



MINISTERIO DE
AMBIENTE Y ENERGÍA

GOBIERNO
DE COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL DE
ÁREAS DE CONSERVACIÓN



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

GUÍA TÉCNICA

PARA LA
REHABILITACIÓN DE
ÁREAS DE PROTECCIÓN
DE RÍOS, QUEBRADAS,
ARROYOS Y NACIENTES

2024



GUÍA TÉCNICA

PARA LA
REHABILITACIÓN DE
ÁREAS DE PROTECCIÓN
DE RÍOS, QUEBRADAS,
ARROYOS Y NACIENTES

2024





Créditos

Dirección estratégica: Maureen Arguedas Marín, SINAC.

Equipo técnico

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

Maureen Arguedas Marín: Coordinadora del Programa Nacional Manejo del Recurso Hídrico y Cuencas Hidrográficas.

Milena Gutiérrez Leitón: Coordinadora del Sistema de Información de Recursos Forestales (SIREFOR). Departamento de Conservación y Uso Sostenible de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.

Floribeth Ortega Garita: Área de Conservación Central.

Luis González Arce: Área de Conservación Central.

Tecnológico de Costa Rica (TEC)

Gustavo Torres Córdoba.

Luis Acosta Vargas.

Dorian Carvajal Vanegas.

Colaboración de

Jorge Fallas Gamboa.

Agradecimiento:

Sistema Nacional de Áreas de Conservación

Pedro Rojas Chávez (ACT), Francisco Ramírez (ACG), Jairo Mora (ACTo), Ángel Guevara Villegas (ACAT), German Aguilar Vega (ACAT), Ingrid Campos Leiva (ACLAP), Luis Sanchez Arguedas (ACLAP), Marco Torres Benavides (ACAHN), Fulvia Wohl Jiménez (ACC), Priscilla Castro Salazar (ACC), Emily Flores Rodríguez (ACC), María Rosa Ramírez Vargas (ACC), Nidia Mileidy Castro González (ACC), María Luisa Jiménez (ACC), Luis Guillermo Ramírez Barquero (ACC), Cinthia Barrantes Guevara (ACT); Irene Artavía Villar (ACC), Mauricio Castillo Nuñez (SE), Daniel Villavicencio Serrano (SE).

Compañía Nacional de Fuerza y Luz

Sergio Feoli Boraschi.

Proyecto Transición hacia una Economía Verde Urbana (TEVU)

Miriam Miranda Quirós (Coordinadora Proyecto TEVU) Ana María Lobo Calderón (Abogada), Jossy Esteban Calvo Villalobos (Biólogo), Fabricio Ballester Jimémez (Ing. Forestal), Mariela Chinchilla Araya (Comunicadora Política), Marlon Alfaro Cordero (Ing. Topógrafo), Marvin Rojas Díaz (Diseñador Gráfico), Natalia Gamboa Alpizar (Ing. Ambiental).

333.72

C8375g Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía. Sistema Nacional de Áreas de Conservación

Guía técnica para la rehabilitación de áreas de protección de ríos, quebradas, arroyos y nacientes / Dirección estratégica: Maureen Arguedas Marín, SINAC ; Equipo técnico Maureen Arguedas Marín Coordinadora del Programa Nacional Manejo del Recurso Hídrico y Cuencas Hidrográficas, Milena Gutierrez Leitón Coordinadora del Sistema de Información de Recursos Forestales (SIREFOR) . - San José, Costa Rica: MINAE, SINAC, SIREFOR, 2024. Color. 28 cm.

