profundizar en el tema, hacer trabajo de campo, investigar y entrevistar a los expertos.
- b.** Conocer el contexto, sus particularidades y las fases para implementarla, antes de comunicar.
- c.** Darles visibilidad a los procesos ya adelantados y destacar sus impactos y lecciones aprendidas.
- d.** Entender las visiones, la forma en que viven y cómo comunican los actores locales.
- e.** Darles reconocimiento a las organizaciones que desarrollan e implementan procesos de investigación alrededor de la restauración.

01



Comunicar para la restauración:

- a.** Las redes maximizan el impacto: vincular a la acción a otro tipo de públicos. Ello logrará que la restauración sea un campo de constante aprendizaje, intercambio y acción.
- b.** Todos tienen un rol: sensibilizar sobre la degradación de los ecosistemas y sobre la importancia de restaurarlos y conservarlos.
- c.** Nuevas narrativas: usar la comunicación como un proceso creativo.
- d.** Educomunicación como eje del futuro: esta es la forma de asegurar que las próximas generaciones se formen en la importancia de la restauración y conservación de los ecosistemas, no solo informando, sino educando.

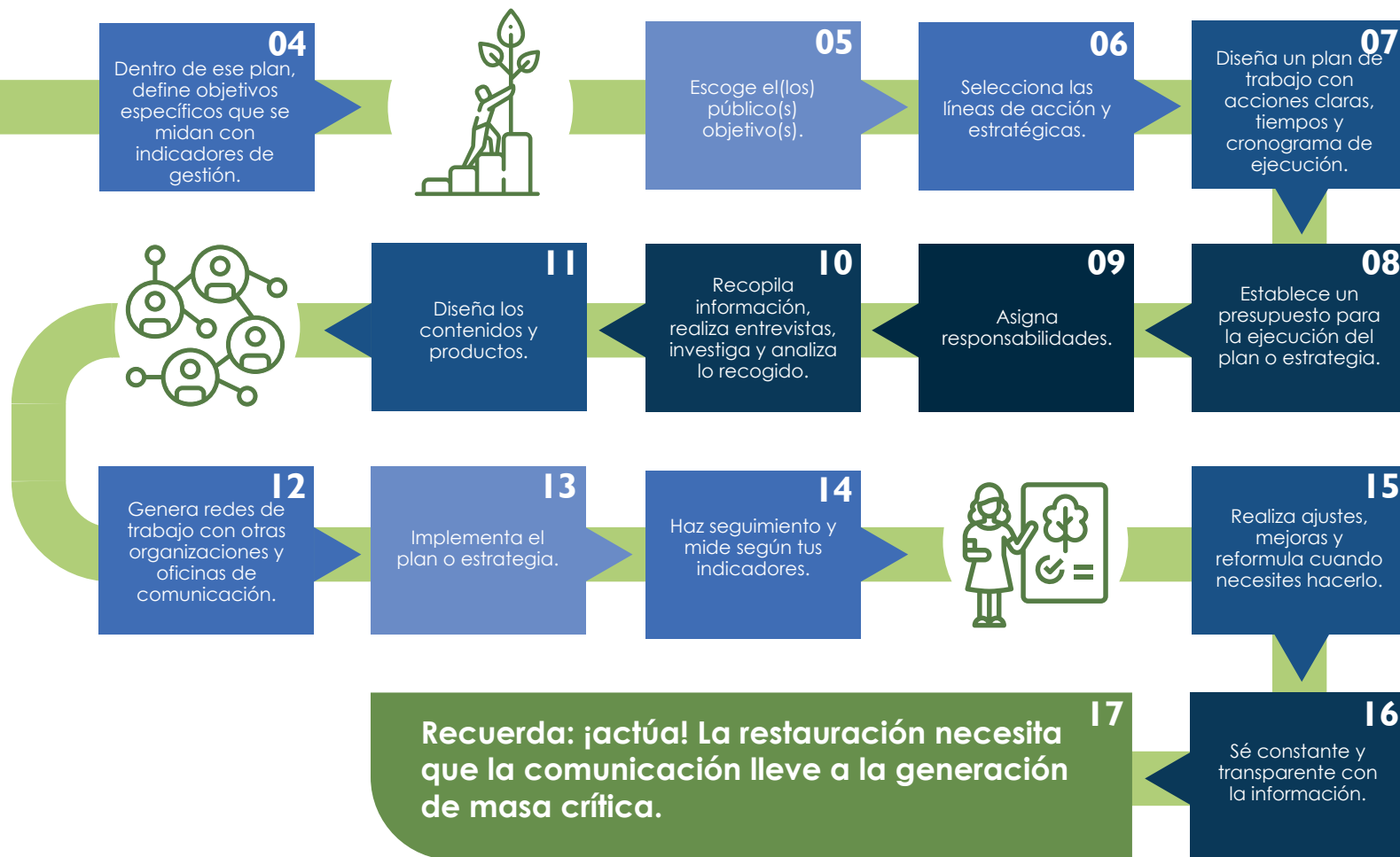
02

¿Qué se debe tener en cuenta para comunicar sobre restauración?



