

**GUÍA PARA LA RESTAURACIÓN  
DE BOSQUES MONTANOS TROPICALES**



# MÓDULO 1

## PLANIFICACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN A ESCALA LOCAL

Rossana Proaño, Nina Duarte



# GUÍA PARA LA RESTAURACIÓN DE BOSQUES MONTANOS TROPICALES

## MÓDULO 1

### PLANIFICACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN A ESCALA LOCAL

@CONDESAN, 2018

ISBN: 978-9942-8662-4-0

#### Autores del módulo:

Rossana Proaño<sup>1</sup>, Nina Duarte<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CONDESAN, <sup>2</sup>Fundación Imaymana

#### Editores generales de la guía:

Rossana Proaño<sup>1</sup>, Nina Duarte<sup>2</sup>, Francisco Cuesta<sup>1</sup>, Gabriela Maldonado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CONDESAN, <sup>2</sup>Fundación Imaymana

#### Corrección de estilo, diseño gráfico, diagramación e impresión de la guía:

Manthra Comunicación

#### Fotografías:

Nina Duarte, Archivo CONDESAN.

Citar este documento de la siguiente forma:

Proaño, R.; Duarte, N. 2018. Planificación para la implementación de prácticas de restauración a escala local.

En: Proaño, R.; Duarte, N.; Cuesta, F.; Maldonado, G. (Eds.). 2018. Guía para la restauración de bosques montanos tropicales. CONDESAN. Quito-Ecuador.

Esta publicación ha sido realizada con el apoyo del Proyecto EcoAndes y el Programa Bosques Andinos ejecutados por CONDESAN. El Proyecto EcoAndes cuenta con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), a través de ONU Medio Ambiente, y es ejecutado en coordinación con los Ministerios de Ambiente en Ecuador y Perú ([www.condesan-ecoandes.org](http://www.condesan-ecoandes.org)). El Programa Bosques Andinos es implementado en consorcio con Helvetas Swiss Intercooperation y financiado por la Cooperación Suiza COSUDE ([www.bosquesandinos.org](http://www.bosquesandinos.org)). Para la implementación de actividades de ambos proyectos en el noroccidente de Pichincha -Ecuador, CONDESAN estableció un asocio con la Fundación Imaymana.



CONDESAN



ECOANDES



Con el apoyo de:

MINISTERIO DEL AMBIENTE



# Índice

PRESENTACIÓN	5
1. La planificación como primera etapa de un proceso de restauración	12
1.1. Objetivos de la planificación	16
1.2. Fases de la planificación	16
1.3. La planificación y el manejo adaptativo	18
2. Priorización de áreas para la restauración	20
2.1. Prioridades de restauración	20
2.2. Factibilidad de restauración	25
2.3. Planificación integral de la finca	27
3. Enfoques de restauración	32
3.1. Restaurar ecosistemas naturales	32
3.1.1. Uso destinado a las áreas de restauración de ecosistemas naturales	33
3.2. Recuperar servicios ecosistémicos puntuales	34
3.2.1. Uso destinado a las áreas de recuperación de servicios ecosistémicos puntuales	36
4. Definición de los objetivos de restauración	40

5. Elaboración de un diagnóstico de sitio	44
6. Identificación de ecosistemas o sitios de referencia	51
<b>6.1. Caracterización del ecosistema de referencia</b>	53
7. Selección de estrategia y prácticas de restauración	56
8. Diseño de un sistema de monitoreo y establecimiento de metas de restauración	57
9. Planificación logística de las actividades y elaboración de un cronograma	59
10. Elaboración de un presupuesto	61
<b>10.1. Rubros a considerar</b>	61
<b>10.2. El presupuesto y las estrategias de intervención</b>	63
<b>10.3. Seguimiento financiero</b>	63
11. Desde la definición del enfoque al establecimiento del cronograma: ejemplo de planificación	64
12. Glosario de términos	74
13. Literatura citada	81

# PRESENTACIÓN

En las últimas décadas, el acelerado proceso de pérdida de bosques montanos y degradación de la tierra en los Andes tropicales ha ocasionado una disminución de biodiversidad y de importantes servicios ecosistémicos de los que dependen los modos de vida de muchas comunidades rurales y urbanas en los países andinos. El estudio de Mulligan (2010) estimó que, para 2009, se perdió 560 499 km<sup>2</sup> de bosques montanos nublados en la región de los Andes tropicales (Tabla 1).

**Tabla 1.** Extensión y superficie que cubren los bosques montanos en los países de la región andina (2009).

País	Extensión potencial de bosques montanos (km <sup>2</sup> )	Extensión potencial de bosques montanos respecto del territorio nacional (%)	Extensión bosques montanos al 2009 (km <sup>2</sup> )	Extensión bosques montanos remanentes respecto del territorio nacional (%)	Bosques montanos deforestados al 2009 (km <sup>2</sup> )
Perú	348,898	22.8	158,960	10	200,500
Colombia	300,751	22.6	152,281	11	157,181
Bolivia	151,878	11.4	64,900	5	90,387
Ecuador	108,466	36.4	63,323	21	52,086
Venezuela	219,445	20.4	165,853	16	60,345
<b>Total</b>	<b>1,129,438</b>		<b>605,317</b>		<b>560,499</b>

Fuente: adaptación de Mulligan (2010)

Estos ecosistemas constituyen la matriz predominante de los Andes tropicales y se extienden desde los 500 a los 3 500 msnm (Josse *et al.* 2011). Tienen especial importancia para la conservación de la biodiversidad, la regulación hídrica, la regulación climática regional y la captura y almacenamiento de carbono (Cuesta *et al.* 2009). Actualmente, los paisajes an-

dinos mantienen remanentes fragmentados de estos ecosistemas, sin una conectividad adecuada y rodeados de una matriz productiva en la que priman prácticas de manejo no sostenibles (Armenteras *et al.* 2011, Etter *et al.* 2006, Peralvo *et al.* 2015). Frente a esto, la restauración de los paisajes andinos y sus ecosistemas boscosos, así como el mejoramiento de la conectividad, es una necesidad cada vez más apremiante.

En un contexto internacional que promueve iniciativas de restauración a gran escala para revertir parte de la degradación ambiental que enfrenta el planeta, son necesarios procesos de reflexión y análisis que resulten en lineamientos para la acción concreta a nivel regional, nacional y local. Así, la planificación para la restauración es un ejercicio que idealmente se realiza a distintas escalas que se articulan entre sí. La práctica de la restauración no debe concebirse como una acción aislada que cumple un objetivo único al recuperar un ecosistema degradado, sino más bien como un abanico de oportunidades para revertir el deterioro ambiental, promover el uso sostenible de la tierra y empoderar a las poblaciones humanas para una toma de decisiones consciente, que comprenda y valore las interacciones y necesidades del paisaje.

En la región andina, existe mucho interés y diversas iniciativas para restaurar áreas degradadas, por parte de los tomadores de decisiones y las comunidades. Sin embargo, es necesario reforzar el conocimiento conceptual y técnico para facilitar la práctica de la restauración en campo e incrementar el éxito de las iniciativas en el largo plazo. Esta *Guía para la restauración de los bosques montanos tropicales* surge como una necesidad, evidenciada desde las escalas locales donde se implementa la restauración, y busca proveer de herramientas técnicas prácticas a planificadores y equipos técnicos de los gobiernos locales, así como a otros actores involucrados en los procesos de restauración. Estas herramientas establecen rutas de planificación para encaminar los procesos, facilitan la selección de las técnicas más adecuadas para conseguir los objetivos planteados, reúnen el conocimiento local y los resultados de investigaciones pasadas para dar pautas sobre la selección de especies potenciales, brindan métodos para el seguimiento que pueden ser adaptados a las realidades locales

y conjugan visiones desde las escalas local y del paisaje para una planificación integrada. Así, el objetivo de esta guía es facilitar la planificación, implementación y seguimiento de prácticas de restauración, además de brindar un apoyo conceptual sencillo y oportuno.

Los recursos presentados se basan en información bibliográfica relevante, pero, sobre todo, en experiencias prácticas desarrolladas en el noroccidente de la provincia de Pichincha, en Ecuador, por parte del Consorcio para el Desarrollo de la Ecorregión Andina (CONDESAN) y la Fundación Imaymana, en el marco del Proyecto EcoAndes y el Programa Bosques Andinos. Pensamos que varias de las lecciones aprendidas pueden adaptarse y aplicarse en procesos de restauración de bosques montanos tropicales en otras áreas de Ecuador y la región. Las recomendaciones que presenta esta guía constituyen un insumo para complementar y enriquecer los procesos locales de planificación, en los que se analizan, integran y adaptan las opciones más adecuadas para cumplir los objetivos de restauración específicos de cada territorio; no obstante, no son las únicas alternativas para llevar a cabo la práctica de la restauración.

La serie contempla cinco módulos que se complementan entre sí, aunque también pueden ser consultados de forma individual. Todos contienen un glosario de términos para facilitar la revisión y comprensión de algunos conceptos importantes. Estos términos están resaltados en negrita la primera vez que son mencionados en cada módulo.

## **Módulo 1.**

### **Planificación para la implementación de prácticas de restauración a escala local**

Brinda una visión integral y resumida de todos los aspectos que, idealmente, se debe definir antes de la implementación de prácticas de restauración en campo, como los objetivos de la intervención, el estado de degradación existente, el uso al que se va a destinar al área en el futuro y los ecosistemas de referencia, entre otros. Aporta con revisiones conceptuales básicas y resalta la posibilidad de contribuir a la recuperación de

un área degradada, tanto desde la conservación como desde la producción sostenible. Al final, contiene un ejemplo de planificación basado en todos los aspectos revisados. Este módulo es de utilidad para quien necesite generar un proyecto o plan de actividades de restauración para después coordinarlo, implementarlo o darle seguimiento.

## **Módulo 2.**

### **Selección y establecimiento de estrategias y prácticas de restauración**

Profundiza en la definición de una estrategia de restauración –aspecto fundamental de la planificación–, acorde a los objetivos y a las características específicas del área de intervención. Además, presenta varias alternativas de diseños y prácticas para implementar en campo. La información se complementa con consideraciones a tomar en cuenta durante la siembra de plantas. El módulo, además de contribuir a la planificación, es de utilidad para quien tenga interés en diversificar prácticas de restauración usadas actualmente o para quien necesite modificar las acciones realizadas para lograr mejores resultados.

## **Módulo 3.**

### **Selección de especies potenciales para la restauración**

Enfatiza en la importancia de hacer una selección adecuada de especies, cuando la estrategia de restauración considere la siembra de plantas. Propone un sistema de filtros para apoyar la selección de las especies que mejor se adaptarán al área de intervención, en concordancia con el uso al que será destinada el área y los objetivos de restauración. Como un aporte específico a la restauración de los bosques montanos occidentales del Ecuador, se presenta un listado de 95 especies potenciales adecuadas para estos ecosistemas, y caracterizadas en base a sus funciones ecológicas y usos. Además, se incluyen fichas con información estandarizada de 63 especies. Este módulo es complementario al Módulo 2, pues la selección de especies es un aspecto fundamental en el diseño de las prácticas de restauración.

## **Módulo 4.**

### **Monitoreo y mantenimiento de áreas en proceso de restauración**

Profundiza en el seguimiento y evaluación de la trayectoria de restauración del área intervenida como aspecto básico y necesario para la sostenibilidad de las prácticas y el manejo adaptativo para obtener aprendizajes y mejorar los resultados. El módulo presenta 12 indicadores de monitoreo, describe las metodologías respectivas y da lineamientos para el análisis. Adicionalmente, recomienda prácticas para el mantenimiento de las áreas intervenidas. Contribuye también a la planificación inicial de un proyecto y es de utilidad, sobre todo, para el personal técnico a cargo de implementar el monitoreo, ya sea mediante la toma de datos en campo o análisis posteriores.

## **Módulo 5.**

### **El enfoque de paisaje en la planificación a mesoescala de la restauración**

Da lineamientos concretos para realizar la planificación de la restauración a una escala más amplia, o de paisaje, recalcando la necesidad de una articulación entre los procesos de planificación realizados a distintas escalas. Para esto, describe en qué consiste el enfoque de paisaje y caracteriza las fases de planificación necesarias. También reflexiona sobre los mecanismos más relevantes para promover la sostenibilidad de los procesos de restauración, así como sobre los vínculos necesarios a procesos globales que promuevan la restauración de paisajes. Este módulo es relevante para técnicos, autoridades locales y planificadores en general, involucrados en procesos de ordenamiento territorial y restauración.

## Resumen del módulo

La restauración de áreas degradadas requiere un proceso de planificación a escala local que defina la forma de intervención más adecuada, y facilite el acompañamiento al desarrollo de las actividades en campo, permitiendo aplicar un manejo adaptativo para guiar las actividades hacia el cumplimiento de los objetivos planteados. Se propone definir inicialmente el enfoque de restauración, diferenciando la intervención en áreas que se destinarán a la conservación, de aquella que se realizará en áreas productivas o en áreas con fines de protección.

El objetivo de la actividad o proyecto enfatizará en los elementos ecosistémicos que se deseen recuperar y en el beneficio asociado que se persigue. Para el proceso de selección de áreas de intervención, se sugiere priorizar los sitios importantes para la conectividad del paisaje y la recarga hídrica, las pendientes pronunciadas, sistemas productivos con evidente deterioro del suelo y la calidad del agua, así como fuentes de agua desprotegidas. La elaboración de un diagnóstico de sitio permitirá conocer la historia y las características de la degradación, así como las barreras que impiden la sucesión ecológica.

Con base en esto, durante el proceso de planificación, se define las mejores estrategias y prácticas de restauración. La planificación logística de las actividades y la elaboración de un cronograma que contemple las fases de planificación, implementación y seguimiento, así como la elaboración de un presupuesto, son también herramientas fundamentales en el proceso. El esfuerzo y los recursos que se dediquen a la planificación variarán de acuerdo con la envergadura del proyecto planteado; sin embargo, ya sea que se realice una planificación sencilla o una más detallada, esta constituye un pilar necesario para llevar a cabo la práctica de la restauración en sus diferentes contextos.

## 1. La planificación como primera etapa de un proceso de restauración

Además de revertir la degradación de los sistemas naturales, la restauración ecológica es una actividad que genera beneficios sociales y económicos para la humanidad (Murcia *et al.* 2017).

La restauración ecológica se define como el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado o destruido (SER 2004). Se ha convertido en una necesidad imperante en los procesos de planificación territorial y de manejo de recursos naturales, debido a las evidentes consecuencias que las poblaciones humanas afrontan actualmente a causa de la destrucción de los ecosistemas naturales, como la escasez de agua, la baja productividad de cultivos, la vulnerabilidad ante desastres naturales, entre otras. Además de revertir la degradación de los sistemas naturales, la restauración ecológica es una actividad que genera beneficios sociales y económicos para la humanidad (Murcia *et al.* 2017).

El paisaje andino está constituido por ecosistemas naturales, como bosques, páramos, punas, glaciares y humedales. Los bosques montanos tropicales andinos forman parte importante de este paisaje y son fundamentales en la provisión de **servicios ecosistémicos** principalmente vinculados al agua, a la regulación climática regional y a la captura y almacenamiento de carbono. Han sido catalogados como ecosistemas frágiles y estratégicos por estar situados en zonas de recarga de cuencas hidrográficas que proveen agua de la que se benefician más de 40 millones de personas en Bolivia, Ecuador y Perú (Cuesta *et al.* 2009). Tienen una importancia global por su función en la regulación hídrica, el mantenimiento de la alta calidad del agua y por ser reservorios de biodiversidad (Bubb *et al.* 2004, Osinaga *et al.* 2014).

Bosques de la cordillera occidental de los Andes, Ecuador.

Los bosques montanos coexisten junto a asentamientos humanos y mosaicos productivos que forman parte del paisaje, por lo que también son un sostén importante para los sistemas productivos. Sin embargo, la expansión progresiva y no planificada de asentamientos humanos y sistemas productivos poco sostenibles producen la reducción, también progresiva, de la superficie ocupada por ecosistemas naturales. Esto tiene como consecuencias una disminución en la biodiversidad y una degradación o pérdida de los servicios ecosistémicos de los que dependen las poblaciones humanas (Caja 1).

### Caja 1. ¿Qué son los servicios ecosistémicos?

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que obtienen las poblaciones humanas de la existencia de ecosistemas saludables. Estos beneficios se generan a partir de procesos básicos que ocurren en la naturaleza, como la formación de suelo, la fotosíntesis, la producción primaria y los ciclos de nutrientes. Gracias a estos procesos, los ecosistemas ofrecen a las poblaciones humanas servicios de provisión de recursos, como agua, madera, materias primas, recursos medicinales o alimentos. Proveen también servicios de regulación, como el mejoramiento de la calidad del aire, mantenimiento de la fertilidad del suelo, control de enfermedades y plagas, polinización, regulación de la erosión, regulación del ciclo del agua y regulación del clima. Adicionalmente, los servicios culturales de los ecosistemas son los que contribuyen a mantener las diferentes culturas, como los valores educativos, espirituales o de recreación asociados a la naturaleza (MEA 2005a).

La capacidad de los ecosistemas para ofrecer estos servicios depende de las complejas interacciones biológicas, químicas y físicas que se dan entre los distintos organismos que viven en ellos y con su medio abiótico. Estas interacciones se ven afectadas por las actividades humanas que provocan la degradación o desaparición de ecosistemas, repercutiendo en una disminución de los servicios ecosistémicos que estos proveen (MEA 2005a). Las prácticas de restauración tienen un rol importante en mejorar las condiciones para la provisión de servicios ecosistémicos, en paisajes que se han visto afectados por la degradación.

CAJA 1



Paisaje andino en la provincia del Carchi, Ecuador, con matriz productiva dominante y remanentes de bosques montanos en la parte alta de la cuenca.



La planificación idealmente reúne a diversos actores.