ISBN: 978-9977-50-168-3

1. RÍOS 2. QUEBRADAS 3. ARROYOS 4. NACIENTES 5. COSTA RICA 6. REHABILITACIÓN. I. Arguedas Marín, Maureen. II. Gutiérrez Leitón, Milena I. Título

ÍNDICE GENERAL

I. Introducción.....	1
II. Alcance.....	2
III. Normativa.....	3
IV. Consideraciones técnicas para iniciar un proceso de rehabilitación en áreas de protección.....	6
ETAPA 1: Conocimiento del área por rehabilitar.....	8
1. Describir y/o caracterizar el área por rehabilitar y sus alrededores.....	9
ETAPA 2: Planificación/Elaboración del plan de rehabilitación detallado.....	16
1. Describir los objetivos de la rehabilitación del área de protección.....	17
2. Definir las técnicas de rehabilitación más apropiadas.....	17
ETAPA 3: Ejecución.....	30
ETAPA 4: Mantenimiento.....	36
ETAPA 5: Monitoreo y evaluación.....	40
V. Glosario.....	42
VI. Bibliografía.....	46
VII. Anexos.....	49
ANEXO 1. Normativa.....	50
ANEXO 2. Formulario de campo para describir y/o caracterizar el área por rehabilitar y sus alrededores.....	59
ANEXO 3. Formato de informe de visita al sitio por rehabilitar.....	67
ANEXO 4. Formato de plan de rehabilitación.....	71
ANEXO 5. Formato de informe (fase de ejecución).....	73
ANEXO 6. Formato de informe (fase de mantenimiento).....	74
ANEXO 7. Formulario de campo (fase de monitoreo y evaluación).....	76



Índice de cuadros

Cuadro 1. Posibles condiciones del área de protección.....	11
Cuadro 2. Grupos texturales del suelo.....	12
Cuadro 3. Categorías de pendiente en función del relieve.....	13
Cuadro 4. Categorías de erosión.....	14
Cuadro 5. Categorías de drenaje.....	14
Cuadro 6. Categoría de clasificación del riesgo de inundación.....	15
Cuadro 7. Tratamientos previos del terreno.....	25
Cuadro 8. Tipo e intensidad de prácticas de manejo y conservación de suelos recomendadas según la pendiente y cobertura del suelo en el sitio.....	26
Cuadro 9. Listado de posibles materiales a utilizar para la siembra.....	27

Índice de figuras

Figura 1. Etapas del proceso de rehabilitación del área de protección.....	6
Figura 2. Técnicas de rehabilitación.....	18
Figura 3. Barda situada en el río Torres.....	19
Figura 4. Pasos para plantar un árbol.....	34
Figura 5. Errores a la hora de plantar un árbol.....	35

Siglas y acrónimos

ADI	Asociación de Desarrollo Integral
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Asadas	Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales
CNE	Comisión Nacional de Emergencias
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
GAM	Gran Área Metropolitana
TEC	Tecnológico de Costa Rica
INVU	Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial
SIREFOR	Sistemas de Información de los Recursos Forestales
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ONF	Oficina Nacional Forestal
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

I. Introducción

Las áreas de protección buscan preservar la cobertura arbórea cercana a las fuentes de agua con el objetivo de conservar y proteger el recurso hídrico. Estos espacios, definidos y resguardados por los artículos 33, 34 y 58 de la Ley Forestal N°7575 de 1996, además de proteger el recurso hídrico, brindan otros servicios ecosistémicos, tales como hábitat para la flora y fauna, regulación del clima local, mejora de la conectividad espacial entre fragmentos arbolados, protección del suelo y reducción de la vulnerabilidad ante retos ambientales como el calentamiento global y la pérdida de biodiversidad. Sin embargo, a pesar de la protección legal de estos espacios y del conocimiento de los servicios ecosistémicos que brindan, estas áreas están siendo invadidas por distintos motivos, entre ellos: tala, infraestructura, cultivos, residuos, entre otros.

La Guía Técnica para la rehabilitación de áreas de protección de ríos, quebradas, arroyos y nacientes, léase desde ahora, Guía Técnica, propone aspectos técnicos a considerar para formular, ejecutar y monitorear procesos de rehabilitación en dichas áreas. Para la elaboración de esta guía se tomó como base el Protocolo de reforestación y mantenimiento para la rehabilitación ecológica de las áreas de protección de la Gran Área Metropolitana (GAM) realizado en 2015 por una comisión interdisciplinaria e interinstitucional integrada por SINAC-Área de Conservación Central, Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), Museo Nacional y la Municipalidad de San José.