Paso a paso







4.2. SAVIA: una estrategia de educación para la restauración

Colombia cuenta con una Política Nacional de Educación Ambiental, cuyo objetivo es

[...] proporcionar un marco conceptual y metodológico que oriente acciones en materia de educación ambiental se adelanten en el país, en los sectores formal, no formal e informal [...] Buscando el fortalecimiento de los procesos participativos, la instalación de capacidades técnicas y la consolidación de la institucionalización y de la proyección de la educación para construir región y una cultura ética y responsable del manejo sostenible del ambiente. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de Educación Nacional, 2003, p. 28)

En el marco de la importancia que tiene la educación ambiental para la generación e intercambio de conocimiento, así como para la transformación social, en 2021, el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el Ministerio de Educación lanzaron SAVIA, la Escuela Nacional de Formación Ambiental.

Fortalecimiento de capacidades a comunidades rurales.
Foto: Katherine Carrillo - Fundación Natura

Es un ecosistema educativo que:

¿Qué es SAVIA?

Promueve una cultura ambiental en Colombia, desde establecimientos educativos, pasando por gobernantes, autoridades locales, sector gobierno, sectores productivos, hasta comunidades étnicas.

01

Construye contenidos y busca la apropiación del conocimiento (uso y conservación de la biodiversidad).

02

Se basa en la reflexión y la formación.

03

Se apoyará en los proyectos educativos escolares (PRAE) y las redes educativas y comunitarias.

04

Nace en el marco del Pacto por la Sostenibilidad, del Plan Nacional de Desarrollo para:

- Acompañar la agenda nacional en materia ambiental, gestando contenidos, procesos pedagógicos, innovación y procesos de participación que contribuyan desde diferentes áreas del conocimiento y en los contextos territoriales, a fin de impulsar la acción climática.
- Llegar a los territorios y fortalecer la participación ciudadana, mediante procesos de formación.
- Formar desde niños hasta adultos mayores, con un enfoque diferencial, en torno a la sostenibilidad ambiental con impacto local.
- Resolver conflictos socioambientales y promover una cultura ambiental en los territorios.
- Ofrecer soporte tecnológico y participativo a las áreas misionales del Ministerio de Ambiente.
- Poner a disposición de toda la ciudadanía un ecosistema web con oferta formativa y un amplio repositorio de documentos y recursos para la formación ambiental.

SAVIA tiene una línea dedicada a la siembra de árboles, uno de los componentes de la restauración ecológica:

- Denominada SAVIA Terra.
- En la primera fase, construyó mil EcoViveros, ubicados en mil instituciones educativas de carácter público.
- Los viveros germinarán alrededor de 2500 plántulas cada uno.
- Para un total de 2.500.000 futuros árboles nativos, aportados por SAVIA en todo el país.
- Hoy existen 40 gestores en 29 departamentos de Colombia.
- SAVIA cuenta con una sede física para el trabajo colaborativo ambiental.



Sección 5.

Restauración en la práctica: casos de estudio en ecosistemas colombianos

An aerial photograph showing a vast, green, hilly landscape. The terrain is covered in dense, low-lying vegetation, possibly grass or small shrubs, with varying shades of green. In the upper part of the image, a river or lake is visible, winding through the landscape. The sky is not visible, as the horizon is filled with the greenery.

Por medio de ocho casos de estudio sobre proyectos de restauración en diferentes contextos sociales y ecológicos, en esta sección se resume cómo se hace restauración en la práctica y se expone cómo se pueden adaptar los marcos metodológicos a realidades propias locales. Hay experiencias desde la alta montaña y los bosques andinos hasta algunos ecosistemas estratégicos asociados con las sabanas de la Orinoquia y los bosques húmedos de la Amazonia colombiana, que también han contado con la participación de múltiples actores: comunidades locales, instituciones ambientales regionales y locales, empresa privada y organizaciones no gubernamentales de la sociedad civil.

Panorámica de estrategias de nucleación y ampliación de borde en pastizales. Área de compensación ambiental, Central Quimbo, Vereda Pedernal, El Agrado, Huila.
Foto: Lizardo Rojas - Fundación Natura



33

CAHICAMO

Calophyllum brasiliense

FECHA:



5.1. Vivero Puerto Concordia en el marco de la Sembratón 2021

Vivero Puerto Concordia, Meta.

Foto: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI



Liderado por:

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI

Involucrados:

comité de ex-aserradores, 63 familias, la alcaldía municipal de Puerto Concordia, Cormacarena, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y la Presidencia de la República.

Operadores:

comité de ex – aserradores, a través de Asocamproariari.

Resumen:

En el marco de la sembratón 2021, se construyó el vivero de Puerto Concordia como alternativa productiva para las familias de ex-aserradores, organizados en el comité de la Asociación de Campesinos Productores del Bajo Ariari – Asocamproariari; que decidieron cambiar las motosierras por la producción de plántulas de especies nativas.

Retos:

Continuar las acciones interinstitucionales junto con las comunidades para que la producción de material vegetal en este vivero sea permanente y se consolide esta oportunidad económica para los que han dejado de ser aserradores.