## Caja 2. La restauración a escala local y su relación con el paisaje

La planificación para la restauración puede hacerse en distintas escalas geográficas. Los módulos 1 hasta 4 dan lineamientos para planificar e implementar acciones de restauración, sobre todo, a escala local. En esta Guía, la escala local se refiere a áreas concretas previamente identificadas, que poseen una delimitación clara, presentan un uso de suelo y un estado de degradación relativamente homogéneos y en cuya superficie se aplican prácticas de restauración para lograr un objetivo específico para el sitio. El trabajo se planifica directamente con los propietarios de la tierra, en base a las características de degradación existentes en el terreno y tomando en cuenta los intereses particulares del propietario para la restauración del lugar. Ejemplos de áreas de este tipo son un área de barbecho en una finca, el talud inestable de un camino vecinal, el área riparia de una quebrada compartida por cuatro fincas o una zona impactada por fuego en un predio comunitario.

En el Módulo 5, se profundizará en los aspectos de planificación y gobernanza para la restauración a escala de paisaje. Esta se aplica a territorios grandes, heterogéneos, con diversos usos y coberturas de suelo (p. ej. una cuenca hidrográfica o una división territorial político-administrativa, como una provincia, parroquia, departamento o distrito). A esta escala se busca definir prioridades y objetivos de restauración territoriales con miras al desarrollo de paisajes sostenibles, y se congrega a múltiples actores en el proceso. A diferencia de la planificación a escala local, a nivel del paisaje no se definen los espacios físicos concretos donde aplicar la restauración, ni las prácticas específicas, sino que se acuerdan y establecen áreas extensas en donde se considera prioritario intervenir (p. ej. áreas en distintas altitudes que conecten zonas de bosque protegidas, o las zonas de importancia hídrica en las microcuencas). Esto se da como resultado de ejercicios de planificación territorial desarrollados bajo los marcos regulatorios específicos de los gobiernos locales.

Ambas escalas de planificación deben ser complementarias. La planificación a escala local, idealmente se alinea a la planificación más amplia del territorio. Sin embargo, si la planificación a nivel del paisaje no contempla acciones de restauración, o no responde a las necesidades locales, es posible y necesario proponer acciones o proyectos de restauración como iniciativas desde la escala local.

CAJA 2



Paisaje andino en la provincia de Pichincha, Ecuador.

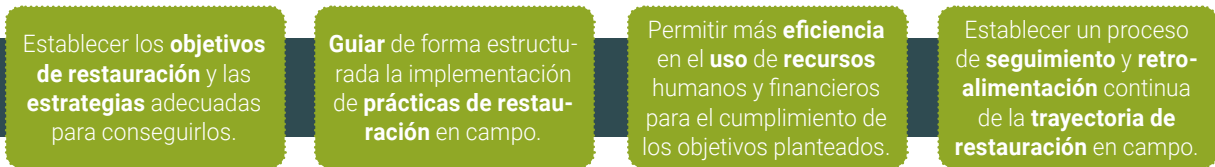
Esta *Guía para la restauración de ecosistemas montanos tropicales* aborda la restauración como una práctica que contribuye a la sostenibilidad de todo el paisaje. Así, se toma en cuenta no solamente la necesidad de restaurar los ecosistemas boscosos en áreas prioritarias, sino también la necesidad de recuperar y mantener servicios ecosistémicos en zonas de uso productivo que conforman el paisaje donde están inmersos estos bosques. De este modo, la Guía define como prácticas de restauración todas aquellas acciones dirigidas a recuperar áreas degradadas, ya sea para la restauración de ecosistemas naturales íntegros o para la recuperación de servicios ecosistémicos puntuales (p. ej. mantenimiento de la fertilidad del suelo).



Si bien la planificación para la restauración se realiza en varias escalas, este módulo se concentra en la escala local (Caja 2). Por planificación se entiende el proceso de definir acciones que se implementarán de forma metódica, para cumplir un objetivo concreto. Permite establecer el tipo de estrategia y prácticas asociadas que deberán aplicarse, además de la temporalidad de implementación. Con una buena planificación se busca optimizar los recursos, humanos y financieros. Los procesos de planificación permiten además estimar el tiempo que tomará ver tendencias o resultados con respecto a la consecución de los objetivos planteados.

### 1.1. Objetivos de la planificación

Los objetivos de la fase de planificación son:



### 1.2. Fases de la planificación

La planificación involucra una toma continua de decisiones de manejo. Da inicio al proceso de restauración, pero se mantiene durante la implementación e, incluso, durante el seguimiento posterior. Esta Guía plantea las siguientes acciones de planificación para un proyecto de restauración:



Estas acciones no necesariamente se realizan en el orden mencionado, pues cada proyecto parte de una base de información y disponibilidad de recursos distintas. Puede ser, por ejemplo, que el enfoque de intervención esté claro, antes de haber definido el área de intervención, o que la definición del sistema de monitoreo se realice al final, cuando ya se cuente con los recursos para contratar a un especialista. Asimismo, el énfasis que se dé a cada aspecto será distinto, ya que para ciertos proyectos será fundamental, por ejemplo, contar con un diagnóstico de sitio exhaustivo, mientras que otros preferirán dedicar mayores esfuerzos a la búsqueda de sitios de referencia adecuados. Lo importante es que todos estos aspectos sean considerados durante el proceso de planificación.

### 1.3. La planificación y el manejo adaptativo

La práctica de la **restauración ecológica** demanda mejorar la comprensión sobre los procesos naturales que ocurren a lo largo del tiempo en un área en recuperación, en particular, en los ecosistemas tropicales de montaña (Chazdon *et al.* 2008, 2016). La aplicación del **manejo adaptativo** en la práctica de la restauración ecológica es necesario, pues constituye un proceso de aprendizaje, así como de adaptación, del cual se obtiene dos resultados: un mejor entendimiento del sistema que se restaura y un mejor manejo del sistema, a partir de ese entendimiento (Williams 2011).

El manejo adaptativo consiste en revisar periódicamente los impactos de las acciones implementadas y modificarlas en caso de ser necesario, para obtener un mejor resultado.

La práctica de la restauración aplica distintos niveles de intervención humana en un área determinada, que en el terreno se combinan con factores naturales y, juntos, operan a lo largo del tiempo. Esta combinación de factores implica cierto nivel de incertidumbre sobre la trayectoria de restauración que seguirá el área (Williams 2011). El manejo adaptativo consiste en revisar periódicamente los impactos de las acciones implementadas y modificarlas en caso de ser necesario, para obtener un mejor resultado. Esto quiere decir que las decisiones de manejo se adaptan al desempeño que muestra el área en recuperación, para asegurar una trayectoria adecuada en el tiempo. Este proceso de evaluación periódica no debe perder de vista los objetivos establecidos y debe tomar en cuenta las diferentes alternativas de manejo

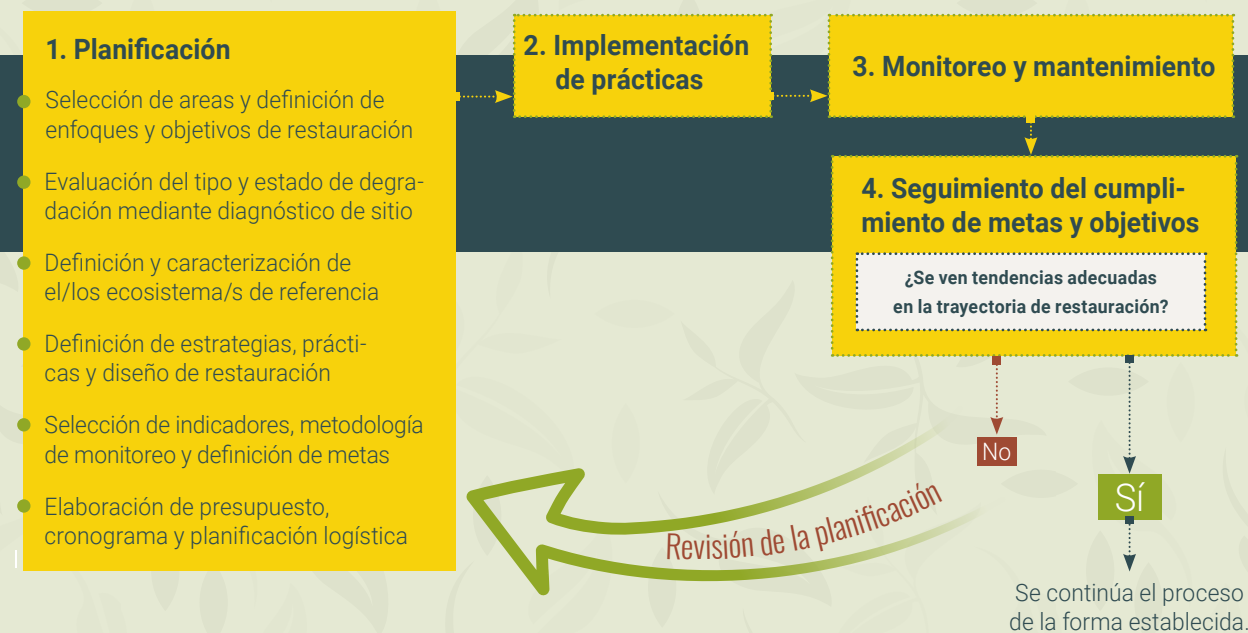
(National Research Council 2004). También es de utilidad establecer los aspectos que generan mayor incertidumbre como, por ejemplo, si el tipo de especies elegidas logrará adaptarse a las difíciles condiciones edáficas o si las fuentes de **propágulos** cercanas serán suficientes para que se inicie un proceso de **sucesión ecológica**. Esto asegurará que se establezcan indicadores de evaluación para estos aspectos.

En este contexto, la planificación para la restauración de ecosistemas debe ser lo suficientemente clara para guiar de manera adecuada las prácticas en campo, pero también debe ser flexible, para introducir ajustes. El sistema de monitoreo es el componente fundamental para la generación de información continua que permite evaluar si el sitio de intervención avanza hacia los objetivos planteados, o no, y tomar decisiones a partir de los hallazgos.

Si bien en varios casos puede ser necesario un cambio de estrategia o de las prácticas de restauración seleccionadas, en otros se necesita revisar la planificación logística (p. ej. la temporalidad del mantenimiento del área), reemplazar alguna especie o, incluso, revisar si los indicadores de evaluación son los adecuados. Cualquiera de los aspectos establecidos en la planificación puede ser revisado o modificado para redireccionar la trayectoria de restauración hacia un mejor resultado. La Figura 1 muestra las diferentes etapas del proceso de implementación de proyectos de restauración, incluyendo las fases de planificación, y enfatiza en la necesidad de una evaluación y seguimiento de cumplimiento de objetivos, en un contexto de manejo adaptativo.



Plántula de tara o guarango (*Caesalpinia spinosa*). Esta especie tiene gran potencial para la restauración, pues se ha adaptado a condiciones de suelo y climáticas desfavorables.



**Figura 1.** Proceso de implementación de un proyecto de restauración en un contexto de manejo adaptativo

## 2. Priorización de áreas para la restauración

### 2.1. Prioridades de restauración

Aunque en ciertos contextos existe claridad inicial sobre qué áreas necesitan acciones de restauración, en otros casos es necesario hacer un ejercicio de identificación y priorización. Los sitios específicos de intervención deberían priorizarse, sobre todo, con base en la importancia del área para sostener flujos ecosistémicos, proveer servicios ecosistémicos a las poblaciones, conservar la biodiversidad, evitar desastres ecológicos, como inundaciones o contaminación de fuentes de agua, entre otros aspectos relevantes. La priorización también es importante desde un punto de vista económico pues, ante recursos limitados, es necesario favorecer aquellas áreas donde el beneficio y el impacto de las prácticas de restauración sean mayores.

La priorización de áreas puede realizarse a distintas escalas (Caja 2). A escala local, los ejercicios de priorización identifican los sitios específicos donde llevar a cabo prácticas concretas, y donde estas puedan ser más eficaces. En ciertos casos, esta escala de análisis puede sobreponerse con la escala de paisaje. El Módulo 5 dará algunos lineamientos para llevar a cabo ejercicios de priorización de áreas a nivel del paisaje.

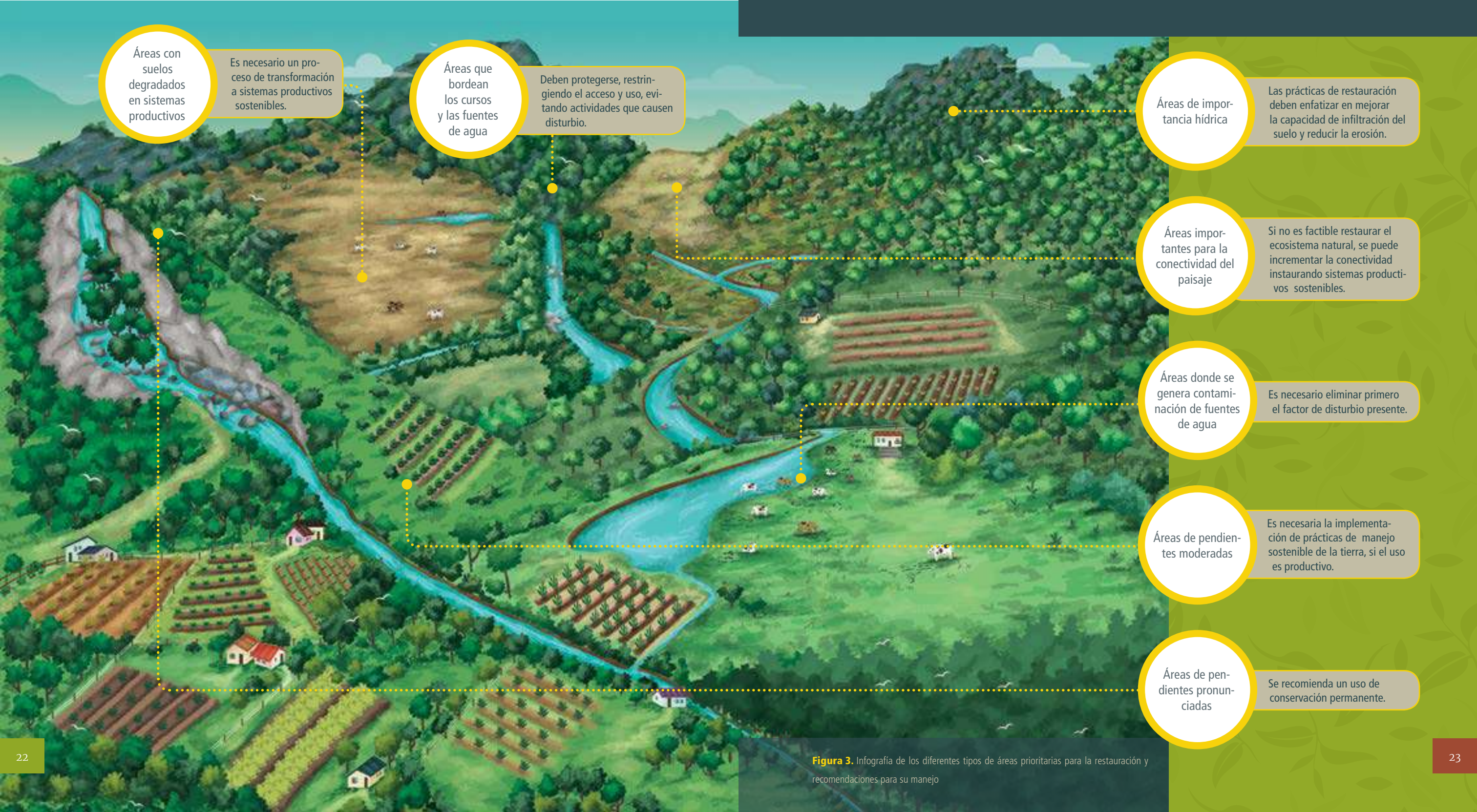
Las áreas de restauración se priorizan de acuerdo con diferentes criterios. En el contexto de los bosques montanos tropicales, se consideró la ubicación geográfica, la topografía y el tipo de degradación como los más significativos. A partir de esto, se sugiere las siguientes categorías de áreas prioritarias para la restauración:

- Áreas importantes para la conectividad del paisaje.
- Áreas que bordean los cursos y las fuentes de agua.
- Áreas de importancia hídrica.
- Áreas de pendientes pronunciadas (> 40°) (Figura 2).
- Áreas de pendientes moderadas (20-40°).
- Áreas con suelos degradados en sistemas productivos.
- Áreas donde se genera contaminación de fuentes de agua.



**Figura 2.** Área de pendiente pronunciada, donde es prioritario realizar restauración.

En muchos casos un área determinada corresponderá a varias categorías a la vez. Esto va a destacar su importancia en el ejercicio de priorización. La Figura 3 muestra y la Tabla 2 describe de forma general cada categoría y explica su importancia para la restauración.



Áreas con suelos degradados en sistemas productivos

Es necesario un proceso de transformación a sistemas productivos sostenibles.

Áreas que bordean los cursos y las fuentes de agua

Deben protegerse, restringiendo el acceso y uso, evitando actividades que causen disturbio.

Áreas de importancia hídrica

Las prácticas de restauración deben enfatizar en mejorar la capacidad de infiltración del suelo y reducir la erosión.

Áreas importantes para la conectividad del paisaje

Si no es factible restaurar el ecosistema natural, se puede incrementar la conectividad instaurando sistemas productivos sostenibles.

Áreas donde se genera contaminación de fuentes de agua

Es necesario eliminar primero el factor de disturbio presente.

Áreas de pendientes moderadas

Es necesaria la implementación de prácticas de manejo sostenible de la tierra, si el uso es productivo.

Áreas de pendientes pronunciadas

Se recomienda un uso de conservación permanente.

Figura 3. Infografía de los diferentes tipos de áreas prioritarias para la restauración y recomendaciones para su manejo

**Tabla 2.** Áreas prioritarias para restauración según criterios de ubicación geográfica, topografía y tipo de degradación.