Posteriormente, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en conjunto con el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU), desarrollaron la Guía Práctica para la Delimitación Digital de las Áreas de Protección de Ríos, Quebradas y Arroyos utilizando QGIS (2021). Esta herramienta, permite a los gobiernos

locales disponer de la delimitación de las áreas de protección de la totalidad de los cuerpos de agua que lo atraviesan. De esta forma los municipios, pueden tomar decisiones técnicas sobre que sitios priorizar y en que líneas de tiempo.

La aplicación de esta Guía Técnica corresponde a una acción estratégica del eje de recuperación y rehabilitación de las áreas de protección del Plan de Acción de la Política Nacional de Áreas de Protección de Ríos, Quebradas, Arroyos y Nacientes 2020-2040. Dado que el protocolo antes mencionado se centraba únicamente en la GAM, se vio la necesidad de ampliar su alcance a nivel nacional, por lo que se revisó, ajustó y actualizó. Este proceso fue liderado por el Programa Nacional de Manejo del Recurso Hídrico y Cuencas Hidrográficas del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) con el apoyo de personas funcionarias del SINAC, profesionales de la Escuela de Ingeniería Forestal del Tecnológico de Costa Rica (TEC) y un representante de la sociedad civil.

La Guía Técnica está estructurada en tres secciones. Inicialmente, se presentan algunos artículos relevantes incluidos en la normativa, así como aspectos indicados en instrumentos de política pública; seguidamente se desarrollan las consideraciones técnicas que la guía propone para tener en cuenta al iniciar un proceso de rehabilitación. Finalmente, se presentan algunos formatos de formularios de campo e informes, los cuales podrían ser útiles si se requiere documentar los procesos de rehabilitación. Se considera una buena práctica sistematizar el proceso, pues con ello se contribuye a la construcción colectiva del conocimiento.





II. Alcance

La Guía Técnica para la rehabilitación de áreas de protección (AP) es de alcance nacional y tiene como objeto guiar los procesos de rehabilitación de dichas áreas.

En el marco de estos procesos se puede requerir llevar a cabo varias acciones las cuales serán específicas del sitio ya que dependen del contexto y de múltiples factores, entre ellos: naturales, sociales y económicos. El presente documento únicamente proporciona los elementos básicos a considerar en un proceso de rehabilitación, brindando recomendaciones según las bases teóricas y la experiencia acumulada de personas funcionarias del SINAC, de la Escuela de Ingeniería Forestal del TEC y un representante de la sociedad civil. Sin embargo, para planificar y ejecutar un proceso de rehabilitación de un AP es recomendable contar con la asesoría técnica de un profesional que pueda valorar lo que mejor se ajuste a las condiciones actuales del sitio por rehabilitar.

La necesidad de iniciar un proceso de rehabilitación en áreas de protección puede surgir de distintas formas, por ejemplo: iniciativas locales o institucionales, resultado de alguna investigación o herramientas de priorización o en casos de conciliación judicial, entre otras.

En materia de denuncias ambientales relacionadas a la invasión de las áreas de protección, una posible sentencia a los infractores podría ser la restitución del sitio a las condiciones originales, lo que, en algunos casos, puede implicar que, con el apoyo de un profesional forestal, se elabore un plan de rehabilitación para el área de la zona afectada (Sánchez 2016¹), para este, y otros casos, se espera, que, esta guía sirva de insumo para que el proceso de rehabilitación sea planificado, ejecutado, monitoreado y evaluado de la mejor manera posible, cumpliéndose así los objetivos planteados y promoviendo que los actores involucrados se apropien del proceso de rehabilitación del área de protección afectada y/o degradada.

1. Sánchez, G. 2016. Áreas de Protección de cuerpos de agua (comunicación personal). San José, Costa Rica. MSJ.

III. Normativa

En distintas normas e instrumentos de política pública se encuentra reflejada la relación fundamental entre la protección del recurso hídrico y el recurso forestal, pues la conservación de ambos se encuentra fuertemente entrelazada.