Más información:
www.sinchi.org.co



Actividades



Diseño y construcción
del vivero



Producción de material vegetal



Siembra

Resultados



1 vivero
operando a máxima
capacidad



63 familias
con una alternativa
económica sostenible



**Articulación
interinstitucional**



Primeras 210 mil
plántulas de especies
nativas producidas



**Mitigación de la
deforestación**



Apoyo a la alcaldía
para proveer material
vegetal



La transformación productiva y el encontrar nuevas formas de generar ingresos para las comunidades locales, es la forma de incorporar procesos de restauración y conservación duraderos.





5.2. Rol de las mujeres indígenas en la reactivación económica de la Amazonía

Mujeres cabeza de familia al frente de viveros y siembras. Amazonas, Vaupés y Guainía
Foto: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI



Ubicación:

Guainía, Vaupés y Amazonas.

Liderado por:

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI

Involucrados:

Autoridades y mujeres indígenas de los resguardos en los departamentos de Amazonas, Vaupés y Guainía; y entidades locales.

Resumen:

En el marco de la sembratón 2021, se fortaleció el trabajo con mujeres indígenas de la Amazonía, cabeza de familia, quienes estuvieron al frente de las actividades de consecución de material vegetal, el manejo de los viveros y las siembras, como parte de un proceso de restauración ecológica que lidera el Sinchi, aportando así a la meta de los 180 millones de árboles.

Retos:

Desarrollar estrategias para el mantenimiento y el monitoreo de las áreas en procesos de restauración junto con las comunidades locales.



Más información:
www.sinchi.org.co



Actividades



Consecución de material vegetal.



Manejo de los viveros.



Siembra.

Resultados



876 mujeres
indígenas involucradas.



63 familias
con una alternativa económica sostenible.



Se pagaron 15.683
jornales a las comunidades.



Se incluyeron 478 ha
en procesos de restauración ecológica.



Se sembraron 207.783
plántulas de especies nativas.



La inclusión social garantiza la permanencia en el tiempo de los esfuerzos realizados en el territorio nacional.





5.3. Bosques de Vida: recuperación y conservación de bosques en ecosistemas estratégicos Arauca

Vivero de especies nativas de bosque de galería, de piedemonte y morichales en Tame, Arauca.

Foto: Fundación Reserva Natural La Palmita



Ubicación:

Tame, Arauca.

Liderado por:

Fundación Reserva Natural La Palmita - Centro de Investigación y Asociación Vivero Comunitario Morichales de Vida - El Mapoy.

Involucrados:

Comunidad tameña, TFCA, Fondo Acción, Colombia Sostenible, Alcaldía de Tame y Corporinoquia.

Resumen:

El principal propósito de Bosques de Vida es la construcción de paz y tejido social en el territorio a través de la conservación de los bosques del piedemonte araucano y los servicios ambientales asociados a ellos, ya que la destrucción de los morichales es una de las principales problemáticas ambientales en la región.

Retos:

Sistematizar el conocimiento local para la propagación de especies nativas.



Más información:
www.lapalmita.com.co



Actividades



Caracterización.



Identificación de la problemática.



Formulación y ejecución del plan de restauración.

Resultados



Recuperación de 251 ha y conservación de 736 ha

de bosques de galería, de piedemonte y morichales, por medio de Pago por Servicios Ambientales.



Firma de acuerdos

de conservación – producción.



5400 ha

bajo prácticas productivas sostenibles.



Formulación e implementación

de planes prediales en **20** predios de **6** veredas.



Entrega de incentivos

en especies y en efectivo por conservación y cuidado.



Áreas en restauración

de 4 años y otras de 1 año.



Los procesos que se construyen colectivamente con las comunidades permiten mayor entendimiento, incorporación del conocimiento local, generación de confianza y apropiación que garantizan la continuidad en el tiempo.





5.4. MAPCO: manglares, pastos marinos y comunidades locales

Taller de restauración. San Bernardo del Viento, Córdoba.
Foto: Janeth Bougard - Fundación Natura



Ubicación:

San Bernardo del Viento y San Antero (Sucre), Coveñas (Córdoba) y La Guajira, Colombia.

Liderado por:

INVEMAR y Fundación Natura.

Involucrados:

Unión Europea, 14 asociaciones de mangleros del DRMI Cispata, Ministerio de Ambiente, la Corporación autónoma regional de los valles del Sinú y San Jorge (CVS) y la Fundación Omacha.

Resumen:

En el marco de la iniciativa **MAPCO** se diseñaron e implementaron acciones de restauración, con la participación comunitaria, ya que juegan un rol importante para la conservación de la biodiversidad y son parte fundamental para la solución a los problemas de degradación que sufren los ecosistemas de manglar, que es fundamental en el desarrollo económico de las poblaciones locales.

Retos:

Seguir fortaleciendo los procesos administrativos de las organizaciones comunitarias.



Más información:
www.invemar.org.co
 y www.natura.org.co



Actividades



Reapertura y mantenimiento de canales en sitios claves.



Dispersión natural de propágulos.



Monitoreo de las condiciones biofísicas del manglar.

Resultados



150 ha de manglar restauradas.



Convenios firmados con las asociaciones de mangleros del DRMI Cispata.



Más de 400 familias recibieron incentivos económicos por la restauración del manglar.



14 acuerdos de conservación y uso sostenible de la biodiversidad fortalecidos.



Intercambio y combinación de saberes tradicionales y conocimiento científico en el proceso de restauración ecológica.