Criterio de priorización/ tipo de área	Descripción	¿Por qué son prioritarias?
Por ubicación geográfica	Áreas importantes para la conectividad del paisaje	Permiten la movilización de organismos (plantas y animales) entre los distintos fragmentos de bosque, facilitando procesos ecológicos, como la dispersión de semillas, la polinización o el flujo genético. Esto permite que el paisaje tenga ecosistemas naturales con más <b>resiliencia</b> ante disturbios, provean mejores servicios ecosistémicos y tenga poblaciones animales y vegetales más saludables. Un paisaje conectado sostiene también los sistemas productivos, porque contribuye a incrementar la calidad del suelo, la polinización cruzada, la regulación del clima y del agua, el control de plagas, entre otros beneficios.
	Áreas que bordean los cursos y las fuentes de agua	Además de promover la infiltración de agua y contribuir a la estabilización de caudales, estas áreas actúan como filtros de sedimentos y de contaminantes conducidos desde las tierras altas. La vegetación protege las fuentes de agua y permite que esta sea de buena calidad. Esto es particularmente importante cuando se realiza uso de agroquímicos tierras arriba o hay problemas de erosión del suelo con arrastre de sedimentos. En el caso de grandes ecosistemas riparios, hay además una biodiversidad específica que amerita conservación.
	Áreas de importancia hídrica	Las partes altas y medias de las microcuencas se consideran zonas de recarga hídrica, pues el agua que llega a ellas es captada por la vegetación e infiltrada al suelo. Esto permite una liberación pausada y continua a lo largo del año a través de las diferentes fuentes de agua de la cuenca. Si estas áreas no tienen una vegetación adecuada, o el suelo está muy compactado, el agua no se infiltrará, provocando disminuciones considerables en los caudales base durante la época seca, y causando inundaciones y erosión del suelo durante la época lluviosa.*
Por topografía	Áreas de pendientes pronunciadas	Revertir la degradación de estas áreas es fundamental para reducir el riesgo de deslizamientos y pérdida de suelo como producto de la erosión por agua y viento. Su restauración también contribuye a evitar las inundaciones que se podrían generar por el alto nivel de escorrentía superficial.**

Por tipo de degradación	Áreas de pendientes moderadas	Son aquellas cuya inclinación (25-40°) facilita la erosión, aunque en menor magnitud.	Asimismo, estas áreas son prioritarias para evitar el riesgo de deslizamientos, pérdida de suelo e inundaciones como producto de la erosión por agua y viento.***
	Áreas con suelos degradados en sistemas productivos	Son todas aquellas áreas en que se realizan actividades productivas agrícolas, ganaderas o de otra índole, que presentan problemas como erosión, baja fertilidad, compactación o contaminación del suelo.	Son áreas prioritarias porque constituyen un porcentaje importante de los paisajes andinos. En algunos casos, se intercalan con remanentes de bosque. En estas áreas es importante promover prácticas de producción sostenible, para mejorar la provisión de servicios ecosistémicos y mejorar el nivel de conectividad que ofrece el área.
	Áreas donde se genera contaminación de fuentes de agua	Son aquellas áreas, usualmente de uso productivo, en que se origina contaminación del agua como, por ejemplo, aquellas donde se utiliza insumos químicos contaminantes, donde hay un manejo deficiente del estiércol o donde el ganado accede a las fuentes de agua, sin algún control	Son áreas prioritarias por el impacto directo que tienen en el agua para consumo.****

Notas: \* En las áreas de importancia hídrica, bajo uso productivo, donde no es factible restaurar ecosistemas naturales, es necesario aplicar prácticas de manejo sostenible de la actividad productiva, para conservar el suelo e incrementar la cobertura vegetal que promueva la infiltración de agua.

\*\* En estas áreas, se busca el cambio de uso de suelo a uno de protección o conservación.

\*\*\* Si se realizan actividades productivas, es importante aplicar prácticas que contribuyan a la estabilidad del suelo, como plantaciones en curvas de nivel y terrazas. También se puede reducir la escorrentía superficial y promover la infiltración del agua mediante zanjas de infiltración.

\*\*\*\* En ellas es importante asegurar la eliminación o reducción de la fuente de contaminación, como parte del proceso de restauración.

## 2.2. Factibilidad de restauración

Además de la prioridad de restauración de un área, es necesario analizar la factibilidad de implementar acciones en ella. Esta dependerá tanto de las posibilidades técnicas y de recursos de los implementadores, como del tipo y nivel del disturbio. Áreas con altísimos niveles de degradación, como aquellas devastadas por la extracción minera, solo pueden ser rehabilitadas mediante una gran inversión de recursos y tiempo. Áreas de este tipo deberían ser prioridad para intervenciones estatales directas, ya que pueden asegurar recursos y esfuerzos especiales. Los procesos de planificación de la restauración a escala local pueden atender con más eficiencia áreas donde todavía es posible una recuperación significativa con un esfuerzo y costos razonables.

Conciliar la prioridad de restauración con la factibilidad no siempre es posible. En estos contextos es importante encontrar mecanismos que tomen en cuenta los costos de oportunidad de la intervención para el propietario de la tierra y que promuevan una mirada integral a las fincas.

- La factibilidad también estará determinada por la predisposición del propietario para cambiar el uso de suelo actual, a uno de conservación, protección o producción sostenible, según sea el caso (Capítulo 3), y de eliminar las fuentes de disturbio (p. ej. retirar ganado del área, evitar su ingreso, suspender una actividad extractiva o cambiar el tipo de manejo). La disponibilidad de tiempo y de mano de obra por parte del propietario, así como la claridad en la tenencia de la tierra, son aspectos que contribuirán a la predisposición del propietario para invertir tiempo y recursos en los cambios que sean necesarios. Asimismo, es importante definir desde el inicio la factibilidad de que el área reciba un mantenimiento adecuado en los primeros años.

En los bosques montanos tropicales, gran parte del paisaje está conformado por amplios mosaicos agropecuarios, en los que se observa pocas posibilidades de dedicar áreas grandes de las fincas a usos no productivos. Existe más factibilidad cuando las áreas de menor rendimiento productivo son también las de mayor prioridad para la restauración. Un ejemplo claro son las áreas de alta pendiente, que suelen ser utilizadas para la agricultura y la ganadería con niveles limitados de productividad. Sin embargo, conciliar la prioridad con la factibilidad no siempre es posible. Un ejemplo de esto son las zonas con menores pendientes, o planas, ubicadas en las cercanías de fuentes de agua. Estas zonas son prioritarias para la restauración, pero a la vez son áreas muy productivas en las que normalmente hay cultivos establecidos. En estos contextos es importante encontrar mecanismos que tomen en cuenta los costos de oportunidad de la intervención para el propietario de la tierra y, sobre todo, que promuevan una mirada integral a las fincas. Los programas de incentivos pueden contribuir mucho a incrementar la factibilidad de intervención a escala local o de finca, sobre todo si van dirigidos a mejorar la productividad (Figura 4).

Es necesario fomentar ejercicios de planificación del uso del suelo de toda la finca, que consideren la importancia de las áreas de conservación y de restauración, así como de la adopción de buenas prácticas que mejoren el desempeño de las actividades productivas mientras se disminuye los impactos sobre los sistemas naturales. Las buenas prácticas cobran gran importancia para el fomento de una producción sostenible que permita mantener el uso productivo del suelo en el tiempo.



Figura 4. Aspectos básicos que contribuyen a incrementar la factibilidad de realizar restauración.

Es necesario fomentar ejercicios de planificación del uso del suelo de toda la finca, que consideren la importancia de las áreas de conservación y de restauración, así como de la adopción de buenas prácticas que mejoren el desempeño de las actividades productivas mientras se disminuye los impactos sobre los sistemas naturales. Las buenas prácticas cobran gran importancia para el fomento de una producción sostenible que permita mantener el uso productivo del suelo en el tiempo.

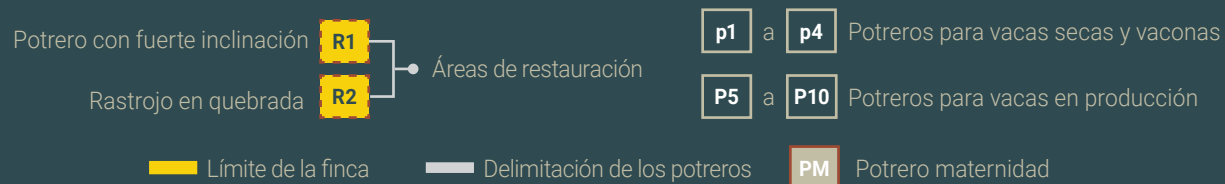
### 2.3. Planificación integral de la finca

La planificación integral de la finca, mediante instrumentos como el plan de finca, se realiza con el objetivo de ordenar las actividades productivas y, así, aprovechar al máximo las oportunidades que brindan las distintas áreas e identificar los problemas existentes y las posibles soluciones, con una visión a futuro que promueva la sostenibilidad productiva y ambiental.

La zonificación que se realiza como parte de la planificación, además de ordenar el área productiva de la finca según criterios técnicos, identifica áreas prioritarias para la conservación y la restauración. Así, se puede establecer que, por ejemplo, las zonas aledañas a fuentes de agua se restauran, mientras se trabaja en mejorar la eficiencia y la productividad de otras áreas por medio de prácticas de producción sostenible (Caja 3).

### Caja 3. Ejemplo de zonificación de finca

A continuación, se muestra el ejemplo de zonificación de una finca ganadera de aproximadamente 35 hectáreas que posee un área de bosque en un extremo. El ejercicio consistió en subdividir de forma más eficiente el área productiva-ganadera, se estableció la zona de bosque como área de conservación y se identificó dos áreas en las que es pertinente realizar restauración (Figura 5). La Tabla 3 describe estas áreas y las acciones de manejo que se implementaron para consolidar la zonificación y lograr un mejor desempeño productivo, además de proteger el ambiente.



**Figura 5.** Ejemplo de zonificación de una finca ganadera realizado durante el ejercicio de planificación integral de la finca.

**Tabla 3.** Descripción de la zonificación realizada en una finca ganadera y acciones de manejo llevadas a cabo.

Tipo de área	Descripción	Cambio en el manejo a implementarse
Área de conservación	Corresponde a una sección de remanente de bosque que posee la finca, de aproximadamente 5 hectáreas	Ningún cambio. Se reafirma la voluntad de conservar esta zona.
Área productiva	Área ganadera	<p>Se aplicaron buenas prácticas para mejorar el desempeño de la actividad ganadera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Acceso directo a agua en potreros: esto se logró mediante la instalación de mangueras y bebederos móviles, con el objetivo de evitar la deshidratación de los animales y la contaminación por el traslado de los animales a la quebrada.</li> <li>Subzonificación del área ganadera: se definió potreros para vacas en producción y potreros para vaconas o vacas secas, con el objetivo de optimizar la energía de los animales en el traslado hacia el establo y mejorar su bienestar. Se estableció un potrero de maternidad cercano al establo y a la casa que permita dar mejor atención a los animales.</li> </ul>
	Huerta y cultivo de frutales	Ningún cambio.
Áreas de restauración	Se identificó dos zonas de restauración:	En el potrero de pendiente, contiguo al área de bosque, se decidió implementar prácticas de restauración asistida, con el objetivo de dedicar esta área a la conservación.
	<p>R1. Potrero con pendiente pronunciada de aproximadamente 4 hectáreas.</p> <p>R2. Rastrero que bordea una quebrada pequeña.</p>	En la segunda área, se cercó la zona para contribuir a que las vacas no accedan a la fuente de agua, permitiendo de esta forma la regeneración natural. Esta acción se complementará con la siembra de algunas especies nativas. Esta área se dedicará también a la conservación.

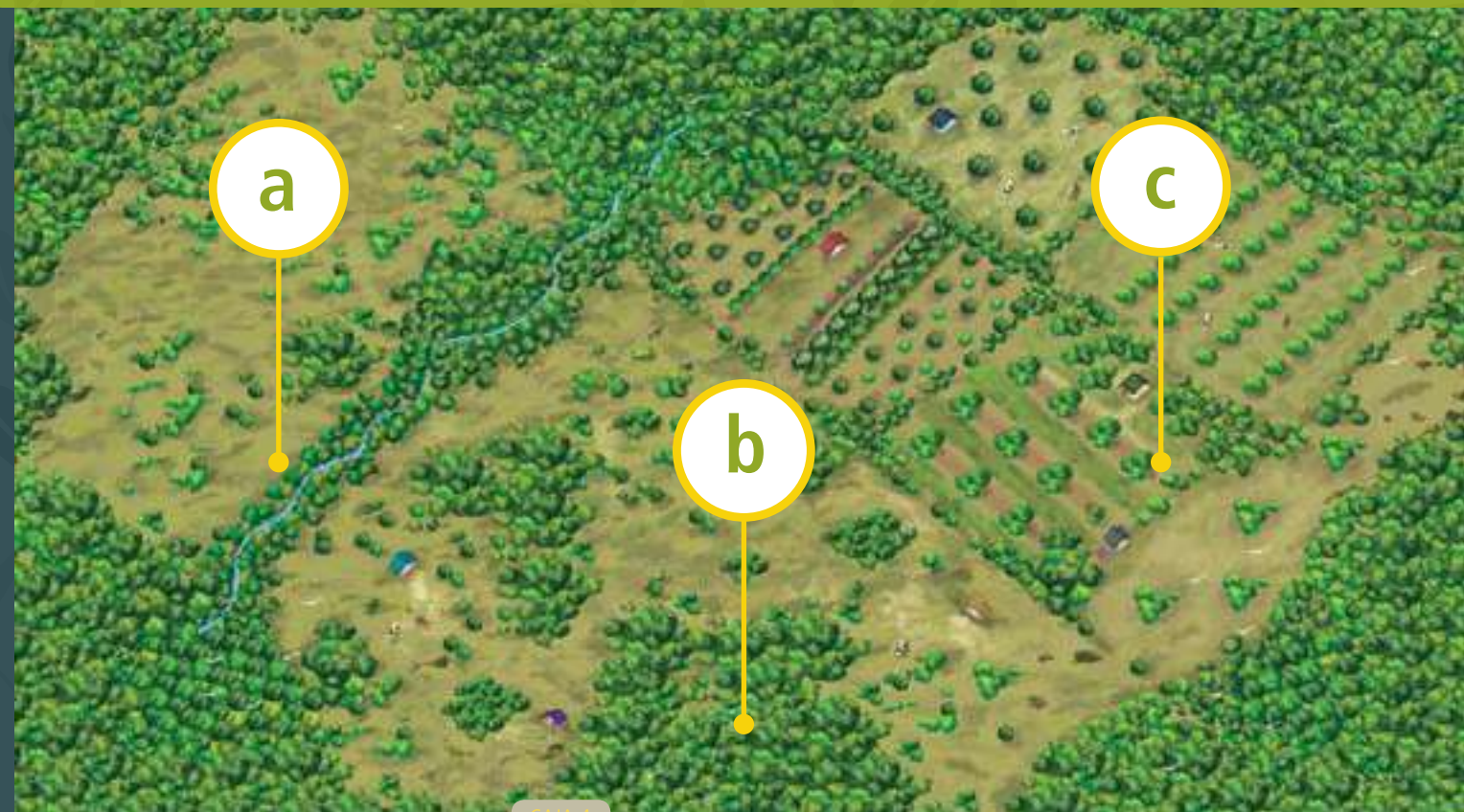
#### Caja 4. La importancia de la conectividad en un paisaje

Los paisajes de los Andes tropicales muestran diversos niveles de fragmentación del paisaje y aislamiento de los ecosistemas naturales. Una de las condiciones más importantes para que los paisajes provean servicios ecosistémicos a las poblaciones humanas es la conectividad. Esta se refiere al nivel en que el paisaje facilita la interacción y el movimiento de especies de flora y fauna entre distintas áreas cubiertas por vegetación natural (Forero-Medina y Vieira 2007), como remanentes de bosques, ecosistemas riparios o áreas en proceso de regeneración natural. Si estas zonas están conectadas, se incrementa el área de tránsito y dispersión de muchas especies, manteniéndose el intercambio genético, flujos de energía y procesos funcionales importantes.

Esto permite que el paisaje sea más resistente ante disturbios y tenga poblaciones animales y vegetales más saludables. Un paisaje conectado sostiene también a los sistemas productivos, porque contribuye a mejorar la calidad del suelo, la polinización cruzada, la regulación del clima y del agua, el control de plagas, entre otros beneficios.

Muchas prácticas de restauración se realizan con el objetivo de mejorar el nivel de conectividad de los paisajes. Con ellas se busca recuperar la vegetación en espacios que puedan conectar diferentes remanentes de vegetación natural. Como se observa en la Figura 6, estas áreas pueden tener la forma de corredores anchos y delgados, o comprenden una serie de parches pequeños cercanos entre sí. Prácticas sencillas como la plantación de árboles dispersos o las cercas vivas tienen ya un impacto positivo en la conectividad, por ejemplo para el caso de insectos voladores o ciertas aves que los utilizarían como percha.

Los sistemas agroforestales contribuyen también a la conectividad de un paisaje, así como establecer áreas de amortiguamiento alrededor de parches de vegetación natural. Sin embargo, cada especie tiene requerimientos de conectividad distintos; mientras ciertas especies pueden movilizarse a través de corredores estrechos o sistemas seminaturales, como los productivos, otras requieren espacios de tránsito más amplios, conformados por vegetación natural.



CAJA 4

**Figura 6.** La conectividad del paisaje puede facilitarse mediante diferentes estrategias, como por ejemplo: a) corredores de conectividad, b) parches con vegetación nativa dispersos, c) sistemas productivos que incorporan diversas especies de árboles como componente fundamental (p.ej. sistemas agroforestales o silvopastoriles).



### 3. Enfoques de restauración

Antes de la definición de los objetivos específicos de la actividad o proyecto, es importante tener claro el enfoque de las actividades, diferenciando si se pretende o no la restauración integral del ecosistema natural. Para esto, se plantean dos enfoques: restaurar ecosistemas naturales y recuperar servicios ecosistémicos puntuales. Tener claro el enfoque desde el inicio es importante, pues de acuerdo a este, el uso de suelo al que se destinará el área, y las estrategias de intervención, serán distintas (Tabla 4). En la Caja 5 se puede revisar algunos aspectos conceptuales y algunas definiciones usualmente utilizadas en relación al alcance que puede tener la restauración.