La **Ley de Agua N° 246**, indica sobre la conservación de los árboles especialmente a orillas de los ríos con el fin de evitar la disminución de las aguas producida por la tala de bosque (art 145) y promueve que los propietarios de terrenos atravesados por ríos, arroyos en cuyos contornos hayan sido destruidos los bosques que les servían de abrigo, están obligados a sembrar árboles en los márgenes de los mismos (art 148).

La **Ley Forestal N°7575** define las áreas de protección (artículo 33) y las limitaciones que las rigen, mismas que se encuentran contempladas en los artículos 34 y 58. El artículo 34: *prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección*, mientras que el artículo 58 impone penas de prisión que van desde los tres meses hasta los tres años a quien invada un área de protección.

La invasión al AP se interpreta como realizar cualquier acto no permitido, los cuales impliquen colocar cualquier tipo de edificación o material sobre estas áreas (casas, cercas, piedras, residuos, árboles caídos, tierra o cualquier otro material).

El delito se configura de manera independiente a que se produzcan o no efectos (destrucción de la vegetación, impedimento del libre crecimiento de árboles y vegetación, interrupción de flujos de agua, alteración de su libre curso, contaminación, entre otros.) (Fiscalía General de la República 2020).

La **Ley N° 10210** del 2022, adiciona a la citada Ley Forestal los artículos 33 bis y 33 ter, mismos que habilitan la realización de algunas acciones en las AP, entre ellas infraestructura civil y obras de recuperación y rehabilitación, ambos mediante autorización del MINAE.

Las AP constituyen una limitación al derecho de propiedad privada, acorde con lo establecido en el artículo 45 y 50 de la Constitución Política, pues satisfacen un interés público imperativo, a través de criterios razonables, útiles y oportunos.

Sin embargo, dicha limitación no implica una pérdida total de los derechos y obligaciones de las personas propietarias, sobre dichos terrenos. A pesar de encontrarse en propiedad privada, las AP tienen como objetivo la conservación del recurso hídrico. *Las áreas de protección han sido previstas con miras a la conservación de los recursos hídricos. Se persigue con ellas, preservar la capa boscosa cercana a las fuentes de agua o regenerar la indebidamente talada, con el propósito de mantener sus volúmenes en óptima calidad*" (Dictamen C-103-98).

A continuación, se citan otros instrumentos que fundamentan lo indicado en la Guía Técnica. Para más información sobre normativa aplicable a los procesos de rehabilitación de AP, ver Anexo 1 del presente documento y Anexo de la 2 de la Política Nacional de Áreas de Protección de Ríos, Quebradas, Arroyos y Nacientes 2020-20240



1. Ley de Agua N°276 (artículos 145, 146, 147, 148, 149, 150 y 151)
2. Ley Forestal N°7575 (artículo 3, 33, 34, 58)
3. Reforma Ley Forestal N°10210 (artículos 33 bis y ter)
4. Reglamento a la Ley Forestal, Decreto Ejecutivo N°25721-MINAE (artículo 2).
5. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos, N° 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT (artículo 6)
6. Ley de Conservación de Vida Silvestre N°7317 (artículos 2, 100, 128)
7. Ley Orgánica del Ambiente N°7554 (artículos 51, 52, 53, 54, 55, 59, 60, 64, 65, 67, 68 y 69).
8. Ley de Biodiversidad N°7788 (artículos 7, 53)
9. Ley para la Gestión Integral de Residuos N°8839 (artículos 6, 50, 54, 61).
10. Estrategia Nacional de Restauración de Paisajes de Costa Rica (EN5R-CR) 2021-2050
11. Política Nacional de Áreas de Protección de ríos, quebradas, arroyos y nacientes 2020-2040.
12. Metodología para la delimitación digital de ríos, quebradas y arroyos².
13. Protocolo para el otorgamiento de Alineamientos de las Áreas de Protección según Ley Forestal N°7575



2. El INVU con apoyo del Proyecto TEVU-OET-PNUD, elaboró una Guía metodológica, que actualiza esta Metodología, está pendiente de oficialización.