Fortalecimiento de la gestión en el marco del Plan de manejo del DMI Cispata y la iniciativa Carbono Azul "Vida Manglar", certificada por el estándar internacional VERRA.



Fortalecimiento de la gobernanza local



Mantener el acompañamiento técnico a las comunidades, para el fortalecimiento del proceso de monitoreo, la documentación adecuada y reporte de las acciones.





5.5. Plan de restauración ecológica de bosque seco tropical de El Quimbo

Mantenimiento de estrategia de restauración de ampliación de borde en bosque seco.
Foto: Francisco Torres-Romero - Fundación Natura



Ubicación:

Huila.

Liderado por:

Enel Colombia S.A. E.S.P. y Fundación Natura.

Involucrados:

Universidad Surcolombiana, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad del Cauca, Universidad Nacional de Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, Asociación Agroambiental del Agrado, Vivero Invernalía, Vivero el Samán, CAM y ANLA.

Resumen:

Para dar cumplimiento a la compensación biótica por la construcción de la Central Hidroeléctrica El Quimbo, Enel Colombia S.A. E.S.P. con el soporte científico, técnico y operativo de Fundación Natura, está implementando el Plan de Restauración Ecológica de Bosque Seco Tropical (BST) en un área de 11079 ha. Tuvo una primera fase piloto de 4 años y en 2018 comenzó la segunda fase que se implementará en 7 etapas hasta el 2038.

Retos:

En 2038 se espera tener 11.079,6 ha de BST en un proceso avanzado de restauración, siendo un área protegida de carácter nacional y gestionada con gobernanza ambiental participativa para que se conserve a perpetuidad.



Más información:
www.enel.com.co y
www.natura.org.co.



Actividades



Análisis ecológico regional



Caracterización biofísica



Priorización y zonificación
(11.079,6 ha)



Domesticación y propagación de especies nativas



Diseño, implementación, mantenimiento y monitoreo de estrategias de restauración



Diseño e implementación de estrategias para la sostenibilidad del área en RE a largo plazo



Divulgación, articulación y apropiación social del conocimiento

Resultados



Hasta la fecha:

Diseño de estrategias de restauración específicas por tipo de cobertura, zona y estado de conservación.



Producción y siembra de

693.328

árboles de 62 especies nativas.



Implementación, mantenimiento y monitoreo

de estrategias de restauración en 7.199 ha (640 ha de activa y 6.559 ha de no asistida).



3.598 ha

declaradas como Reserva Natural de la Sociedad Civil.



Publicación de 12

artículos científicos.



Creación y consolidación

del primer Centro de Investigación de Bosque Seco Tropical (BST) del país.



Apoyo a 39 trabajos

de investigación (pregrado, maestría y doctorado).



Atención de 3.020

visitantes en el Centro de Investigación de BST.



Aprobación y ejecución

de un proyecto de investigación financiado por Minciencias.



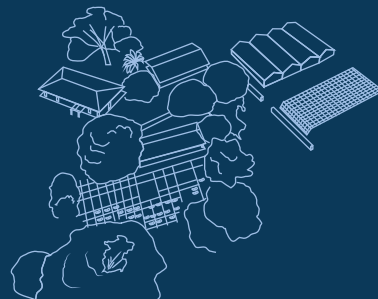
140 ha restauradas

durante la fase piloto de 4 años (2014-2018).



Segunda fase-1ra etapa:

500 ha en restauración activa y 6.559 ha en restauración no asistida.



El Plan de Restauración Ecológica de Bosque Seco Tropical de El Quimbo es un laboratorio vivo que espera entregar al país un ejemplo de restauración integral como medida de compensación biótica para proyectos licenciados.





5.6. Cerrejón: de la minería a la rehabilitación de tierras

Zonas de rehabilitación de tierras usadas en minería. La Guajira.
Foto: Carbones del Cerrejón Limited



Ubicación:

entre la Serranía del Perijá y las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Liderado por:

Carbones del Cerrejón Limited.

Resumen:

En Cerrejón se está rehabilitando las tierras donde se hacía minería, integrándolas al ecosistema local para que su dinámica, estructura y funciones ecológicas sean similares o superiores a lo que existía previo a la actividad. El programa de rehabilitación consta de etapas básicas y subsidiarias que, en conjunto, configuran una propuesta integral para el manejo de las alteraciones que la minería causa a las áreas intervenidas y al paisaje regional.

Retos:

Cumplir con las metas propuestas, teniendo en cuenta que cada año aumentan con base en el plan de rehabilitación de las áreas intervenidas por la minería. Lo anterior implica una mayor producción de material vegetal en los viveros y la sostenibilidad de las áreas rehabilitadas.



Más información:
www.cerrejon.com



Actividades



Reconocimiento de áreas próximas a intervenir.



Localización de poblaciones vulnerables de fauna.



Evaluación del material vegetal aprovechable.



Determinación de las reservas de suelo a preservar.



Desmante de la cobertura vegetal arbórea y arbustiva.



Remoción del suelo.



Preservación de suelos.



Adecuación de tierras.



Estabilización de tierras.



Revegetación o repoblamiento vegetal.

Resultados



4600 hectáreas recuperadas.



Más de 2.3 millones de árboles sembrados de más de **40** especies nativas del bosque seco tropical.