La restauración debe ser entendida como un proceso a largo plazo, en el que la magnitud y el tiempo de exposición del área al disturbio influirán en el tiempo que necesitará para recuperarse, así como en el nivel de recuperación que pueda alcanzar.

#### 3.1. Restaurar ecosistemas naturales

Este enfoque se alinea con la definición más estricta de “restauración ecológica”, que busca recuperar al máximo posible todos los atributos que el ecosistema presentaba antes de un disturbio, los cuales se relacionan con su estructura, composición y funcionamiento. La estructura corresponde a los componentes bióticos y abióticos que forman el ecosistema. Dentro de ella se destaca la composición, que se refiere a las especies de flora y fauna que lo conforman y a su abundancia. El funcionamiento, por otro lado, se refiere a las interacciones entre las especies y su medio abiótico, y a los flujos de materia y energía. La recuperación de todos estos atributos permite, a su vez, la recuperación de los servicios ecosistémicos, pues estos son el resultado de una estructura y un funcionamiento adecuados del ecosistema.

La conservación de la biodiversidad, entendida como la variedad de organismos vivos, los ecosistemas en los que habitan y la diversidad genética al interior de las especies (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2000), es una meta importante que los proyectos de restauración ecológica tendrían que perseguir bajo este enfoque. Un estudio reciente (Murcia *et al.* 2017) sugiere que los proyectos de restauración fallan

en su objetivo de recuperar la biodiversidad, ya que no enfatizan en la recuperación de todos los atributos ecológicos de los ecosistemas, no seleccionan un ecosistema de referencia ni utilizan herramientas para el diseño, ejecución y monitoreo de las actividades.

Si bien una planificación adecuada contribuye a mejorar la eficacia de las acciones, es difícil que un ecosistema alcance un estado similar al que tenía antes del disturbio. La restauración debe ser entendida como un proceso a largo plazo, en el que la magnitud y el tiempo de exposición del área al disturbio influirán en el tiempo que necesitará para recuperarse, así como en el nivel de recuperación que pueda alcanzar. La capacidad de resiliencia del ecosistema también es determinante. Además, la naturaleza dinámica de los ecosistemas va a influir en que el área recuperada tenga sus propias y nuevas características. Teniendo esto claro, con las prácticas de restauración se busca lograr el mejor resultado posible, entendiendo que mientras mayor sea el nivel de recuperación, en mejor estado se encontrará la biodiversidad y la provisión de los servicios ecosistémicos asociados.

Un aspecto adicional a considerar es que el reestablecimiento de ecosistemas naturales necesita un paisaje circundante que dé soporte al área, para que esta no permanezca completamente aislada. Esto se refiere sobre todo a la existencia de conectividad en el entorno, por ejemplo a través de la presencia cercana de otros remanentes de bosque, o de sistemas productivos que promueven la movilidad de organismos hacia y desde el área de intervención. Mientras más pequeña sea el área a restaurar, más importancia tiene este aspecto para lograr el desarrollo adecuado de la trayectoria de restauración.

##### 3.1.1. Uso destinado a las áreas de restauración de ecosistemas naturales

Es importante definir el uso de las áreas que serán restauradas para seleccionar las estrategias y prácticas de restauración más adecuadas. Las áreas intervenidas bajo el enfoque de restauración de ecosistemas naturales deberían destinarse principalmente a la conservación permanente, de modo que no vuelvan a ser alteradas.



Bosque nublado en la región Piura, Perú.

**Uso de conservación**

Implica no realizar usos extractivos intensivos en ellas ni otras actividades que pongan en peligro la integridad de los ecosistemas, de manera que se asegure la conservación de los flujos y dinámicas propios del ecosistema natural. Sin embargo, en estas áreas sí se podría realizar actividades controladas, como el turismo de naturaleza o el aprovechamiento sostenible de productos no maderables e, incluso, de madera sin fines comerciales.

Los ecosistemas naturales íntegros, al funcionar de manera óptima, proveen un gran número de servicios ecosistémicos de forma simultánea y continua. Esto no ocurre en áreas intervenidas que, aunque mantengan cierta funcionalidad, solo están en capacidad de proveer servicios ecosistémicos puntuales y, generalmente, en menor abundancia.

**3.2. Recuperar servicios ecosistémicos puntuales**

Los ecosistemas naturales no funcionan de manera independiente del entorno que los rodea, pues mantienen relaciones espaciales y ecológicas con los demás elementos que conforman el paisaje (Thompson 2011). Conceptos como el de “restauración del paisaje boscoso”, enfatizan en esto y consideran la restauración como un proceso de recuperación de la integridad ecológica, así como de mejoramiento del bienestar humano en paisajes deforestados o degradados donde coexisten diversos tipos de uso de suelo, por lo que contemplan, por ejemplo, la agroforestería, como una estrategia para la restauración en mosaicos productivos (Dudley *et al.* 2005).

En este sentido, la práctica de restauración es también necesaria en áreas intervenidas, convertidas a usos productivos, en las que no es prioritario ni factible recuperar ecosistemas íntegros, pero sí es necesario y posible mejorar la provisión de servicios ecosistémicos puntuales para mejorar el bienestar de las poblaciones humanas ahí asentadas, mejorar el desempeño de los sistemas productivos existentes y ofrecer un entorno de soporte adecuado a los ecosistemas boscosos y áreas en restauración circundantes.

Los bosques conservados ofrecen oportunidades de usos no extractivos, como el ecoturismo.



Las poblaciones demandan sobre todo la recuperación de servicios ecosistémicos relacionados con el agua y el suelo, como la provisión y regulación hídrica, la productividad y fertilidad del suelo y el control de la erosión. En las áreas intervenidas, cobra también importancia la aplicación de prácticas que incrementen la conectividad del paisaje.

En estos casos se busca recuperar parte de la funcionalidad del área, y no la estructura ni la composición del ecosistema original. Se maneja un menor número de especies, seleccionadas de acuerdo con la función que desempeñen en la recuperación o mejoramiento de la provisión de un servicio ecosistémico determinado. En el caso del manejo de los sistemas productivos debe contemplarse además el uso de buenas prácticas para reducir el impacto de las actividades productivas en el ambiente.

Algunos ejemplos de este tipo de intervenciones son:



La conversión de pastizales convencionales a sistemas silvopastoriles con especies fijadoras de nitrógeno que incrementen la fertilidad del suelo y promuevan la descompactación.



La reforestación con aliso en un área de recarga hídrica altamente degradada para rehabilitar la función de infiltración y regulación del agua.



La estabilización de pendientes para evitar la erosión del suelo, mediante la siembra de franjas de pastos densos o arbustos rastrojos en sistemas agrícolas.



La construcción de zanjas de infiltración, para mejorar la retención de agua en el suelo en sistemas silvopastoriles.

En el Módulo 3 de esta serie se presenta algunas alternativas de especies, así como lineamientos para realizar una selección adecuada.

### 3.2.1. Uso destinado a las áreas de recuperación de servicios ecosistémicos puntuales

Las áreas intervenidas bajo el enfoque de recuperación de servicios ecosistémicos puntuales deberían dedicarse a la producción sostenible o a la protección.

#### Uso de protección

Áreas intervenidas en riesgo o vulnerables a impactos ambientales negativos, como la erosión o la contaminación, en las que se debe limitar el uso y el acceso (p. ej. un área de talud al borde de un camino) (Figura 7). Son diferentes a las áreas destinadas a conservación, ya que en ellas no se pretende preservar los flujos ni las dinámicas de un ecosistema natural íntegro.



Figura 7. Talud en camino vecinal que necesita de prácticas de restauración vegetal y ser dedicado a la protección.

#### Uso de producción sostenible

Áreas en las que se desarrollan actividades productivas que consideran criterios ambientales para su desempeño (p. ej. sistemas agroforestales o silvopastoriles) (Figura 8). En este tipo de áreas, se espera que las prácticas de restauración cumplan también un rol en el mejoramiento de la productividad del sistema pues, con el incremento de la diversidad vegetal o de la fertilidad del suelo, mejora su potencial productivo (Farfán Valencia 2014).



Figura 8. Sistema agroforestal que implementa prácticas de producción sostenible, como la utilización de abonos verdes.

Tabla 4. Características de los dos enfoques de restauración.

	Enfoques	
	Restauración de ecosistemas naturales.	Recuperación de servicios ecosistémicos puntuales.
<b>Alcance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperar estructura, composición y funcionamiento del ecosistema. Alcanzar un estado lo más semejante posible al existente antes del disturbio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar las condiciones ambientales en un área que se mantendrá modificada, y donde no se recuperará el ecosistema original.</li> </ul>
<b>Uso futuro del área</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservación: para garantizar su permanencia en el tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección: para evitar que estas áreas vulnerables a impactos ambientales negativos, como deslizamientos de tierra o contaminación, vuelvan a degradarse.</li> <li>Producción sostenible: para incrementar la sostenibilidad mediante buenas prácticas en sistemas productivos donde se mantendrá este uso.</li> </ul>
<b>Servicios ecosistémicos que se recuperan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los ecosistemas naturales restaurados proveen todos los servicios ecosistémicos y de forma simultánea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobre todo, los servicios relacionados con la provisión y regulación hídrica, así como con la calidad del suelo.</li> </ul>
<b>Factibilidad de uso del área</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovechamiento sostenible de productos del bosque / ecoturismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En las áreas de protección se debería tener regulación de uso y acceso, limitándose las actividades a aquellas que no pongan en riesgo la estabilidad del área.</li> <li>En las áreas de producción sostenible se mantiene el uso intensivo, integrando prácticas de manejo que protejan y maximicen la provisión de servicios ecosistémicos.</li> </ul>



### Caja 5. La restauración y la capacidad de recuperación de los ecosistemas

Cuando todos los componentes de un ecosistema natural funcionan e interactúan de forma adecuada, este se encuentra en un estado saludable o de equilibrio. Los ecosistemas naturales tienen la capacidad de recuperarse por sí mismos de disturbios o cambios ambientales importantes que alteren dicho estado:

- La resistencia es la capacidad del ecosistema de mantenerse en un estado de equilibrio ante la presencia de un disturbio; es decir, de soportarlo y no verse alterado.
- La resiliencia es la capacidad de un ecosistema de recuperar sus atributos estructurales y funcionales después de verse alterado por un disturbio; es decir, de volver a su estado de equilibrio. Esta puede variar; el ecosistema más resiliente, es aquel al que le tome menor tiempo recuperarse (Van Andel *et al.* 2012). Un aspecto que contribuye a una mejor resiliencia es, por ejemplo, la existencia de una alta biodiversidad (MEA 2005b).

La restauración ecológica es una práctica necesaria cuando el ecosistema ha perdido su capacidad de recuperación autónoma, debido a la presencia de un disturbio cuya magnitud y/o duración excede sus capacidades intrínsecas. Algunos disturbios causados por el ser humano son la tala, las quemas, la introducción de especies exóticas, la contaminación con químicos o el cambio de uso de suelo.

En la Figura 9, se muestra tres ejemplos de respuesta ante un disturbio. En el primer caso el ecosistema lo resiste; en el segundo, hay una alteración del ecosistema, pero a un nivel en que su capacidad de resiliencia le permitirá recuperarse solo (quizás con intervenciones mínimas, como un cercado), y el tercero muestra la necesidad de implementar acciones de restauración en un ecosistema en que se ha superado el umbral de resiliencia. Idealmente, las prácticas de restauración buscan recuperar la resiliencia de los ecosistemas, interviniendo hasta alcanzar el punto en el que el ecosistema pueda seguir su desarrollo de forma autónoma. Esto se evalúa mediante observaciones en campo y los indicadores de monitoreo establecidos. Pero no todos los proyectos de restauración buscan, o pueden, alcanzar el estado original del ecosistema anterior al disturbio. Para diferenciar el alcance de la aplicación de las prácticas de restauración, usualmente, se maneja los siguientes términos:

- **Restauración.** Cuando se pretende alcanzar, en lo posible, el estado original del ecosistema antes del disturbio.
- **Rehabilitación.** Cuando se enfatiza solamente en mejorar algunas funciones ecosistémicas del sitio degradado.
- **Reclamación.** Cuando se transforma sitios extremadamente degradados (p. ej. zonas post mineras), en áreas aptas para cierto tipo de producción o en áreas de esparcimiento (p. ej. parques) (Van Andel y Aronson 2012)

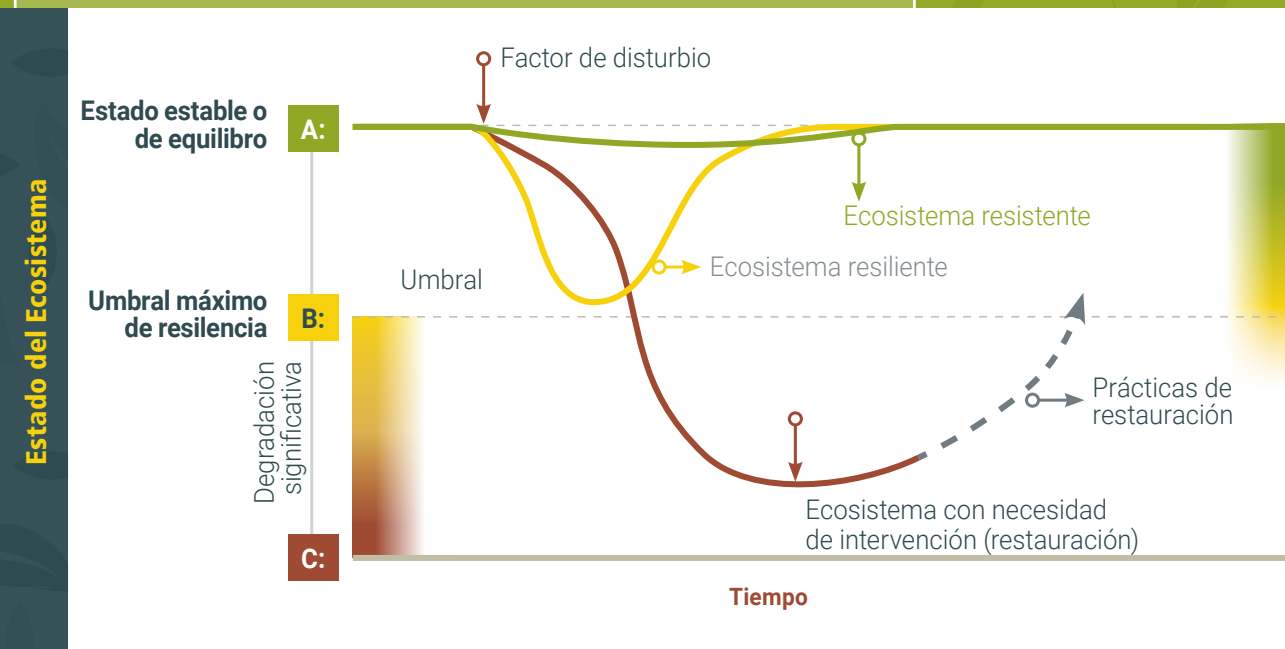


Figura 9. Respuesta de ecosistemas naturales a un disturbio considerando la resistencia y la resiliencia. Fuente: Adaptado de Van Andel *et al.* 2012.

CAJA 5



## 4. Definición de los objetivos de restauración

El esfuerzo y el tiempo que demanda recuperar la estructura, composición y funcionamiento de un ecosistema en un área severamente degradada no son los mismos que exigiría, por ejemplo, enriquecer la flora de un bosque húmedo montano intervenido para incrementar su biodiversidad. La restauración ecológica parte de estados de degradación distintos y apunta hacia objetivos diversos. Las estrategias de acción y su nivel de complejidad deben definirse de acuerdo con la situación y los objetivos particulares.

Los objetivos deben expresar el estado y los atributos que el proyecto desea alcanzar en un ecosistema determinado (McDonald *et al.* 2016). Son la razón de ser del proyecto de restauración y es importante definirlos con claridad, para no poner en riesgo los resultados de la intervención (Atkinson 1994). En algunos casos, el implementador los tiene claros desde el inicio, pero en otros, se necesita una reflexión al respecto, sobre todo si no hay claridad sobre cuál es el área específica que se va a intervenir. Una vez definida el área, se formula el objetivo a partir de la reflexión sobre tres elementos:

1. Atributos ecosistémicos que se quiere recuperar	
Se define si se busca la restauración íntegra del ecosistema o solo la de algunos elementos. Como hemos visto, esto depende también del uso al que se destinará el área.	
Ejemplo 1	Recuperar el funcionamiento integral y la resiliencia de un ecosistema ripario.
Ejemplo 2	Mejorar la capacidad de infiltración de agua en suelos compactados.
2. Finalidad para la que se desea la recuperación	
Está determinada por la utilidad de la práctica, en términos de los beneficios que aportará.	
Ejemplo 1	Mejorar la provisión de los servicios ecosistémicos asociados a los ecosistemas riparios.
Ejemplo 2	Reducir la contaminación de quebradas por sedimentos arrastrados desde cuatro fincas ganaderas.
3. Escala del impacto	
Los impactos de las actividades de restauración pueden ocurrir a diferentes escalas de forma simultánea, por lo que es útil definir cuál interesa particularmente al planificador.	
Caso 1	Orillas del río Anope pertenecientes a cinco fincas.
Caso 2	Dos quebradas del sector Miraflores, parroquia de Nanegal.

Con base en estos ejemplos, se podría formular los siguientes objetivos:



**CASO 1**

Restaurar la resiliencia del ecosistema ripario en un sector del río Anope para mejorar la provisión de servicios ecosistémicos.



**CASO 2**

Reducir la contaminación por sedimentos en dos quebradas del sector Miraflores, mediante el incremento en la capacidad de infiltración de suelos compactados en una zona productiva.

Cada planificador podría expresar estos mismos objetivos de varias formas y con distinto nivel de detalle. Lo fundamental es tener claro qué se quiere lograr y qué aspectos se quiere enfatizar, pues en ellos se concentrarán los esfuerzos de evaluación y monitoreo.