IV. Consideraciones técnicas para iniciar un proceso de rehabilitación en áreas de protección

Para efectos de esta Guía Técnica, la rehabilitación de un área de protección es un proceso que puede resumirse en cinco etapas.

Se propone iniciar con el estudio del sitio por rehabilitar, esto permitirá contar con insumos técnicos para formular y/o planificar las acciones más apropiadas para el sitio según su contexto. Posteriormente, las acciones se ejecutarán, y según sea necesario se les dará mantenimiento. Finalmente, se realizará un monitoreo de los indicadores definidos, permitiendo así evaluar el impacto de las acciones realizadas (Figura 1).

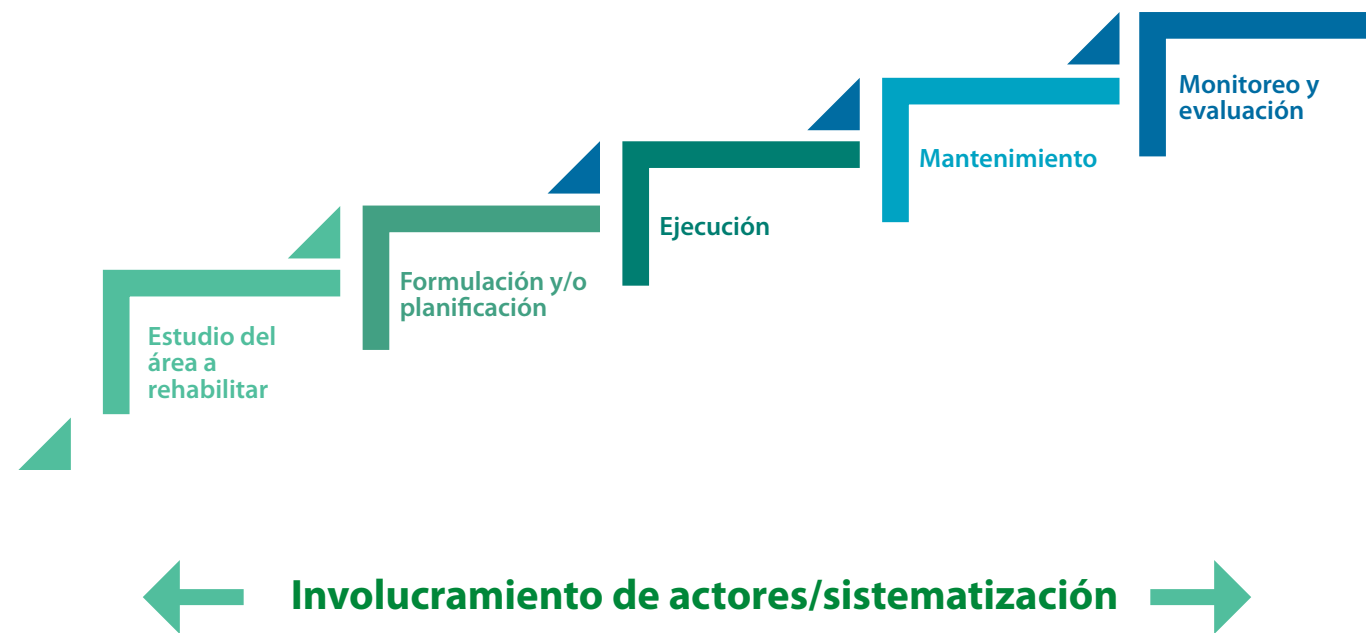


Figura 1. Etapas del proceso de rehabilitación del área de protección.