Proyecto para conformar un corredor biológico aproximadamente **25.000 ha** entre la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta.



Acuerdos de conservación con comunidades, asociaciones y familias del territorio.



Protección de especies amenazadas y en peligro de extinción como guayacán de bola (*Bulnesia arborea*), ébano (*Caesalpinia ebano*), perihuetano (*pachyphylla parinari*), ollita de mono (*Lecythis minor*), carreto (*Aspidosperma polyneuron*) y garcero.



Más de 150 personas de **seis comunidades** con tecnología y conocimiento en prácticas agrícolas y pecuarias sostenibles.

Las áreas rehabilitadas tienen el potencial de reconectarse a los ecosistemas regionales como proveedoras de bienes y servicios. Para lograrlo se requiere de un continuo compromiso de la empresa minera, en coordinación con las autoridades y la comunidad ubicada en la zona de influencia del proyecto minero.



An aerial photograph showing a dirt path winding through a lush green forest. Several people are walking along the path. A small white sign is visible on the right side of the path. The forest is dense with various types of trees and vegetation.

5.7. Sustracción de áreas protegidas regionales: acciones de restauración activa en bosque andino y páramo húmedo

Vivero de especies nativas de alta montaña en la Reserva Biológica Encenillo. Guasca, Cundinamarca
Foto: Alejandro Peña - Fundación Natura



Ubicación:

Bojacá y Sibaté (Cundinamarca).

Liderado por:

EPM-Fundación Natura.

Involucrados:

comunidades locales, alcaldías, asociaciones y reservas de los municipios de Bojacá y Sibaté.

Resumen:

EPM construye y pone en marcha la Línea de Transmisión de Energía Eléctrica Nueva Esperanza para atender la demanda energética de 12 millones de personas en los departamentos de Cundinamarca, Meta, Guaviare y Norte del Tolima. Como resultado de los impactos, la autoridad ambiental asigna el cumplimiento de varias obligaciones ambientales dentro de las que figura la Compensación por SAPR que se implementa en ecosistemas de bosque andino, en el municipio de Bojacá, y de páramo en Sibaté. Para dar respuesta a la obligación, EPM y Fundación Natura firmaron un convenio de cooperación para formular e implementar las acciones de la compensación requeridas.

Retos:

Las compensaciones generalmente incluyen indicadores que se limitan a árboles y a hectáreas intervenidas, innovar en los indicadores de medición es fundamental para dar respuesta a la ganancia de diversidad neta que se logran en los procesos de restauración.



Más información:
www.epm.com.co y
www.natura.org.co.

Actividades



Construcción de un vivero en la Reserva Biológica Encenillo (Guasca) para propagar el material vegetal y adecuación de un vivero satélite (Bojacá).



Selección de especies nativas para la implementación de los arreglos florísticos.



Monitoreo y mantenimiento.



Caracterización del estado de los predios y selección de escenarios para el establecimiento de las siembras de restauración.



Implementación de acciones de restauración y conservación.

Actividades transversales:



a) vinculación de guardabosques locales,



b) vinculación de la comunidad local en siembras y mantenimientos, buscando una oportunidad para la difusión y la sostenibilidad del proceso.



Identificación de limitantes, tensionantes y potenciadores.



Selección de estrategias de restauración.

Resultados



25.275 individuos de 37 especies nativas, sembrados en bosque andino.



5.201 individuos de 29 especies nativas, sembrados en páramo.



245 personas locales vinculadas en todas las fases.



Supervivencia superior al 90% en bosque andino, con individuos que superan el 1.5 m de altura en perfectas condiciones foto sanitarias.



Importantes aportes a la estructura de los ecosistemas con regeneración y reclutamiento de especies de varias etapas sucesionales.



Reintroducción de especies nativas clave, entre esas, tres especies de frailejones y algunas forestales en categoría de amenaza: *Cedrela montana* (NT), *Ceroxylon alpinum* (EN), *Juglans neotropica* (EN), *Quercus humboldtii* (VU) y *Retrophyllum rospigliosii* (NT).



Supervivencia superior al 80% en ecosistema de páramo, con individuos en adaptación y alturas que oscilan alrededor de los 35 cm.



Con el fin de procurar una mayor regeneración y reclutamiento de especies nativas, es recomendable complementar los procesos de siembra de plántulas con estrategias como establecimiento de artilugios para fauna (p.e. perchas para aves), y con ejercicios de siembra directa de semillas o plántulas.





5.8. Fortalecimiento del corredor de conservación del Yaguarundi (*Puma yagouaroundi*)

Vista del corredor Yaguarundi. Valle del Cauca.
Foto: Instituto Alexander von Humboldt



Ubicación:

el valle geográfico del río Cauca

Liderado por:

Instituto Alexander Von Humboldt y Jardín Botánico de Cali.