La Tabla 5 presenta como referencia una variedad de ejemplos de objetivos de restauración bajo el enfoque tanto de restauración de ecosistemas naturales como de recuperación de servicios ecosistémicos puntuales. Como se observa, existen diferentes niveles de especificidad en la definición de objetivos, siendo algunos más generales que otros. Además, de forma intencional o no, los proyectos de restauración pueden cumplir distintos objetivos a la vez, ya que las funciones ecosistémicas se relacionan entre sí. El planificador decidirá si visibiliza o no todos los beneficios, incluidos los socio económicos (Caja 6); sin embargo, es importante definir cuál es la prioridad del proyecto, para guiar el trabajo en campo de forma acorde.

**Tabla 5.** Enfoques de la restauración en paisajes andinos, su relación con el uso futuro del área, y ejemplos de objetivos de restauración según cada enfoque.

Enfoques	Uso	Ejemplos de objetivos de restauración
Restauración de ecosistemas naturales	Conservación (implica restricción de uso y acceso).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restaurar un área de bosque nublado intervenido, para incrementar la biodiversidad disminuida.</li> <li>Restaurar el hábitat de especies importantes o amenazadas.</li> <li>Restaurar un bosque ripario y recuperar la provisión de los servicios ecosistémicos asociados.</li> <li>Conservar la variedad genética de plantas y animales en un área amenazada de bosque secundario, mediante la eliminación de fuentes de disturbio.</li> <li>Aumentar la superficie de bosques para incrementar la conectividad del paisaje.</li> </ul>
	Protección (implica restricción de uso y acceso).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementar la biodiversidad de un ecosistema natural medianamente intervenido para posibilitar actividades de turismo ecológico.</li> <li>Recuperar la cobertura vegetal de una quebrada para establecerla como área de conservación en el interior de una finca.</li> <li>Enriquecer un ecosistema natural con especies forestales cuya abundancia ha disminuido por extracción selectiva.</li> <li>Recuperar comunidades bióticas que han desaparecido del paisaje.</li> </ul>
Recuperación de servicios ecosistémicos puntuales	Protección (implica restricción de uso y acceso).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperar vegetación en quebradas, ríos o canales de agua, para mejorar la calidad y cantidad de agua.</li> <li>Mejorar la capacidad de infiltración de agua en zonas importantes para la recarga hídrica en microcuencas.</li> <li>Recuperar la estabilidad de los suelos en zonas en riesgo de deslizamientos, como los taludes de caminos vecinales o zonas de altas pendientes.</li> <li>Proteger el suelo de la erosión en zonas desprovistas de vegetación.</li> </ul>
	Producción sostenible	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminuir el acarreo de sedimentos y contaminantes químicos a los cauces de ríos y quebradas.</li> <li>Proveer oportunidades recreacionales a las poblaciones, mediante el establecimiento de un parque arbolado en un área altamente degradada.</li> <li>Incrementar la conectividad de vegetación remanente en paisajes productivos, mediante el establecimiento de corredores de conectividad.</li> </ul>
	Producción sostenible	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperar la fertilidad y la estructura de suelos degradados en cultivos o pastizales mediante la incorporación de árboles de varias especies.</li> <li>Incrementar la capacidad de infiltración de agua en pastizales con suelo compactado para mejorar la regulación hídrica en la microcuenca y la productividad del pasto.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementar la biodiversidad en sistemas productivos para mejorar la permeabilidad del paisaje circundante.</li> <li>Reducir la erosión de terrenos en ladera mediante el establecimiento de sistemas agroforestales de café.</li> <li>Convertir los pastizales degradados en plantaciones forestales diversificadas para recuperar la productividad del suelo.</li> </ul>

Nota: \*Para mayor detalle sobre los enfoques y destino de uso del área revisar el Capítulo 3 de este módulo.

### Caja 6. Establecimiento de objetivos socioeconómicos

Los proyectos de restauración tienen distintos alcances, desde acciones muy puntuales en áreas reducidas, hasta proyectos de gran envergadura con incidencia en distintas escalas. Es importante hacer una reflexión sobre el rol que juegan las comunidades locales y el proyecto de restauración para transformar positivamente la relación de la gente con el paisaje (Murcia *et al.* 2017). Dependiendo del enfoque y la escala del proyecto, el implementador podrá hacer más o menos explícitos los beneficios socioeconómicos del mismo, además de los beneficios ambientales.

Los objetivos socioeconómicos usualmente se relacionan con la generación de empleos, la conservación de las tradiciones culturales, el incremento de la seguridad alimentaria, la diversificación de la producción, el aumento en la capacidad adaptativa al cambio climático, la generación de beneficios económicos, entre otros. Ciertos objetivos de este tipo pueden establecerse para proyectos o actividades de restauración planificados a nivel local, sin embargo, la planificación a escala del paisaje es la que mejor puede evidenciar los beneficios socioeconómicos que se derivan de la restauración en un territorio más amplio. Si se especifica objetivos socioeconómicos, también se debe considerar los indicadores de monitoreo y metas respectivos.

CAJA 6

## 5. Elaboración de un diagnóstico de sitio

Para lograr mayor éxito en la restauración de un área degradada, es necesario elegir un conjunto de prácticas que atiendan los problemas de degradación específicos del sitio. De nada sirve, por ejemplo, cercar un área para que se recupere mediante la regeneración natural, si no existen fuentes de propágulos cercanas o un banco semillero viable en el suelo que permita la regeneración. En un caso así, lo recomendable es realizar la siembra de plantas. Un diagnóstico inicial del área de intervención es importante, pues permite contar con elementos que contribuyen a definir la estrategia de restauración más adecuada, con base en un conocimiento real del tipo y estado de degradación del área. Esto ayuda a optimizar los recursos existentes y a alcanzar con mayor seguridad el objetivo planteado. Mientras mejor se caracterice el área de intervención, se tendrá mejores elementos para el análisis.

Los elementos principales que debe atender el diagnóstico son:

**Paisaje circundante**



Conocer qué aspectos del paisaje pueden limitar la restauración del área (p. ej. fuentes de contaminación) o promoverla (p. ej. remanentes de bosques cercanos que faciliten la llegada de animales dispersores y semillas).

**Suelo**



Registrar indicios de problemas de fertilidad o compactación.

**Vegetación**



Caracterizar la diversidad existente y el tipo de vegetación presente.

**Agua**



Registrar problemas visibles de calidad y cantidad de agua, o fuentes potenciales de contaminación.

**Degradación**



Caracterizar el tipo de disturbio ocurrido y establecer el tipo de barreras que con mayor probabilidad están impidiendo la sucesión ecológica.

La información para el diagnóstico se obtiene tanto de la observación directa del área, como de entrevistas a los propietarios y vecinos o a partir de la revisión de documentos. Es recomendable realizar una caracterización general, recopilando primeramente toda la información disponible (documentos, mapas, fotos etc.), en especial sobre los usos del suelo y prácticas de manejo aplicados en los últimos 50 años y el tipo y magnitud del disturbio que provocó la degradación. La caracterización general permite identificar la falta de información relevante, que posteriormente debe ser tomada directamente en campo. La visita al área en donde se es-



Parcela para evaluación de la cobertura vegetal como parte del diagnóstico de sitio de un área a restaurar.

tablecerán las prácticas de restauración es muy importante para validar la información recopilada, y para registrar las observaciones sobre el estado de degradación del área.

Toda la información generada en el diagnóstico debe ser analizada de manera integral, buscando relaciones de causa y efecto entre la historia de degradación, el paisaje circundante y las observaciones obtenidas en campo (Vargas 2007). La identificación de las barreras para la sucesión ecológica es un aspecto central de este análisis. Estas representan todos aquellos factores que impiden, limitan o desvían la sucesión ecológica en áreas degradadas (Vargas 2007), lo que se refleja

directamente en la dinámica de regeneración natural de nuevas especies en el área. Son de carácter ambiental (p. ej. presencia periódica de fuego, ramoneo del ganado, especies invasivas, entre otros) o de carácter socioeconómico, político y cultural (p. ej. tala periódica, cambios del uso del suelo por motivos económicos, leyes que desincentivan el avance de la sucesión ecológica al limitar las opciones de aprovechamiento sostenible en ecosistemas recuperados). En cualquier caso, entender las barreras para la sucesión ecológica es clave para identificar las estrategias y prácticas de restauración más adecuadas (Figura 10).



Figura 10. Pasos para la realización del diagnóstico de sitio.

También es útil registrar el ingreso monetario que genera el área actualmente y analizar el costo de oportunidad de la restauración si se destina

el área a conservación, o como referencia, para comparar ingresos en caso de que se realice un uso productivo en el futuro.

El alcance del diagnóstico, su detalle y complejidad dependen de los objetivos y alcance del proyecto, así como de los recursos disponibles. Si es necesario realizar un diagnóstico exhaustivo, con indicadores más complejos o que impliquen análisis de laboratorio, es preferible coordinarlo en el marco del diseño del sistema de monitoreo del proyecto, como parte de la toma de datos de línea base (Capítulo 8). De lo contrario, este diagnóstico inicial puede basarse en información secundaria y observaciones sencillas en campo. Lo importante es recopilar información que nos guíe en la selección de prácticas y en la planificación de actividades. La Caja 7 presenta algunas preguntas orientadoras para la realización del diagnóstico

A continuación, se presenta un ejemplo de ficha (Figura 11) que recopila información para el diagnóstico de sitio, de un área de pastizal en la que se quiere implementar restauración con fines de conservación a futuro. Aquí se proponen algunos aspectos básicos de evaluación, sin embargo, el planificador puede modificar y adaptar los aspectos a evaluarse, de acuerdo con las necesidades específicas del sitio que se vaya a intervenir (este ejemplo corresponde al área de restauración 1 presentada en la Figura 5).

Existen diferentes etapas del desarrollo de la vegetación, en las que se puede encontrar barreras para la sucesión ecológica: la dispersión, el establecimiento y la persistencia de la vegetación. Durante la **fase de dispersión**, las barreras pueden ser la lejanía a fuentes de propágulos/semillas, ausencia de animales dispersores de semillas, poca disponibilidad de semillas, por factores como ausencia de polinizadores, depredación excesiva de semillas, ausencia de un banco semillero en el suelo. La **fase de establecimiento** de la vegetación puede afectarse por competencia con especies dominantes, ausencia de **plantas nodrizas** y **micrositios**, restricciones climáticas y del suelo, entre otros; y la **fase de persistencia**, por restricciones climáticas, fuego, competencia, herbivoría, entre otros. El Módulo 2 de esta Guía, profundizará sobre diferentes estrategias y prácticas de restauración que pueden considerarse para superar las barreras establecidas en el diagnóstico.

Las especies ideales para la restauración no necesariamente son árboles, pueden ser también arbustos o hierbas.





Figura 11. Ejemplo de ficha de sistematización de información para el diagnóstico de sitio de un área donde se prevee realizar prácticas de restauración.

FICHA DE SISTEMATIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE SITIO			
Ubicación (barrio, parroquia)	Sector Anope, Pacto	Altitud (msnm)	1 500
Tamaño de la finca (ha)	35 ha	Coordenadas geográficas (UTM):	
Tamaño del área de intervención	4 ha		
Motivación del propietario para realizar restauración	Al propietario se le dificulta hacer ganadería en esta área, debido a la alta inclinación del terreno, la distancia a su casa y la baja productividad, por lo que destinará esta área a la conservación e invertirá más esfuerzos en aumentar la productividad de los demás potreros de la finca.		
Topografía del area y aspectos del paisaje			
Tipo de relieve del área a intervenir	Tipo de uso del suelo que predomina en el paisaje	Distancia a fragmentos de bosque (m)	Bosque contiguo (0 m)
Plano 0-10°	Ganadería de leche	¿Área importante para conectividad en el paisaje?	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Inclinación baja 10-25°			Área de restauración cerca de cuerpo de agua
Inclinación moderada 25-40°			
Inclinación fuerte > 40°	<input checked="" type="checkbox"/> Tipo del cuerpo (quebrada, río, laguna, etc.)		Quebrada a apx. 400 m
Caracterización de suelo del área			
Uso del suelo anterior	1. Agricultura de subsistencia (etapa breve) 2. Ganadería de leche por 30 años ( <i>Setaria sphacelata</i> )	Cobertura del suelo (%) (Se estima visualmente el porcentaje de tipo de vegetación o material que cubre la superficie del suelo.)	Pasto (85%)
Uso del suelo actual	Ganadería de leche ( <i>Setaria sphacelata</i> )		Hierbas (5%)
Textura de suelo	Franco		Hojarasca (0%)
			Suelo desnudo (10%)
			Plantas vasculares (0%)
			Roca/grava (0%)

Observación de compactación del suelo	<input type="checkbox"/> Muy compactado (raíces torcidas, difícil perforación)	EROSIÓN DEL SUELO Presencia de:	<input checked="" type="checkbox"/> Erosión laminar (raíces expuestas, pérdida superficial de suelo)			
	<input checked="" type="checkbox"/> Medianamente compactado (sin raíces torcidas, pero difícil perforación)		<input checked="" type="checkbox"/> Surcos medianos			
	<input type="checkbox"/> Poco compactado (Leve dificultad en perforación)	Otros indicios de compactación de suelo	<input type="checkbox"/> Surcos grandes			
	<input type="checkbox"/> No compactado		<input checked="" type="checkbox"/> Sistema no rotacional de pastoreo			
			<input type="checkbox"/> Uso de maquinaria			
			<input checked="" type="checkbox"/> Uso ganadero por más de 20 años			
			<input type="checkbox"/> Sobrepastoreo			
Aspectos relacionados a calidad y cantidad de agua						
Indicios de contaminación del agua (si aplica)	Acceso de ganado a fuentes	Presencia de residuos industriales	Uso de agroquímicos	Observación directa	Otros	Ninguno
Encharcamiento	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	Permanente	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no			
Fuente de encharcamiento	<input type="checkbox"/> Escorrentía					
	<input type="checkbox"/> Cuerpos de agua					
Caracterización de la vegetación (Se califica el nivel de biodiversidad arbórea y el potencial de regeneración natural presente.)						
Número estimado de especies arbustivas y arbóreas presentes	2	Número estimado de individuos arbustivos y arbóreos por m2	0,008			
Especies arbustivas o arbóreas representativas del área (con mayor dominancia)	No aplica	Número de estratos (niveles verticales en el área, se estima visualmente el número y la altura)	1 estrato (pasto, 40 cm). Existen arbustos eventuales, pero no son representativos.			

Análisis de la degradación			
Problemas de degradación	<p><b>¿Por qué se considera el área degradada? ¿Qué tipo de disturbio hubo y por cuánto tiempo? ¿En dónde se percibe esta degradación? (Considerar suelo, agua y biodiversidad)</b></p> <p>La baja diversidad de especies, en especial arbóreas, y el efecto continuo del pisoteo del ganado en áreas de pendiente montañosa, después de treinta años de ganadería y sobrepastoreo, generaron problemas en la funcionalidad del suelo: baja fertilidad, compactación y erosión del suelo. El ecosistema simplificado y la fragmentación del paisaje no proporcionan buena calidad de hábitat para la vida silvestre. La pendiente elevada y las malas prácticas de manejo resultan en una baja productividad del área.</p>		
	<p><b>¿Qué factores impiden o dificultan la regeneración natural de la vegetación ej: fertilidad, escasez de agua, falta de fuentes de propágulos?</b></p> <p>La sucesión ecológica se ve impedida especialmente por la presencia de pasto exótico e invasivo (<i>Setaria sphacelata</i>), el cual dificulta el acceso hacia recursos como agua, luz y nutrientes, fundamentales para el desarrollo de propágulos. Además, debido a la compactación del suelo, algunas especies tienen dificultad para germinar y establecerse en el área. El relieve montañoso provoca pérdida de suelo y semillas por erosión laminar.</p> <p>Considerando que el área en proceso de restauración está ubicada en una matriz ganadera, es necesario incrementar la disponibilidad de propágulos (con semillas, plantas, estacas y bulbos) y, al mismo tiempo, eliminar las barreras de restauración creadas por los pastos invasivos.</p>		
Barreras para la sucesión ecológica	<b>Fase de dispersión de la vegetación</b>	<b>Fase de establecimiento de la vegetación</b>	<b>Fase de persistencia de la vegetación</b>
	<input type="checkbox"/> Lejanía a fuentes de propágulos	<input checked="" type="checkbox"/> Competencia por especies dominantes	<input checked="" type="checkbox"/> Competencia con especies dominantes
	<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia de banco de semillas	<input checked="" type="checkbox"/> Restricciones edafoclimáticas	<input type="checkbox"/> Herbivoría/plagas
	<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia de animales dispersores de semillas	<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia de plantas nodrizas o micro sitios	<input checked="" type="checkbox"/> Restricciones edafoclimáticas
			<input type="checkbox"/> Fuego
<b>Otras observaciones</b>			
<b>Ingreso generado en el área durante el último año (USD)</b>		756 por año/ha	
<b>Observaciones generales</b>	En borde del área que limita con los pastizales, se encuentra cercas vivas y algunos pequeños parches, sombreados por la existencia de árboles más frondosos.		

### Caja 7. Preguntas orientadoras para la fase de diagnóstico

- ¿Por qué se considera que el área está degradada?
- ¿Qué tipo de disturbio hubo y por cuánto tiempo?
- ¿Por qué el propietario considera que el área está degradada?
- ¿En dónde se percibe esta degradación (suelo, agua, biodiversidad)?
- ¿Qué tan lejos está el área de un fragmento de bosque?
- ¿En qué matriz de uso de suelo está inmersa el área que se va a restaurar?
- ¿Qué factores (o barreras) impiden o dificultan el desarrollo del proceso de sucesión ecológica?
- ¿Qué origen tienen estos factores o barreras para la sucesión ecológica?
- ¿Cómo se relacionan entre sí estas barreras?
- ¿Cómo se puede superar estas barreras?

Nota: Para mayor información sobre la sucesión ecológica y sobre parámetros de evaluación de ecosistemas, consultar los Módulos 2, 3 y 4.