La identificación del área por rehabilitar puede surgir de una iniciativa local, municipal, institucional y/o privada. En cualquiera de las etapas del proceso es deseable involucrar a actores claves tales como vecinos(as) de la comunidad, alumnos(as) de escuelas, colegios, instituciones, grupos organizados, asociaciones administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales en Costa Rica (Asadas), miembros de comités de corredores biológicos y gestor ambiental de la municipalidad correspondiente, miembros de Asociaciones de Desarrollo Integral (ADI), entre otros.

El involucramiento de actores locales es una buena práctica que puede propiciar el éxito del proceso de rehabilitación; para que esto suceda es importante brindar información, así como sensibilización y educación ambiental a las personas con el fin de que comprendan las razones por las que se llevan a cabo la rehabilitación, y cómo pueden ser parte del proceso, ya sea aportando experiencia, tiempo (horas de voluntariado) o difundiendo información sobre la evolución del proceso. Si el involucramiento de actores se da en la fase de ejecución, es importante contemplar que a las personas voluntarias se les debe proporcionar información relevante y capacitación con el fin de que tengan claro los aspectos técnicos y de seguridad para desempeñar las labores de campo.

La realización de labores de campo lleva implícito la exposición a ciertos factores de riesgo, entre ellos: radiación solar, suelos inestables, uso herramientas, posturas corporales incómodas, levantamiento y carga de objetos, y exposición a mosquitos, insectos o plantas conocidas por generar reacciones alérgicas, entre otros (González, K; Salas, L; Sandoval, M, 2019). Por lo que se sugiere tomar las medidas correspondientes para minimizar los factores de riesgo que presenten el sitio por rehabilitar.

También, se considera una buena práctica sistematizar el proceso, esto implica llevar registros de las acciones que se van realizando, elaborar informes con los resultados que se van obteniendo, monitorear los indicadores definidos según los objetivos de la rehabilitación, extraer lecciones aprendidas y difundir la información generada.



Foto por: Sergio Feoli Boraschi.



ETAPA 1:

CONOCIMIENTO DEL ÁREA POR REHABILITAR

Foto por: Jorge Fallas Gamboa.

1. Describir y/o caracterizar el área por rehabilitar y sus alrededores.

Para diseñar un plan de rehabilitación ajustado a las circunstancias reales y actuales del sitio es importante conocer las condiciones del área por rehabilitar y su entorno, así como los factores que propiciaron el cambio de uso del suelo y las limitaciones ecológicas, ambientales y sociales por gestionar para lograr una rehabilitación natural o asistida del sitio.

Algunos ejemplos de limitaciones ecológicas son: presencia de especies introducidas o nativas invasoras, intervención del sitio (infraestructura, cultivos, entre otros), ausencia de cobertura arbórea natural cercana para facilitar la restauración natural, ausencia de polinizadores y/o animales dispersores y pérdida de estructura del suelo, entre otros. También existen factores políticos, económicos y sociales que pueden limitar los procesos de restauración de ecosistemas; así como perturbaciones naturales y antropogénicas (Vargas *et al* 2007).

La caracterización del área por rehabilitar es una buena práctica dado que permite conocer su estado inicial, lo cual será un insumo importante para las siguientes etapas del proceso. Dicha caracterización se puede realizar en las siguientes dos fases: i) la fase de campo y ii) la fase de análisis de la información.

En la fase de campo se recorre el sitio, se identifican y evalúan las características ambientales, sociales y su entorno.

En la segunda fase se analiza la información recabada en campo, así como la información espacial disponible.

Lo anterior se sistematiza en un informe y se elabora un mapa que contenga toda la información sobre el sitio y el entorno. Esta información representa la línea base del sitio.

Fase de campo:

- a.** Identificar el régimen de propiedad del terreno (por ejemplo: terreno privado, municipal, territorios indígenas, entre otros). Así como información catastral, registral y certificación de personería jurídica (si está disponible y de ser necesario).
- b.** Conocer sobre el contexto local, para esto se puede conversar con personas de la localidad, esto con el fin de conocer las posibles causas de degradación y/o invasión del sitio (ver cuadro 1) y así como la posible anuencia de los vecinos a participar del proceso de rehabilitación.
- c.** Recorrer el área de protección e identificar lo que hay tanto en el AP como en sus alrededores. Es decir, se realiza un levantamiento geográfico, para ello se realiza un recorrido a lo largo del área a rehabilitar tomando la coordenada cada vez que se observa un cambio de cobertura/uso del suelo, para ello se puede hacer uso de una aplicación o de un receptor del sistema global de navegación por satélite (GNSS).