Involucrados:

Red de viveros comunitarios, ingenios azucareros, asociación de usuarios para la protección y mejoramiento de las cuencas hidrográficas de los ríos yotoco y mediacanoa - asoyotoco

Resumen:

La deforestación y fragmentación del Bosque Seco Tropical (BST) en el Valle Geográfico del río Cauca, ha puesto en gran peligro la biodiversidad asociada a la laguna de Sonso (sitio RAMSAR-2017). Esta zona ubicada entre las dos cordilleras (Central y Occidental), con menos de 10 km de ancho, es paso del Jaguarundi, un felino pequeño, solitario y en peligro, que se mueve entre mosaicos de guaduales, bosques e ingenios azucareros. Por eso en 2021, múltiples actores privados y gubernamentales se unieron para apoyar esta iniciativa, mediante la cual se sembraron 15.000 árboles de 48 especies nativas del bosque seco tropical y bosque seco tropical inundable, con apoyo de viveristas comunitarios.



Más información:
<http://www.humboldt.org.co>



Actividades



Fortalecimiento de alianzas con viveros locales.



Selección de especies arbóreas.



Siembra de 15 mil árboles de 48 especies nativas del bosque seco tropical y bosque seco tropical como: como: el Zurrumbo (*Trema micrantha*), el Algarrobo (*Hymenaea courbaril*), el Garrapatero (*Lonchocarpus sericeus*) y el Moral Fino (*Maclura tinctoria*).



Diseño de la restauración.



Consolidación de información sobre protocolos de propagación de especies nativas.



Implementación de un plan de educación ambiental basado en expediciones botánicas comunitarias.



Fortalecimiento de procesos de conectividad con trabajo colectivo.

Resultados



15.000 árboles de 48 especies nativas del bosque seco, sembrados.



Más de 100 personas y 2 instituciones educativas locales, participaron de tres expediciones de conocimiento del territorio en la laguna de Sonso.



Identificación de usos botánicos de las diferentes especies arbóreas.



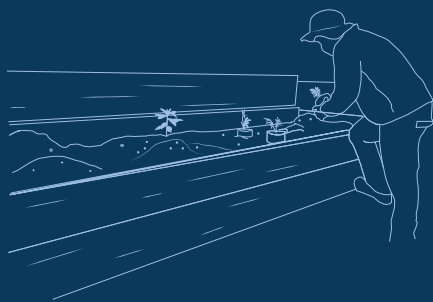
Reconocimiento de los viveros y huertas locales



Protección de especies
Realización de guías botánicas comunitarias con calendario floral: Sistema de Monitoreo Comunitario de Especies Vegetales.



Más de 150 personas
Se consolidó un Arboretum en el sector del Centro de Educación Ambiental Buitre de Ciénaga, sitio de gran importancia para el corredor Yaguarundi.



La restauración ecológica requiere soporte científico y técnico (jardines botánicos, institutos de investigación), así como el conocimiento ecológico tradicional y el conocimiento ecológico local de viveristas y de la comunidad, este último para la sostenibilidad de los procesos en el territorio.

Bibliografía

Alcázar, C., Avella, A., Borda, C., Giraldo H., González-M., R. (2020). Oportunidades para impulsar la restauración del bosque seco tropical en el marco de los instrumentos de política pública de Colombia. En D. M. Moncada, A. C. Borda, M. I. Vieira-Muñoz, C. Alcázar, & R. González-M. (Eds.), *Elevando la acción colectiva empresarial para la gestión integral del bosque seco tropical en Colombia* (pp. 34-47). Minambiente, ANDI, ANLA, Instituto Humboldt, TNC.

Álvarez, H. C. F., Álvarez-Dávila, E., Ajiaco, R. E., Buitrago, L., Ortiz, G. R., González, M., ... Uribe, S. (2019). Evaluación nacional de biodiversidad y servicios ecosistémicos. En *Evaluación nacional de biodiversidad y servicios ecosistémicos* (vol. 1). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt,

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania. <https://natura.org.co/publicaciones/evaluacion-nacional-de-biodiversidad-y-servicios-ecosistemas-de-colombia/>

Aronson, J., & Alexander, S. (2013). Ecosystem restoration is now a global priority: Time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology*, 21(3), 293-296. <https://doi.org/10.1111/rec.12011>

Aronson, J., Milton, S. J., & Blignaut, J. (2007). Definitions and rationale. En J. Aronson, S. J. Milton, & J. Blignaut (Eds.), *Restoring natural*