CAJA 7

## 6. Identificación de ecosistemas o sitios de referencia

La selección de un ecosistema de referencia es fundamental para guiar los procesos de restauración, sobre todo, cuando el enfoque es recuperar ecosistemas naturales íntegros. Consiste en identificar un ecosistema natural poco o no degradado, con características similares a las del que se quiere restaurar, para que sirva como modelo o guía del resultado que, en un mediano o largo plazo, se pretende alcanzar (Figura 12). Si no es posible encontrar un ecosistema de referencia en las cercanías del área de intervención, se sugiere investigar, entre los pobladores u otras fuentes secundarias, cómo eran los bosques en el sitio antes de la ocurrencia del disturbio que los degradó (SER 2004, Van Andel *et al.* 2012).

Cuando el enfoque es recuperar servicios ecosistémicos puntuales, también es de utilidad contar con sitios referenciales que sirvan como guía. En este caso, se busca sitios en los que ya se haya implementado prácticas de restauración o manejo sostenible, que hayan permitido mejorar la provisión de los servicios de interés, como la fertilidad del suelo o la calidad del agua (p. ej. sistemas agroforestales, silvopastoriles, estabilización de taludes, **bosques análogos** o corredores de conectividad funcionales en fincas). Lo ideal es buscar modelos en que se haya aplicado con éxito las prácticas que se desea implementar en el área degradada.

Así, esta Guía considera como ecosistemas o sitios de referencia a aquellas áreas cuyas características se asemejen al tipo de recuperación que se quiere alcanzar, ya sea un bosque maduro, una zona de pendiente con suelo firme y sin riesgos de erosión o un sistema agroforestal complejo manejado bajo prácticas sostenibles. Una consideración importante es que el ecosistema de referencia esté localizado en una zona de altitud y condiciones climáticas lo más parecidas posible a las del área de restauración.

Adicionalmente, en ciertos casos es de utilidad contar con sitios referenciales para etapas tempranas de recuperación; es decir, áreas que se encuentren en proceso inicial de restauración y que muestren de qué manera se podría ir desarrollando el área de intervención en el corto plazo (Figuras 13 y 14) (p. ej. pastizales abandonados con barbecho de distintas edades o proyectos de restauración similares iniciados recientemente). La identificación de un sitio adicional de referencia dependerá de la existencia de sitios adecuados y de la facilidad de acceso a los mismos..

Si bien el sitio de referencia representa el estado que se desea alcanzar en el área de intervención, es importante tomar en cuenta que no se puede esperar obtener como resultado una “copia exacta” del mismo, pues cada área

va a desarrollarse en base a una dinámica propia. Investigaciones realizadas en ecosistemas de bosques restaurados desde hace 30 o 40 años, muestran que, en comparación con los ecosistemas de referencia, estos mantienen diferencias de aproximadamente 50% en abundancia de organismos, 30% en diversidad de especies y 36% en el reciclaje del carbono y nitrógeno. Esto significa que tres o cuatro décadas no son suficientes para que los ecosistemas alcancen valores equivalentes (Murcia *et al.* 2017, Moreno-Mateos *et al.* 2017). En cada contexto los tiempos varían, así como el nivel de semejanza que se logre alcanzar. Los ecosistemas de referencia deben servir como orientación, pero no son un objetivo en si mismos (Van Andel *et al.* 2012).

### 6.1. Caracterización del ecosistema de referencia

El desarrollo o la trayectoria de restauración del área de intervención se observa directamente en campo, pero se evidencia también de forma cuantitativa a partir de la medición de los indicadores de monitoreo (Capítulo 8). La comparación entre los resultados de monitoreo que se obtengan en el tiempo y los valores registrados para los mismos indicadores en el ecosistema de referencia es una forma útil de análisis. Por ejemplo, se puede establecer si en el sitio aparecen espontáneamente especies características del ecosistema de referencia, o si los tipos de cobertura del suelo tienden a asemejarse en el tiempo. Otra utilidad concreta de los ecosistemas de referencia es que aportan información para el establecimiento de metas del proyecto, de corto, mediano o largo plazo.

La Sociedad para la Restauración Ecológica (McDonald *et al.* 2016) recomienda una caracterización detallada de la flora, fauna y condiciones abióticas de los ecosistemas de referencia. También es útil identificar en ellos **especies indicadoras**; es decir, aquellas que se desarrollan en condiciones ambientales específicas, definidas así por estudios técnicos o por la experiencia y conocimientos del implementador (p. ej. especies que ocurren solamente en sitios con suelos de buena calidad) (Van Andel *et al.* 2012). De esta forma, se puede establecer como un indicio de restauración adecuada, la aparición de estas especies en el área de intervención.

Es de utilidad contar también con sitios referenciales para diferentes etapas de recuperación; es decir, áreas que se encuentren en proceso inicial de restauración y que muestren de qué manera se podría ir desarrollando el área de intervención en el corto plazo.



Los indicadores que se utilicen en la caracterización del ecosistema de referencia pueden ser los mismos que se definan como parte del sistema de monitoreo del proyecto (p. ej. la diversidad de especies arbóreas, la densidad aparente del suelo o la calidad del agua). La profundidad de la caracterización depende de los recursos disponibles y del objetivo planteado. Si es difícil realizar una caracterización completa, por lo menos, se puede identificar indicadores y especies clave relacionados con los objetivos del proyecto. Para la caracterización, también es importante informarse sobre la historia de disturbios del sitio de referencia (es decir, qué tipos de uso se ha dado al área), para tener claro cuál es el nivel de conservación o naturalidad que ofrece.

En el Módulo 4, se profundizará sobre los indicadores de monitoreo, que también son necesarios para caracterizar el ecosistema de referencia y establecer las metas del proyecto.



**Figura 12.** Área boscosa en buen estado de conservación, Reserva Intillacta, Nanegalito. Los ecosistemas conservados en diferentes estadios de regeneración son los ecosistemas de referencia ideales en los procesos de restauración.



**Figura 13.** Área en proceso de regeneración natural que puede funcionar como sitio de referencia de un estadio sucesional temprano. Los filos de carretera, áreas de derrumbes o áreas agrícolas abandonadas y en estado de regeneración natural pueden ser utilizados como sitios de referencia para caracterizar la sucesión ecológica temprana de un ecosistema.



**Figura 14.** Área en regeneración natural que puede funcionar como sitio de referencia para estadios tempranos de restauración.

## 7. Selección de estrategia y prácticas de restauración

En esta Guía, se ha definido a la estrategia como el conjunto de prácticas de restauración que, con más seguridad, permitirá el cumplimiento de los objetivos planteados. Para definirla, se debe considerar el enfoque de restauración establecido, el uso al que se destinará al área posteriormente, el objetivo de restauración y los resultados del diagnóstico del sitio. Esta guía propone siete estrategias: regeneración natural pasiva, regeneración natural manejada, restauración asistida, sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles, forestería análoga y plantaciones forestales sucesionales. Las prácticas específicas contribuirán a superar las barreras existentes para la sucesión ecológica, en el caso de buscar la restauración de un ecosistema íntegro, o permitirán la transformación a sistemas productivos más sostenibles, en el caso de trabajar en áreas que se dedicarán a este tipo de uso. El Módulo 2 describe las estrategias y prácticas propuestas, y profundiza en los criterios para su selección.

Instalación de cercado y restricción de uso de un área en proceso de restauración



La selección de especies, en el caso de elegir una estrategia que implique la siembra de plantas, es un componente fundamental en el diseño de implementación de las prácticas. Cada especie tiene características distintas (p. ej. requerimientos de luz) y, por tanto, necesidades e impactos diferentes al establecerlas en un área determinada. El Módulo 3 trata en detalle sobre el proceso de selección de especies para la restauración.

## 8. Diseño de un sistema de monitoreo y establecimiento de metas de restauración

El monitoreo es la generación periódica de datos de mediano o largo plazo, que se realiza según una metodología estandarizada para la medición de indicadores clave. En el caso de los proyectos de restauración, permite identificar tendencias de cambio y desarrollo del área respecto a los objetivos de restauración planteados.

Los costos y la complejidad de implementación de los sistemas de monitoreo varían mucho. El tipo de sistema que se diseñe debe considerar los recursos y capacidades técnicas disponibles. En cualquier caso, es importante que el monitoreo plantee objetivos claros y brinde información para evaluar si las acciones implementadas cumplen con el objetivo de restauración o si estas deben ser modificadas. La información generada por el monitoreo es la que permite realizar un manejo adaptativo de los proyectos o actividades de restauración.

El establecimiento de metas, entendidas como resultados concretos, medibles, alcanzables y relevantes (Murcia *et al.* 2017), es también un paso importante en la planificación. Las metas se establecen con base en los indicadores seleccionados para el monitoreo y son, básicamente, los valores o resultados referenciales de la medición de algunos de estos indicadores, que se espera obtener en el tiempo. Se pueden establecer para corto, mediano o largo plazo, y se pueden guiar en los valores referenciales de los indicadores encontrados en los ecosistemas de referencia. Si el proyecto contempla objetivos socioeconómicos, también deberá establecerse metas de este tipo. El Módulo 4 de esta serie trata específicamente sobre el diseño de un sistema de monitoreo y el establecimiento de metas de proyectos de restauración. Contiene recomendaciones sobre indicadores importantes, metodologías de medición y análisis de la información obtenida. Con base en los datos de monitoreo y en las metas establecidas, se realiza periódicamente el seguimiento al cumplimiento de objetivos, para lo cual se pueden generar incluso herramientas específicas (Caja 8).

Es importante que el monitoreo plantee objetivos claros y brinde información para evaluar si las acciones implementadas cumplen con el objetivo de restauración o si estas deben ser modificadas.

### Caja 8. Seguimiento del cumplimiento de objetivos

Debido a que el cumplimiento pleno de los objetivos de restauración se da en el largo plazo, es necesario encontrar mecanismos que permitan evaluar antes, si las acciones implementadas están teniendo éxito. Para esto son de utilidad las metas de corto y mediano plazo, que reflejan como se va desarrollando la trayectoria de restauración del sitio. La trayectoria se evalúa, idealmente, mediante el monitoreo, el seguimiento del cumplimiento de las metas y la comparación con un ecosistema o sitio de referencia. Además, la observación constante y las percepciones del implementador sobre el sitio son un complemento cualitativo y fuente de información valiosa para

establecer la efectividad de las prácticas aplicadas. Por eso es recomendable establecer, desde la planificación, momentos de revisión y herramientas de evaluación de los resultados de monitoreo.

A manera de ejemplo, se presenta a continuación una herramienta elaborada para dar seguimiento a indicadores establecidos para la restauración de bosques semideciduos en Brasil, en los que se realizaron prácticas de sembrío en bloque y de conducción de la regeneración natural. En este caso, se definió umbrales de desempeño aceptables, limítrofes y no aceptables (Tabla 6).

**Tabla 6.** Indicadores y umbrales respectivos para apoyar la interpretación de los resultados obtenidos en el monitoreo de áreas de restauración en bloque y con conducción de la regeneración natural en bosques semideciduos de la Mata Atlántica, Brasil.

Indicador	Umbrales establecidos		
	Aceptable	Limítrofe (amerita seguimiento cuidadoso)	No aceptable (amerita acciones correctivas inmediatas)
Riqueza de árboles (número de especies por ha)	Más de 80	De 80 a 50	Menos de 50
Especies exóticas	Ausentes	--	Presentes
Número de individuos de árboles y arbustos por ha	1 500 a 1 800	1 200 a 1 500	Menos de 1 200
Mortalidad de individuos sembrados	0 a 5%	5 a 10%	Más de 10%
Porcentaje de suelo cubierto por gramíneas exóticas invasivas	0 a 25%	25 a 50%	Más de 50%
Ataque de hormigas cortadoras	0 a 5%	5 a 15%	Más de 15%
Porcentaje de cobertura arbórea del suelo después de un año	40 a 60%	20 a 40%	Menos de 20%
Porcentaje de cobertura arbórea del suelo después de dos años	60 a 100%	40 a 60%	Menos de 40%
Porcentaje de cobertura arbórea del suelo después de tres años	100%	70 a 100%	Menos de 70%

Fuente: Ribeiro Rodríguez *et al.*, 2009

CAJA 8

## 9. Planificación logística de las actividades y elaboración de un cronograma

Una vez que estén claros los objetivos, las áreas de intervención, las estrategias a implementar y el alcance del sistema de monitoreo, se realiza una planificación del tiempo y los requerimientos logísticos necesarios para llevar a cabo todas las actividades. El cronograma debe considerar la planificación, implementación y evaluación de resultados. De acuerdo con la envergadura o alcance del proyecto, las acciones a realizarse variarán y, por tanto el cronograma será más o menos extenso. Asimismo, es necesario definir con anticipación los responsables de llevar a cabo cada actividad. A continuación se recomienda algunas acciones importantes a realizarse previo a la implementación de prácticas en campo, y que pueden considerarse también en el cronograma.

- Asegurar que existe factibilidad para restaurar y mantener en buen estado las áreas seleccionadas. Para esto se debe considerar una fase de establecimiento de acuerdos con los propietarios u otras acciones, para garantizar que el área no corra peligro de ser invadida o destruida después de la implementación.
- Determinar los espacios de coordinación de los actores involucrados.
- Conformar y contratar al equipo de trabajo, definir roles y planes de trabajo específicos.
- Constatar la disponibilidad de las especies requeridas para llevar a cabo la plantación, en el caso de estrategias que involucren siembra directa (Figura 15).
- Buscar proveedores de semillas o instalación de viveros propios.
- Adquirir herramientas de trabajo.
- Definir cómo se solucionará el transporte de personal, herramientas y plantas.
- Definir el equipo a cargo del monitoreo y los implementos para la medición y análisis.

- Definir el sitio repositorio de información de monitoreo, considerando la elaboración de bases de datos.
- Georreferenciar el área de intervención.
- Seleccionar un laboratorio con el que se trabajará, en caso de que el monitoreo lo amerite.
- Definir una estrategia de mantenimiento (participación de propietarios y trabajadores contratados).

En el cronograma, también es necesario establecer, desde el inicio, distintos momentos para la evaluación periódica de resultados del monitoreo. En el Capítulo 12, se presenta un ejemplo completo de planificación de un proyecto de restauración, que contiene un ejemplo de cronograma, en el que se incluyen varias de estas actividades.



**Figura 15.** Vivero forestal en la parroquia Mindo, noroccidente de Quito. La identificación o instalación de viveros, comunitarios o privados, que provean plantas de calidad de varias especies nativas es una etapa importante de la planificación operativa.

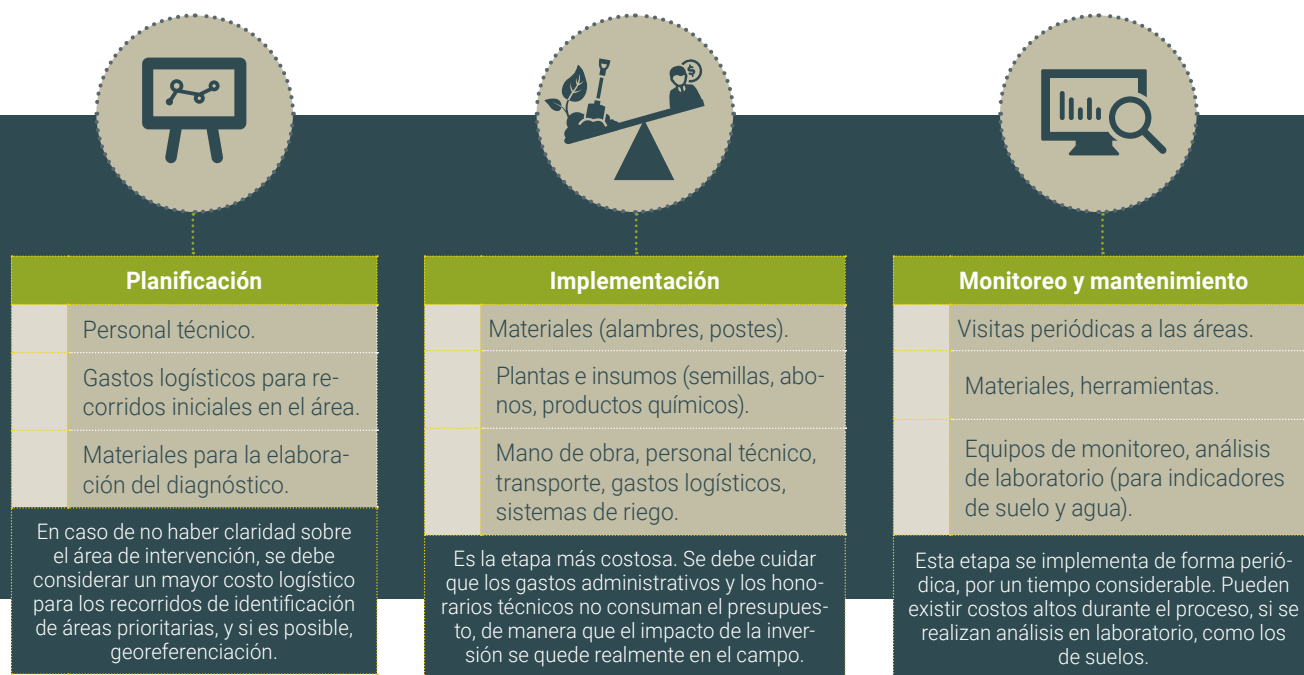
## 10. Elaboración de un presupuesto

### 10.1. Rubros a considerar

Elaborar un presupuesto permite cuantificar la inversión y dimensionar el esfuerzo necesario para cumplir las actividades planificadas. La elaboración del presupuesto, así como la del cronograma, constituyen un ejercicio de acercamiento a la realidad y al esfuerzo que demandará la implementación. Por eso, mientras más preciso sea, mejor preparado estará el equipo para implementar con éxito las actividades. De manera general, el presupuesto de un proyecto de restauración contiene al menos los siguientes rubros:



Una forma útil para estimar los costos del proyecto es evaluar las necesidades y costos de las diferentes etapas de implementación. A veces, el presupuesto se elabora antes de la planificación técnica. En estos casos, esta fase se puede considerar también en los costos del proyecto. Cada etapa considera usualmente los siguientes rubros:



Es recomendable presupuestar los honorarios de una persona que se ocupe del seguimiento integral de las actividades. Este seguimiento debe verificar el alcance de las metas, y evaluar cómo se utilizan los recursos y cómo estos se distribuyen entre los rubros y etapas de desarrollo del proyecto. De esta manera, se garantiza que ninguna fase se quede sin recursos y que el éxito del proyecto no se vea comprometido por temas presupuestarios. Es importante incluir también, en todas las etapas, un rubro para la realización de reuniones u otro tipo de actividades que fomenten la participación de los diferentes actores involucrados.