Además, se debe registrar información y describir sobre la presencia y/o el estado de al menos los siguientes elementos:

- i.** Infraestructura (calles, caseríos, casas aisladas)
- ii.** Características del suelo y/o terreno (por ejemplo, textura del suelo, pendiente, erosión, drenaje y riesgo de inundación, entre otros).
- iii.** Tipo de cobertura y uso de la tierra (forestal, cultivo (especificar cuál), plantación forestal, manglar, yolillar, humedal, páramo, pasto, edificación/ desarrollado, suelo desnudo).
- iv.** Especies de flora y fauna presentes. Indicar si hay presencia de especies en extinción o con poblaciones reducidas,
- v.** Tipo de actividades productivas,
- vi.** Características físicas del cuerpo de agua (olor, color, turbidez),
- vii.** Presencia de descargas de aguas negras o servidas, tomas de agua, así como el sistema de tratamiento de aguas residuales y su estado,
- viii.** Presencia y tipo de residuos en el AP,

En esta fase se colecta en campo la información geográfica necesaria para conocer la cobertura/uso del suelo del área por rehabilitar. Contar con un archivo vectorial de esta área será de mucha utilidad para la fase de monitoreo y evaluación del proceso de rehabilitación.

- d.** Identificar el o los elementos que están invadiendo el AP, así como los factores que propiciaron la alteración del sitio o que representen un obstáculo o una limitación a que ocurra la regeneración natural o asistida.
- e.** Durante el recorrido de campo es importante documentar con fotografías geoetiquetadas (estas fotos incluyen las coordenadas) así como anotar las coordenadas y registrar el recorrido por el sitio, para ello se puede hacer uso de una aplicación o de un receptor del sistema global de navegación por satélite (GNSS) (refiérase al formulario de campo para describir y/o caracterizar el área por rehabilitar y sus alrededores, Anexo 2)
- f.** Definir el área por rehabilitar; esto es indispensable pues se requiere tener claridad en campo, del área de protección que aplica; según el respectivo cuerpo de agua, la ubicación (urbano o rural) y la pendiente, el AP puede ser de 10, 15, 50 o 100 m (Ley Forestal N°7575, artículo 33).

Condición actual del área de protección

A continuación, se describen posibles condiciones del área de protección por rehabilitar (Cuadro 1).