- capital: Science, business and practice* (pp. 3-8). Island Press.
- Arroyo-Rodríguez, V., Melo, F. P., Martínez-Ramos, M., Bongers, F., Chazdon, R. L., Meave, J. A., Norden, N., Santos, B. A., Leal, I. R., & Tabarelli, M. (2017). Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: new insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 92(1), 326-340. <https://doi.org/10.1111/brv.12231>
- Baldauf, C. (Ed.). (2020). *Participatory biodiversity conservation*. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41686-7>
- Besseau, P., Graham, S., & Christophersen, T. (2018). *Restoring forests and landscapes: The key to a sustainable future*. IUFRO on behalf of the Global Partnership on Forest and Landscape Restoration.
- Brancalion, P., Viani, R., Calmon, M., Carrascosa, H., & Rodrigues, R. (2013). How to organize a large-scale ecological restoration program? The framework developed by the Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. *Journal of Sustainable Forestry*, 32(September), 728-744. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817339>
- Brauman, K. A., Garibaldi, L. A., Polasky, S., Aumeeruddy-Thomas, Y., Brancalion, P. H. S., DeClerck, F., ... Verma, M. (2020). Global trends in nature's contributions to people. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(51), 32799-32805. <https://doi.org/10.1073/pnas.2010473117>
- Cano, I., & Vargas, O. (2007). Paso 5. Lograr la participación comunitaria. En O. Vargas (Ed.), *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente.
- Ceccon, E. (2013). *Restauración en bosques tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Celentano, D., Zahawi, R. A., Finegan, B., Casanoves, F., Ostertag, R., Cole, R. J., & Holl, K. D. 2011. Restauración ecológica de bosques tropicales en Costa Rica: Efecto de varios modelos en la producción, acumulación y descomposición de hojarasca. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1323-1336.
- Chazdon, R. L., Brancalion, P. H. S., Lamb, D., Laestadius, L., Calmon, M., & Kumar, C. (2017). A policy-driven knowledge agenda for global forest and landscape restoration. *Conservation Letters*, 10(1), 125-132. <https://doi.org/10.1111/conl.12220>
- Chazdon, R. L., Gutiérrez, V., Brancalion, P. H. S., Laestadius, L., & Guariguata, M. R. (2020). Co-creating conceptual and working frameworks for implementing forest and landscape restoration based on core principles. *Forests*, 11(6), 1-24. <https://doi.org/10.3390/f11060706>
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). *Nature-based solutions to address societal challenges*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>
- Convention on Biological Diversity. (2016). *Ecosystem restoration: Short-term action plan*. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-05-en.pdf>
- Covington, W., Niering, W. A., Starkey, E., & Walker, J. (1998). Ecosystem restoration and management: Scientific principles and concepts. En *Humans as agents of ecological change* (pp. 599-618). <https://openknowledge.nau.edu/id/eprint/2524/>
- Davies, N. (1996). *Europe*. Oxford University Press.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., ... Zlatanova, D. (2015). The IPBES conceptual framework-connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., ... Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to

- people. *Science*, 359(6373), 270-272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>
- Decenio de las Naciones Unidas sobre la restauración de los Ecosistemas, ONU Programa para el Medio Ambiente, & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO). (2021). *¿En qué consiste la restauración de los ecosistemas?* <https://www.decadeonrestoration.org/es/en-que-consiste-la-restauracion-de-los-ecosistemas>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia: Pacto por la Equidad*.
- Elias, M., Joshi, D., & Meinzen-Dick, R. (2021). Restoration for whom, by whom? A feminist political ecology of restoration. *Ecological Restoration*, 39(1-2), 1-2. <https://doi.org/10.3368/er.39.1-2.1>
- Ellis, E. C., Pascual, U., & Mertz, O. (2019). Ecosystem services and nature's contribution to people: negotiating diverse values and trade-offs in land systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 38(June), 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.05.001>
- Etter, A., Andrade, Á., Amaya, P., & Arévalo, P. (2012). *Aplicación de la lista roja de ecosistemas en Colombia* (v1.0). www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/sintesis_final_lre_colombia__1_.pdf
- Etter, A., Andrade, Á., Saavedra, K., Amaya, P., & Arévalo, P. (2017). *Estado de los ecosistemas colombianos: Una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas [informe final]*. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional-Colombia. http://www.conservacion.org.co/media/A7.LRE-Colombia_INFORME_FINAL_2017.pdf
- Etter, A., Andrade, Á., Nelson K., Cortes, J., & Saavedra K. (2020a). Assessing restoration priorities for high-risk ecosystems: An application of the IUCN red list of ecosystems. *Land Use Policy*, 99(104874): 1-11.
- Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., Cortés, J., & Arévalo, P. (2020b). *Ecosistemas colombianos: Amenazas y riesgos*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. <http://doi.org/10.11144/Javeriana.9789587816013>

- Finegan, B. (1996). Pattern and process in neotropical secondary forests: The first 100 years of succession. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(3), 119-124. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)81090-1](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)81090-1)
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... Dixon, K. W. (2019). Estándares internacionales de la restauración. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1-S46.
- Garibello, J., Riaño, L., Cuéllar, J., Barrera-Cataño, J. I., & Ramírez, W. (2021). Identificación de vacíos de investigación aplicada para restaurar ecosistemas terrestres en Colombia. *Colombia Forestal*, 24(1), 88-107. <https://doi.org/10.14483/2256201x.15679>
- Garzón Fierro, E. M. (2021). *La educomunicación como estrategia para el fortalecimiento de la gestión ambiental de la Fundación Natura*. [tesis de maestría]. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. <http://hdl.handle.net/10554/53153>
- González Arenas, J. J., Cubillos Buitrago, A., Chadid Hernández, M. A., Cubillos González, A., Arias Patiño, M., Zúñiga Avirama, E., Joubert, F., Pérez Vizcaíno, I., & Berrío Meneses, V. (2018). *Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional periodo 2005-2015*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa ONU-REDD Colombia.
- Guariguata, M., & Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148, 185-206. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00535-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00535-1)
- Higgs, E. S. (1997). What is good ecological restoration? *Conservation Biology*, 11(2), 338-348.
- Hoobs, R. J. & Harris, J. A. (2001). Restoration ecology: Repairing the Earth's damaged ecosystems in the new millennium. *Restoration Ecology*, 9, 239-246.
- Hobbs, R. J., Hallett, L. M., Ehrlich, P., & Mooney, H. A. (2011). Intervention ecology: Applying ecological science in the twenty-first century. *BioScience*, 61(6), 442-450.