## 10.2. El presupuesto y las estrategias de intervención

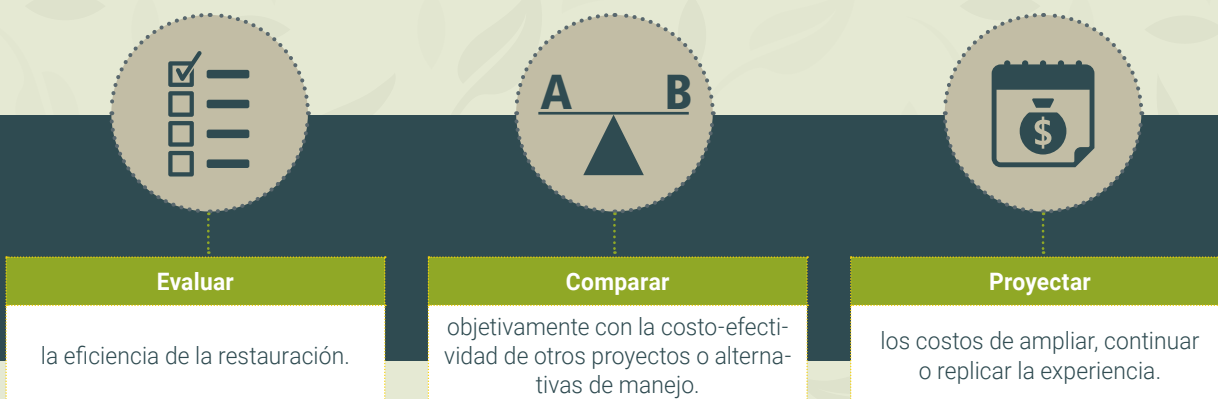
Muchos proyectos o programas de restauración buscan establecer valores de inversión por hectárea, como una forma de simplificar la estimación de gastos y el establecimiento de metas territoriales cuantitativas. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que las estrategias, así como las prácticas, tienen costos diferentes. Las estrategias menos intensivas, como aquellas relacionadas con la regeneración natural (pasiva o manejada), originan gastos significativamente inferiores que las estrategias de restauración asistida (que involucran la siembra de plantas).

Independientemente de la diferencia de costos de las distintas estrategias y prácticas, es importante que estas sean elegidas según su pertinencia técnica, pues seleccionarlas a partir de los costos puede generar intervenciones poco exitosas. Además, suele suceder que una selección de prácticas basada solo en los costos, resulta en áreas que demandan un gran esfuerzo (de tiempo y dinero) para el mantenimiento, durante por lo menos los tres primeros años. Estos costos adicionales podrían haber sido invertidos al inicio, a partir de la selección de prácticas quizás un poco más caras, pero más efectivas, que a lo largo del tiempo generarían menos gastos de mantenimiento.

## 10.3. Seguimiento financiero

Es importante llevar un seguimiento claro de los recursos invertidos (en efectivo o en especies), considerando las distintas fuentes de financiamiento (propietarios, instituciones, programas estatales, entre otros). El seguimiento financiero permite conocer cuánto cuesta cada etapa del proyecto, así como el valor de inversión de las diferentes prácticas de restauración, lo que posibilita (Camargo 2007):





Un costo de mantenimiento demasiado elevado, por ejemplo, es una señal de que las prácticas implementadas no funcionan bien. Esto se evidenciaría en una alta mortalidad de las especies plantadas, un bajo crecimiento o una cobertura dominante persistente de especies exóticas invasivas.

## 11. Desde la definición del enfoque al establecimiento del cronograma: ejemplo de planificación

Ya sea que el planificador deba o no presentar formalmente una planificación, es importante que esta se plasme en un documento, cuya profundidad, detalle, y formato variará de acuerdo con el alcance del proyecto, el perfil técnico, las preferencias del planificador y las directrices de las instituciones que financien la actividad, en caso que las hubiere. Asimismo, cada fase de planificación puede tener un énfasis distinto, según los objetivos y particularidades de cada caso.

En este capítulo, se presenta un ejemplo sencillo del contenido de un plan para la implementación de prácticas de restauración (Figura 16). Se trata de un área de pastizal (*Setaria sphacelata*), ubicada en la parroquia de Pacto, en el noroccidente de Pichincha, Ecuador. El territorio está compuesto de fincas privadas, en las que el uso de suelo predominante es la ganadería lechera y el cultivo de caña de azúcar. Muchas fincas poseen

parches y remanentes de bosque, pero no existe claridad respecto a si se mantendrán o se convertirán a otros usos en el futuro.

El propietario de esta finca ganadera decidió dejar de usar un área de 4 hectáreas, ya que tiene fuerte pendiente, está bastante alejada de la casa de la finca y han ocurrido algunos accidentes con los animales. Dado que un programa de incentivos estatales lo favoreció con insumos para mejorar el manejo de sus pastizales, él prefiere dedicar sus recursos, tiempo y esfuerzos a mejorar la productividad del área de la finca que es más apta para la ganadería, y está dispuesto a restaurar el sitio mencionado, bajo asesoría técnica de una organización local.

El documento de planificación es el resultado de varias reuniones en que se definió todos los aspectos clave de la planificación, incluyendo los acuerdos operativos del caso. También se realizó el diagnóstico de sitio, que permitió caracterizar con detalle el área a intervenir y su paisaje circundante, y fue la base para definir las estrategias y prácticas planteadas.

El caso corresponde al mismo que se presentó como ejemplo en la Figura 5 (R1) y en la Figura 11. Las secciones sobre estrategia, prácticas y diseño de restauración, así como sobre los indicadores de monitoreo, se han elaborado con base en las recomendaciones detalladas para estos aspectos en los Módulos 2, 3 y 4 de esta Serie.



**Figura 16.** Ficha de sistematización de la planificación de actividades de restauración para un área seleccionada al interior de una de una finca, en el Noroccidente de Pichincha, Ecuador.

Restauración de un área de pastizal en la parroquia Pacto, Pichincha - Sistematización de la planificación			
1	Sitio de intervención	Finca/propietario/ extensión	Mauritania/Lucrecia Torres/30 ha
		Actividad principal de la finca	Ganadería lechera
		Provincia/cantón/ Parroquia	Pichincha/Quito/Pacto
		Extensión del área a restaurar	4 ha
		Georreferenciación realizada	Se tienen solamente puntos referenciales, una georreferenciación más precisa se hará durante la implementación.
		Uso de suelo actual del área a restaurar	Pastizal de 30 años de uso para ganadería lechera.
		Descripción del paisaje circundante al área de intervención	El paisaje circundante a la finca está conformado, sobre todo, por pastizales, pero presenta algunos remanentes de bosque secundario intercalados. Esta y otras fincas vecinas comparten uno de ellos. El pastizal donde se hará la intervención limita en un extremo con el fragmento de bosque secundario que forma parte de la finca (apx 200 m de borde) y en el resto del perímetro, con pastizales (Ver Figura X). Existe una quebrada pequeña en la zona de bosque de la finca.
		Diagnóstico de sitio realizado	Sí
2	Enfoque de restauración y uso futuro	Enfoque:	Dado que el área colinda directamente con un remanente de bosque secundario compartido por varias fincas, y que el propietario tiene el interés y la posibilidad de dedicar esta área a la conservación, es factible intentar una recuperación integral del área, aumentando así el área total del remanente de bosque secundario, en la que eventualmente los propietarios que lo comparten podrían aprovechar algunos productos forestales de manera sostenible.
		restauración de ecosistemas naturales	
		Uso futuro:	
3	Objetivos de restauración	a.	Facilitar la sucesión ecológica para el restablecimiento de un bosque secundario en un área de pastizal con suelo compactado.
		b.	Frenar la erosión del suelo por acción del agua en un área de pendiente.

4	Hallazgos principales del diagnóstico de sitio	Tipo de relieve del área a intervenir	Inclinación fuerte: > 40°	
		<b>SUELO</b>		
		Usos de suelo anteriores:	Etapa breve de agricultura de subsistencia antes de la instauración del pastizal hace 30 años.	
		Textura del suelo:	Franco	
		Compactación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medianamente compactado: sin raíces torcidas pero difícil perforación.</li> <li>• Otros indicios de compactación: sistema no rotacional de pastoreo, uso ganadero de más de 20 años.</li> </ul>	
		Erosión de suelo:	Sí: Erosión laminar, surcos medianos.	
		Cobertura del suelo:	85% pasto, 10% suelo desnudo, 5% hierbas.	
		<b>VEGETACIÓN</b>		
		Especies representativas del área.	<i>Setaria sphacelata</i> (pasto).	
		Número de estratos (niveles verticales en el área)	1 estrato, 40 cm.	
		Tipo de disturbio acontecido y problemas de degradación evidenciados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tala del bosque para conversión a agricultura y pastizales hace 30 años.</li> <li>• El sobrepastoreo y, específicamente, el pisoteo continuo del ganado han generado problemas en la funcionalidad del suelo: compactación y erosión evidente, en partes expuesto.</li> <li>• La productividad del área es baja debido a la elevada pendiente y a las malas prácticas de manejo que han provocado la degradación del suelo.</li> </ul>	
		Barreras existentes para la sucesión ecológica	Se evidencian barreras para el desarrollo de la vegetación en sus tres fases: a) fase de dispersión (ausencia de banco de semillas*, ausencia de animales dispersores); b) fase de establecimiento (competencia con especies dominantes, restricciones edafoclimáticas, ausencia de plantas nodrizas o micrositos) y c) fase de persistencia (competencia de especies dominantes, restricciones edafoclimáticas).	

\*Esta barrera no aplica a toda el área de intervención, sino solamente a la zona más retirada del borde del bosque (zona 1): desde apx 30 m hacia atrás del borde. En el área cercana, se considera que seguramente existirá arriba de propágulos y un banco semillero viable.

5	Ecosistema/s de referencia	<p>Se eligió dos sitios referenciales para guiar el trabajo y determinar si la trayectoria de restauración avanza en la dirección y en la temporalidad adecuadas. El primer sitio corresponde a un área en etapa temprana de recuperación y de él se pretende obtener información para guiar la primera etapa del proceso. El segundo sitio constituye el ecosistema de referencia, cuyo estado se pretende alcanzar, al cumplirse los objetivos de la intervención.</p>
		<p><b>Sitio 1:</b> Corresponde a un área agrícola pequeña (0,25 ha), que fue abandonada hace dos años en una finca cercana, en la que se ha observado regeneración natural y se estima obtener información de especies que lograron germinar y establecerse en este tiempo, lo que contribuirá a entender mejor cómo funciona la sucesión ecológica en el sector. Dado que el área a restaurar se intervendrá de forma activa; es decir, sembrando y protegiendo las plantas, se espera que a los dos años tenga, como mínimo, una riqueza y abundancia de especies, similares al sitio referencial en el que la regeneración natural se dio de forma espontánea.</p>
		<p><b>Sitio 2:</b> Corresponde al remanente de bosque secundario maduro contiguo al área de intervención, el cual se pretende ampliar con esta área de restauración. Se desconoce su extensión, pero se estima un aproximado de 30 ha compartidas entre varias fincas. Se espera observar un acercamiento paulatino a las características de este bosque en el mediano plazo.</p>
		<p>La caracterización de los ecosistemas o sitios de referencia se hará mediante el uso de los indicadores definidos para el monitoreo de la intervención y los datos se tomarán de forma paralela a la recopilación de información de línea base del sitio de intervención.</p>
6	Estrategia de restauración a utilizar	<p>A pesar de la existencia de un remanente de bosque contiguo al área, lo que significa una fuente de semillas y dispersores cercana, se considera que la regeneración natural en esta área es poco factible, debido a que el pasto presente no permite la germinación de otras especies. Esto se infiere debido al conocimiento de experiencias de abandono de pastizales durante diez años en el sector, los cuales no han mostrado señales de regeneración espontánea. Además, aprovechando la posibilidad existente para un financiamiento de actividades de restauración en esta finca, se desea acelerar y asegurar el éxito del proceso.</p> <p>Con base en estas consideraciones, se seleccionó la estrategia de restauración asistida, que permitirá eliminar las barreras existentes en el sitio para la sucesión ecológica. Para optimizar los recursos, se diferenciará la forma de intervención de la zona más cercana al remanente de bosque, pues se considera que en ella sí es factible la existencia de un banco de semillas viable, al cual el pasto le impide germinar.</p>

\*Para información detallada sobre diferentes estrategias de restauración revisar el Módulo 2 de esta Serie.

7	Prácticas de restauración a implementar	<p>a. Siembra de árboles y arbustos</p> <p>b. Siembra de especies facilitadoras</p> <p>c. Cercado de área</p>
		<p><b>DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN</b></p> <p><b>Siembra de árboles y arbustos/siembra de especies facilitadoras</b></p> <p><b>Zona 1 (alejada del boque):</b> (Figura 17) Se realizará una siembra sucesional en bloque, con un distanciamiento de 3 x 3. Se utilizará esta densidad alta para reducir la ocupación del área con pasto. Se plantará individuos de 0,80 a 1 m de altura para reducir la competencia con el pasto, obtener una mayor supervivencia y reducir la intensidad del mantenimiento posterior. Este diseño implica mayor inversión inicial, pero menor inversión en mantenimiento, que se realizará durante los dos primeros años. Su frecuencia se revisará con base en los resultados de monitoreo.</p> <p><b>Zona 2 (contigua al bosque):</b> (Figura 17) En el área contigua al bosque, a una distancia de 30 m desde el borde (apx 9 000 m<sup>2</sup>), se propone aplicar un herbicida orgánico para eliminar el pasto y realizar siembra a un distanciamiento mayor que en el resto del área: 5 x 5. Con esto se espera aprovechar las ventajas de la cercanía del bosque, promoviendo la regeneración natural en esta área a partir del banco de semillas existente. La ocupación del área se dará mediante la combinación entre los individuos plantados y los que espontáneamente surjan de la regeneración. Se propone la utilización del herbicida orgánico para reducir los problemas de contaminación del suelo que acarrea el uso de herbicidas convencionales, como el glifosato. Si no se consigue un herbicida orgánico, se aplicará una siembra adensada.</p>
		<p><b>ESPECIES</b></p> <p>Se seleccionó y validó, con el propietario, tres categorías de especies a utilizar, considerando las etapas sucesionales a las que pertenecen y su función:</p> <p><b>FUNCIÓN:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Facilitadoras. Estas especies son pioneras, pero se destacan por su rol de mejorar las condiciones del terreno para que otras especies más demandantes puedan establecerse a futuro. Algunas se sembrarán a partir de estacas (el uso de estacas reduce costos y facilita la logística en campo, pues son más fáciles de transportar que las plantas enteras; se recolectarán la misma semana de plantación).</li> </ol> <p><b>ETAPAS SUCESIONALES:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pioneras. Son las que primero se establecen y adaptan en suelos degradados. Se obtendrán en viveros locales.</li> <li>2. Secundarias iniciales. Se obtendrán en viveros locales.</li> </ol> <p>El número de especies va a depender de la disponibilidad, pero se espera conseguir la mayor diversidad posible. Por el momento, se asegura la disponibilidad de 16 especies.</p>

\*Para información detallada sobre diferentes estrategias, prácticas y diseños de restauración revisar el Módulo 2 de esta Serie.

Tipo de especie	Nombre científico	Nombre común	Forma de siembra
Facilitadoras	<i>Tithonia diversifolia</i>	Botón de oro, girasol de monte	Estaca
	<i>Vernonanthura patens</i>	Chico, biso	Estaca
	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo, matico de monte	Estaca y planta
	<i>Solanum aff. albidum</i>	Kujacu	Planta
	<i>Baccharis inamoena</i>	Chilca	Planta
	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Guácimo	Planta
Pioneras	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Planta
	<i>Croton floccosus</i>	Drago	Planta
	<i>Miconia clathrantha</i>	Colca	Planta
	<i>Trema micrantha</i>	Sepán de paloma	Planta
	<i>Solanum ovalifolium</i>	Tomatillo	Planta
	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	Juan negro	Planta
Secundarias tempranas	<i>Delostoma integrifolium</i>	Peniche, yalomán	Planta
	<i>Saurauia tomentosa</i>	Moquillo	Planta
	<i>Palicourea guianensis</i>	Chupa quinde	Planta
	<i>Siparuna echinata</i>	Limoncillo	Planta

La siembra se hará al inicio de la época de lluvia y con el pasto bajo (recién consumido). La plantación en bloque respetará las curvas de nivel. Se realizará coronamiento durante la siembra y no se usará fertilizante, pues las especies escogidas no lo necesitan de forma determinante.

**CERCADO**

Se realizará en todo el perímetro, con excepción del borde contiguo al bosque.