- Holl, K. D. (2017). Research directions in tropical forest restoration. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 102(2), 237-250. <https://doi.org/10.3417/2016036>
- Holl, K. D., & Aide, T. M. (2011). When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1558-1563.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2020). *Global standard for nature-based solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en>
- Lamb, D., Andrade, A., Shepherd, G., Bowers, K., & Alexander, S. (2011). Building resilience when restoring degraded ecosystems: Improving biodiversity values and socio-economic benefit to communities. En *Contribution of ecosystem restoration to the objectives of the CBD and a healthy planet for all people* (pp. 57-59). Secretariat of the Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-62-en.pdf>
- Leclère, D., Obersteiner, M., Barrett, M., Butchart, S. H. M., Chaudhary, A., De Palma, A., ... Young, L. (2020). Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. *Nature*, 585(7826), 551-556. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2705-y>
- Leopold, A. (2013). *Aldo Leopold: A Sand County almanac and other writings on ecology and conservation*. Literary Classics of the United States.
- McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J., & Dixon, K. W. (2016). *International standards for the practice of ecological restoration - including principles and key concepts*. Society for Ecological Restoration.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2015). *Plan Nacional de Restauración: Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. https://www.minambiente.gov.co/images-BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Ordenación-y-Manejo-de-Bosques/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACIÓN_2.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2021). *Respira 2030: Nota Conceptual*.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de Educación Nacional. (2003). *Educación ambiental: Política nacional*. <https://oab.ambientebogota.gov.co/politica-nacional-de-educacion-ambiental-2/>

Montanarella, L., Scholes, R., & Brainich, A. (Eds.). (2018). *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. IPBES. <https://ipbes.net/assessment-reports/ldr>

Montes, C. (2007). Del desarrollo sostenible a los servicios de los Ecosistemas. *Ecosistemas*, 16(3), 1-3. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/87>

Murcia, C., Guariguata, M., Peralvo, M., & Gálmez, V. (2017). *La restauración de bosques andinos tropicales: Avances, desafíos y perspectivas del futuro*. Center for International Forestry Research (CIFOR). <https://doi.org/10.17528/cifor/006524>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Seguimiento de la agenda de las Naciones Unidas para el desarrollo post-2015 y Río + 20*.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2019). *Nueva década de la ONU para la restauración de los ecosistemas, una gran oportunidad para la seguridad alimentaria y la acción climática*. UNEP-UN Environment Programme. <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/nueva-decada-de-la-onu-para-la-restauracion-de-los>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO). (s.f.). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>

Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M., ... Yagi, N. (2017). Valuing nature's contributions to people: The IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26-27, 7-16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006>

- Rice, J., Seixas, C. S., Zaccagnini, M. E., Bedoya-Gaitán, M., & Valderrama, N. (Eds.). (2018). *The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas*. IPBES. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3236252>
- Rohr, J. R., Bernhardt, E. S., Cadotte, M. W., & Clements, W. H. (2018). The ecology and economics of restoration: When, what, where, and how to restore ecosystems. *Ecology and Society*, 23(2). <https://doi.org/10.5751/ES-09876-230215>
- Ryu, H., Coscieme, L., Droste, N., Ghosh, S., Nilsson, L., Rana, S., & Shrestha, U. (2020, 12 de agosto). Assessing nature's contributions to people. *Frontiers for Young Minds*. <https://doi.org/10.3389/frym.2020.00098>
- Santiago, L., Boelsums, J., Castro, A., Alves-Pinto, H., Latawiec, A., Strassburg, B., ... Duarte, L. (2016). Mucho más allá de la foresta: Los impactos socio-económicos de los proyectos de restauración ecológica en la Mata Atlántica de Brasil. En E. Ceccon & D. R. Pérez (Coords.), *Más allá de la ecología de la restauración: Perspectivas sociales en América Latina y el Caribe* (pp. 117-126). Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica.
- Society for Ecological Restoration (SER). (2004). *Principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica*.
- Stanturf, J. A., Palik, B. J., & Dumroese, R. K. (2014). Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. *Forest Ecology and Management*, (331), 292-323.
- Suding, K. N. (2011). Toward an era of restoration in ecology: Successes, failures, and opportunities ahead. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, (42), 465-487.
- Torres, F., & Acosta, J. (2022). Knowledge management practices and ecological restoration of the tropical dry forest in Colombia. *Land*, 11(330), 1-19 <https://doi.org/10.3390/land11030330>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2020). *Orientación para usar el estándar global de la UICN para*

soluciones basadas en la naturaleza: Un marco fácil de usar para la verificación, diseño y ampliación de las soluciones basadas en la naturaleza. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.09.es>

United Nations Environment Programme. (UNEP). (2021). *Becoming #GenerationRestoration: Ecosystem restoration for people, nature and climate.* <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36251/ERPNC.pdf>

Vargas, O. (Ed.). (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino.* Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente.

Vargas, O. (2010). Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246.

WWF. (2018, 6 de marzo). *Glosario ambiental: Servicios ecosis... ¿qué?* <https://www.wwf.org.co/?324210/Glosario-ambiental-Servicios-ecosis-que>