INDICADORES SELECCIONADOS Y FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
8	<p>Sistema de monitoreo</p> <p>La duración del monitoreo depende de la existencia de recursos económicos para llevarlo a cabo. Por el momento, se cuenta con recursos para realizarlo durante dos años. Posteriormente, se buscará más recursos u otras estrategias de involucramiento local para mantenerlo, por lo menos hasta cinco años.</p> <p>Se generará un documento específico de resultados de línea base de monitoreo, en el que se presentará el detalle de las metodologías utilizadas para la medición y análisis de cada indicador seleccionado. Con la línea base, se dará inicio al sistema de monitoreo.</p> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura de suelo: se medirá cada tres meses durante el primer año y cada seis meses a partir del segundo.</li> <li>Diversidad de especies arbóreas y arbustivas: se medirá cada seis meses.</li> <li>Mortalidad de especies sembradas: se medirá cada tres meses el primer año y cada seis meses a partir del segundo.</li> <li>Número de estratos verticales: se medirá cada seis meses.</li> </ul>
9	<p>Metas</p> <p>Las metas están ligadas a los indicadores seleccionados para el monitoreo. Sin embargo, algunos indicadores pueden ser más relevantes para identificar acciones correctivas en las etapas iniciales, que para evaluar el cumplimiento de objetivos del proyecto. Un ejemplo de esto es la mortalidad de especies. Tomando esto en consideración, se estableció las siguientes metas:</p> <p><b>Metas intermedias</b></p> <p>Con el cumplimiento de las metas intermedias, se alcanzaría parcialmente los objetivos planteados, ya que se habría facilitado el proceso de sucesión ecológica, y frenado la erosión del suelo gracias a la recuperación de cobertura vegetal arbustiva y arbórea.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Meta 1. Cobertura de suelo: 0% de cobertura de pasto (eliminación de la barrera para la regeneración natural)</li> <li>Meta 2. Diversidad de especies arbóreas y arbustivas: similitud mayor a 50% en la diversidad de especies entre el sitio intervenido y el sitio de referencia 1.</li> <li>Meta 3. Número de estratos verticales: por lo menos tres estratos (herbáceo, sotobosque y subdosel) o la misma cantidad de estratos presentes en el sitio de referencia 1.</li> </ul> <p><b>Metas finales</b></p> <p>Al cumplir las metas finales habremos alcanzado 100% del objetivo planteado de recuperar un bosque secundario maduro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Meta 1. Diversidad de especies arbóreas y arbustivas: similitud de más de 80% en la diversidad de especies en relación con el sitio de referencia 2.</li> <li>Meta 2. Número de estratos verticales: cuatro estratos (herbáceo, sotobosque, subdosel y dosel). Esperamos recuperar la estructura vertical completamente.</li> </ul>

\* Para información sobre alternativas de especies y sus características, revisar el Módulo 3 de esta Serie.



## 12. Glosario



**Áreas degradadas:** áreas cuya integridad física, química y/o biológica ha sufrido una perturbación, lo que altera la vegetación existente y empobrece los suelos.

**Áreas intervenidas:** áreas cuya vegetación original ha sido modificada en diferentes niveles por acción humana.

**Banco semillero:** conjunto de semillas que permanecen viables en el suelo y germinan cuando las condiciones son favorables.

**Barbecho:** área de cultivo en periodo de descanso con el objetivo de que recupere sus nutrientes y vuelva a ser utilizada para nuevos cultivos.

**Barreras para la sucesión ecológica:** factores que impiden, limitan o desvían la sucesión ecológica en áreas que han sufrido un disturbio.

**Biodiversidad:** comprende la variedad de seres vivos que habitan un lugar, así como la variedad de ecosistemas y la variabilidad genética de cada especie.

**Bosques análogos:** ecosistemas establecidos por el ser humano en áreas degradadas, que emulan la estructura de los bosques nativos, pero con especies diferentes. Su objetivo es restaurar la funcionalidad del área y proveer diversidad de alimentos. Se basan en un enfoque de restauración conocido como foresta análoga.

**Componentes bióticos:** seres vivos de un ecosistema (p. ej. plantas, animales).

**Componentes abióticos:** componentes no vivos del ecosistema (p. ej. suelo, agua, luz, temperatura).

**Composición ecosistémica:** aspecto de la estructura ecosistémica que se refiere a las especies de plantas y animales que conforman el ecosistema.

**Comunidades bióticas:** totalidad de los organismos vivos que hacen parte del mismo ecosistema e interactúan entre sí.

**Conectividad del paisaje:** facilidad que presenta un paisaje para la movilización e interacción de organismos de plantas y animales entre las diferentes áreas que lo conforman.

**Disturbios:** eventos destructivos de origen natural o antrópico, que rompen la estructura y la función de un ecosistema, cambiando la disponibilidad de recursos y las condiciones microclimáticas, en el espacio y tiempo.

**Ecosistema de referencia:** ecosistema que se define como modelo para guiar las metas de restauración planteadas para otra área.

**Ecosistemas naturales:** ecosistemas que se han desarrollado sin la intervención humana.

**Erosión:** pérdida de suelo por acción del viento o agua.

**Erosión laminar:** erosión de la capa superficial de suelo provocada por la salpicadura



de las precipitaciones en un terreno inclinado. Aunque es difícil de detectar, es muy perjudicial y es el origen de estadios de erosión más graves.

**Escorrentía superficial:** escurrimiento del agua sobre la superficie del suelo por acción de la gravedad.

**Especies indicadoras:** especies de plantas o animales que se desarrollan bajo condiciones físicas y biológicas muy específicas, por lo que su presencia indica la existencia de dichas condiciones.

**Estrategia de restauración:** conjunto de prácticas que se complementan entre sí para cumplir con los objetivos de restauración planteados.

**Estructura ecosistémica:** se refiere a los elementos, bióticos y abióticos, que conforman un ecosistema determinado, y su organización en el espacio.

**Fase de dispersión de la vegetación:** es la etapa durante la que las semillas u otros propágulos se dispersan en el campo, desde la planta madre.

**Fase de establecimiento de la vegetación:** comprende el periodo desde la germinación de la semilla hasta el crecimiento y establecimiento de las plántulas.



**Fase de persistencia de la vegetación:** comprende el periodo desde el establecimiento de la plántula hasta el cumplimiento del ciclo reproductivo de la planta.

**Fragmentación del paisaje:** proceso que, a través del tiempo, transforma el paisaje, originalmente continuo, en secciones con distintos tipos de uso de suelo. La cobertura vegetal original se mantiene solo en algunos fragmentos.

**Funcionamiento ecosistémico:** comprende los procesos que ocurren en el ecosistema, como la producción primaria, la descomposición o el ciclaje de nutrientes, así como las interacciones que ocurren entre los componentes ecosistémicos (organismo-organismo, organismo-ambiente), como la competencia o el mutualismo. El funcionamiento del ecosistema es dependiente de la estructura ecosistémica.

**Manejo adaptativo:** es una forma de manejo que considera el diseño de una estrategia, su implementación, monitoreo de resultados y adaptación de la estrategia para lograr un aprendizaje hacia un mejor resultado.

**Micrositios:** pequeñas superficies en un ecosistema degradado en las que hay una oferta de recursos bióticos y abióticos diferenciada que favorece el desarrollo de la regeneración natural. Un ejemplo es el área de la proyección de la copa de un árbol.





bol, arbusto o incluso plantas herbáceas, en donde la condición de temperatura, humedad, luz y suelo son diferentes del resto del área degradada, cuya exposición solar es elevada.

**Paisaje:** área geográfica en la que se da múltiples usos al suelo y en la que existen diversos tipos de cobertura vegetal. El término se utiliza para referirse a territorios amplios y heterogéneos.

**Paisaje sostenible:** paisaje integrado y conectado, que procura el manejo sostenible de los distintos usos de suelo, para satisfacer las necesidades de múltiples actores y en múltiples sectores.

**Permeabilidad del paisaje:** similar a la conectividad, es una característica del paisaje relacionada con el nivel en que este facilita el movimiento de organismos entre distintas áreas.

**Plantas nodrizas:** especies con capacidad de establecerse en condiciones físicas, biológicas y climáticas adversas, y que generan las condiciones de sombra, humedad y materia orgánica necesarias para el establecimiento adecuado de otras plantas, dándoles así protección.

**Polinización cruzada:** transporte del polen que realizan ciertos animales de una planta a otra, cuando esta no tiene los sexos masculino y femenino en la misma planta.

**Producción sostenible:** forma de producción (p.ej. agrícola, pesquera, forestal, entre otras), que suple las necesidades humanas, sin degradar los ecosistemas, permitiendo que estos se mantengan saludables y productivos en el largo plazo.

**Productos no maderables:** bienes de consumo derivados de los árboles, excluyendo aquellos procedentes de la madera o de la corta de árboles, como por ejemplo frutos, fibras o resinas.

**Propágulo:** cualquier unidad reproductiva que origine un nuevo individuo (fruto, semilla, espora, estaca, bulbo).

**Regeneración natural:** resurgimiento espontáneo de la vegetación en un sitio que ha sufrido un disturbio natural o antrópico.

**Resiliencia:** capacidad de un ecosistema que se ha visto alterado, de recuperar sus atributos estructurales y funcionales, volviendo a su punto de equilibrio. Mientras más corto sea el tiempo de recuperación, más resiliente es el ecosistema.

**Resistencia:** capacidad de un ecosistema de soportar un disturbio sin verse alterado, permaneciendo en su estado de equilibrio.

**Restauración ecológica:** acción que busca restablecer la estructura, composición y funcionamiento de un ecosistema degradado o destruido.





**Restricciones edafoclimáticas:** características del clima y de los suelos adversas para el establecimiento de cierta vegetación.

**Servicios ecosistémicos:** son los beneficios que obtienen las poblaciones humanas del funcionamiento adecuado de los ecosistemas naturales (p. ej. el ciclaje de nutrientes, la provisión y regulación de agua).

**Sostenible:** que se mantiene en el tiempo.

**Sucesión ecológica:** proceso natural de recambio en la riqueza y abundancia de especies y comunidades relacionado con las transformaciones microambientales y edáficas que se dan después de un disturbio. Es la principal estrategia natural que poseen los ecosistemas degradados para recuperarse.

**Trayectoria de restauración:** desarrollo de un ecosistema en proceso de restauración a través del tiempo.

**Vegetación riparia:** vegetación propia de las riberas de ríos, quebradas y cursos de agua en general.

**Plan de finca:** instrumento de planificación que tiene el objetivo de implementar el uso sostenible del suelo en la finca, contribuyendo a la conservación del ambiente y al mejoramiento de la productividad.



## 13. Literatura citada

**Armenteras, D., Rodríguez, N., Retana, J. y Morales, M.** 2011. Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change*, 11: 693-705.

**Atkinson, I.** 1994. Guidelines to the development and monitoring of ecological restoration programmes. Department of Conservation technical series, Wellington, NZ.

**Bubb, P., I. May, L. Miles y J. Sayer.** 2004. Cloud Forest Agenda. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

**Camargo, G.** 2007. Guía Técnica para proyectos pilotos de restauración ecológica participativa. Bogotá, Colombia.

**Chazdon, R. L., P. H. S. Brancalion, D. Lamb, L. Laestadius, M. Calmon y C. Kumar.** 2016. A Policy-Driven Knowledge Agenda for Global Forest and Landscape Restoration. *Conservation Letters* 10:125-132.

**Chazdon, R. L., C. A. Harvey, O. Komar, D. M. Griffith, Ferguson, B., M. Martínez-Ramos, H. Morales, R. Nigh, L. Soto-Pinto, V. Breugel y S. M. Philpott.** 2008. Beyond Reserves: A Research Agenda for Conserving Biodiversity in Human-modified Tropical Landscapes. *Biotropica* 41:142-153.

**Cuesta, F., M. Peralvo y N. Valarezo.** 2009. Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Iniciativa Regional de Estudios Ambientales Andinos, CONDESAN, La Paz, Lima, Quito.

**Dudley, N., S. Mansourian y D. Vallauri.** 2005. Forest Landscape Restoration in Context. In: S. Mansourian, D. Vallauri y N. Dudley, editores. *Forest Restoration in Landscapes. Beyond planting trees.* Springer, New York.

**Etter, A., McAlpine, C., Wilson, K., Phinn, S. y Possingham, H.** 2006. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114: 369-386.

**Farfán Valencia, F.** 2014. Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café. FNC-Cenicafé, Caldas, Colombia.

**Forero-Medina, G. y M. Vieira.** 2007. Functional connectivity and the importance of the landscape - organism interaction. *Oecologia australis* 11:493-502.

**Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Becerra, M. T., Cabrera, E., Chacón-Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M. y Saito, J.** 2011. Physical geography and ecosystems in the tropical Andes. Climate change and biodiversity in the tropical Andes, Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE): 152-169.

La planificación para la restauración a escala local

- McDonald, T., G. D. Gann, J. Jonson y W. D. Kingsley.** 2016. International standards for the practice of ecological restoration - including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, DC.
- MEA, Millenium Ecosystemt Assesment.** 2005a. Ecosystems and Human Well-Being, Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- MEA, Millenium Ecosystem Assesment.** 2005b. Ecosystems and human well-being. Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington DC.
- Moreno-Mateos, D., E. B. Barbier, P. C. Jones, H. P. Jones, J. Aronson, J. A. López-López, M. L. McCrackin, P. Meli, D. Montoya y J. M. Rey Benayas.** 2017. Anthropogenic ecosystem disturbance and the recovery debt. *Nature Communications* 8:14163.
- Mulligan, M.** 2010. Modeling the tropics-wide extent and distribution of cloud forest and cloud forest loss, with implications for conservation priority. Páginas 14-38 en Bruijnzeel, L. A., Scatena F. N. y Hamilton, L. S. (eds.), *Tropical montane cloud forests: Science for conservation and management*, Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.
- Murcia, C., M. Guariguata, E. Quintero-Vallejo y W. Ramírez.** 2017. La restauración ecológica en el marco de las compensaciones por pérdida de biodiversidad en Colombia: Un análisis crítico. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- National Research Council.** 2004. Adaptive Management for Water Resources Project Planning. The National Academies Press, Washington, DC.
- Osinaga, O., S. Báez, F. Cuesta, A. Malizia, J. Carrilla, N. Aguirre y L. Malizia.** 2014. Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos - Protocolo extendido. Protocolo 2 - Versión 1. CONDESAN / IER-UNT / COSUDE, Quito, Ecuador.
- Peralvo, M., Cuesta, F y Baquero, F.** 2016. Prioridades para la conservación de la biodiversidad y procesos de cambio ambiental: escenarios a nivel nacional para promover la planificación territorial con enfoque de paisaje. Ministerio del Ambiente del Ecuador, CONDESAN.
- Ribeiro Rodríguez, R., P. Santin y I. Isernhagen, editores.** 2009. Pacto pela restauração da mata atlântica : referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. PACTO pela Restauração da Mata Atlântica, Sao Paulo.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity.** 2000. Sustaining life on Earth. How the Convention on Biological Diversity promotes nature and human well being.
- SER, Society for Ecological Restoration International.** 2004. The SER International Primer

on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona.

**Thompson, B. A.** 2011. Planning for Implementation: Landscape-Level Restoration Planning in an Agricultural Setting. *Restoration Ecology* 19:5-13.

**Van Andel, J. y J. Aronson.** 2012. Getting started. En *Restoration Ecology*. The New Frontier. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.

**Van Andel, J., P. Grootjans y J. Aronson.** 2012. Unifying concepts. En J. Van Andel y J. Aronson, editors. *Restoration Ecology*. The New Frontier. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.

**Vargas, O., editor.** 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque alto andino. Grupo de Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia.

**Williams, B. K.** 2011. Adaptive management of natural resources--framework and issues. *Journal of environmental management* 92:1346-1353.

# Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Proceso de implementación de un proyecto de restauración en un contexto de manejo adaptativo.	20
<b>Figura 2.</b> Área de pendiente pronunciada, donde es prioritario realizar restauración.	21
<b>Figura 4.</b> Aspectos básicos que contribuyen a incrementar la factibilidad de realizar restauración.	27
<b>Figura 5.</b> Ejemplo de zonificación de una finca ganadera realizado durante el ejercicio de planificación integral de la finca.	28
<b>Figura 6.</b> La conectividad del paisaje puede facilitarse mediante diferentes estrategias.	31
<b>Figura 7.</b> Talud en camino vecinal que necesita de prácticas de restauración vegetal y ser dedicado a la protección.	36
<b>Figura 8.</b> Sistema agroforestal que implementa prácticas de producción sostenible, como la utilización de abonos verdes.	36
<b>Figura 9.</b> Respuesta de ecosistemas naturales a un disturbio considerando la resistencia y la resiliencia.	39
<b>Figura 10.</b> Pasos para la realización del diagnóstico de sitio.	46
<b>Figura 11.</b> Ejemplo de ficha de sistematización de información para el diagnóstico de sitio de un área donde se prevee realizar prácticas de restauración.	48
<b>Figura 12.</b> Área boscosa en buen estado de conservación, Reserva Intillacta, Nanegalito.	54
<b>Figura 13.</b> Área en proceso de regeneración natural que puede funcionar como sitio de referencia de un estadio sucesional temprano.	55
<b>Figura 14.</b> Área en regeneración natural que puede funcionar como sitio de referencia para estadios tempranos de restauración.	55
<b>Figura 15.</b> Vivero forestal en la parroquia Mindo, noroccidente de Quito.	60

<b>Figura 16.</b> Ficha de sistematización de la planificación de actividades de restauración para un área seleccionada al interior de una de una finca, en el Noroccidente de Pichincha, Ecuador.	66
<b>Figura 17.</b> Esquema del área de intervención.	73

# Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Extensión y superficie que cubren los bosques montanos en los países de la región andina (2009).	5
<b>Tabla 2.</b> Áreas prioritarias para restauración según criterios de ubicación geográfica, topografía y tipo de degradación.	24
<b>Tabla 3.</b> Descripción de la zonificación realizada en una finca ganadera y acciones de manejo llevadas a cabo.	29
<b>Tabla 4.</b> Características de los dos enfoques de restauración.	37
<b>Tabla 5.</b> Enfoques de la restauración en paisajes andinos, su relación con el uso futuro del área, y ejemplos de objetivos de restauración según cada enfoque.	43
<b>Tabla 6.</b> Indicadores y umbrales respectivos para apoyar la interpretación de los resultados obtenidos en el monitoreo de áreas de restauración en bloque y con conducción de la regeneración natural en bosques semidecíduos de la Mata Atlántica, Brasil.	58

# Índice de Cajas

<b>Caja 1.</b> ¿Qué son los servicios ecosistémicos?	3
<b>Caja 2.</b> La restauración a escala local y su relación con el paisaje	4
<b>Caja 3.</b> Ejemplo de zonificación de finca	18
<b>Caja 4.</b> La importancia de la conectividad en un paisaje	25
<b>Caja 5.</b> La restauración y la capacidad de recuperación de los ecosistemas	28
<b>Caja 6.</b> Establecimiento de objetivos socioeconómicos	35
<b>Caja 7.</b> Preguntas orientadoras para la fase de diagnóstico	42
<b>Caja 8.</b> Seguimiento del cumplimiento de objetivos	55



Con el apoyo de:

MINISTERIO DEL AMBIENTE