Cuadro 1. Posibles condiciones del área de protección

Condición del terreno	Descripción
Aterrado suelto	Un terreno aterrado es aquel que se encuentra desprovisto de vegetación, con suelo suelto, depositado recientemente y/o, con presencia de residuos sólidos. Condiciones de humedad y luminosidad en suelos expuestos favorecen la colonización por gramíneas (Poaceae) y arbustos.
Cobertura de herbáceas naturales pioneras y/o gramíneas de crecimiento rápido	Se trata de terrenos con una presencia de gramíneas (Poaceae) y otras plantas colonizadoras. Es una vegetación de crecimiento rápido, expansivo y de alta competencia. En la época lluviosa "ahoga" a otras herbáceas como las pasturas y en el período seco acumula materia vegetal seca. Es altamente susceptible a incendios y por lo tanto se debe valorar la necesidad de su gestión en la época seca.
Cobertura de charral y/o tacotal	Terreno con un matorral denso. Comunidad con predominio de vegetación herbácea y arbustiva con una baja diversidad de especies vegetales. Son terrenos que no han recibido ningún tipo de manejo en el tiempo, donde crecen plantas silvestres, predominan los arbustos, enredaderas, lianas y árboles pioneros de crecimiento rápido, con alturas de hasta 5 m, toda la vegetación ha nacido por regeneración natural mediante dispersión de semillas por viento, aves y/o murciélagos. El Censo Nacional Agropecuario (2014) define "áreas de regeneración natural, charrales o tacotales" como "terrenos cubiertos de matas, arbustos, enredaderas y otro tipo de vegetación que no se puede utilizar para potreros, sacar leña o madera". "Es el primer estado de crecimiento de las especies en un proceso de regeneración natural, de aquellas áreas que han sido abandonadas por las actividades agropecuarias; la edad de crecimiento de las especies consta de 0 a 2 años. Está constituido por especies herbáceas y leñosas que no sobrepasan los cinco metros".
Afectados por eventos naturales (inundaciones, deslizamientos, tormentas)	Son terrenos que recibieron los efectos de algún evento, por ejemplo: las inundaciones, avalanchas y tormentas, entre otros. Estos eventos pueden provocar la caída de árboles y el deslizamiento o movimientos en masa, que pueden generar alta cantidad de residuos vegetales como fustes, raíces o copas de árboles. Lo anterior provoca la inestabilidad del terreno y dificulta el ingreso al sitio, motivo por el cual son sitios aptos para la regeneración natural.
Invadidos por construcciones, edificaciones, y/o tala ilegal	La invasión a un área de protección implica colocar cualquier tipo de edificación o material sobre estas áreas (casas, cercas, piedras, residuos, árboles caídos, tierra o cualquier otro material) (Fiscalía General de la República, 2020). En estos casos es posible que en el terreno se encuentren residuos de varios tipos: sólidos, escombros y vegetales, entre otros.
Pastos sin árboles	Tierras con plantas forrajeras o pastos naturales o cultivados utilizados para el pastoreo de ganado. Son terrenos con evidencia de erosión y compactados debido al pisoteo del ganado.



Presencia de cultivos	Terreno con actividades económicas y técnicas relacionadas con el tratamiento del suelo y su cultivo para la producción de alimentos para el ser humano y/o ganado. Puede corresponder a sitios con suelos erosionados y con presencia de productos químicos.
Quemado, afectado por un incendio forestal	Los incendios de vegetación según su intensidad, recurrencia y duración generan impactos directos en los ecosistemas debido a la pérdida de la vegetación, la degradación del suelo, así como la pérdida de fauna silvestre. Además, provocan la impermeabilización, erosión y compactación del suelo, así como la contaminación del agua y son precursores de deslizamientos de tierra (Ubeda y Sarricolea, 2016; Fernandez et al 2010). Los efectos en el suelo dependen de la topografía del lugar, la tasa de regeneración de la vegetación post-incendio, la recurrencia, la intensidad y la duración del fuego.

Textura del suelo

La textura del suelo es la proporción gravimétrica de arena, limo y arcilla que existe en el horizonte A (usualmente los primeros 30 cm de suelo) y se asocia con la facilidad de trabajar el terreno y con su resistencia a la erosión.

Para efectos de esta guía se propone determinar el grupo de textura del suelo en campo de la siguiente forma: se humedece un pedazo de suelo y se amasa entre los dedos hasta que forme una bola blanda, luego se comprime entre el pulgar y el índice, resbalando el primero sobre el segundo. La sensación que se experimenta (lisa o arenoso, facilidad para formar una bola y su firmeza, la formación de una cinta al resbalar el pedazo de suelo entre el pulgar y el índice) indica aproximadamente la clase de textura.

Las texturas en que se separan son las siguientes: arenoso franco, es áspero al tacto; franco arenoso, medianamente áspero y mancha los dedos; franco, ni muy áspero ni muy suave, ligeramente plástico; franco limoso, cuando está seco se desmenuza fácilmente; franco arcilloso, cuando está seco forma terrones duros y húmedo es pegajoso; arcilloso, cuando está seco forma terrones muy duros y húmedo es muy pegajoso (Cuadro 2).

Cuadro 2. Grupos texturales del suelo.

Grupo	Texturas que incluyen
Suelos pesados y muy pesados	Arcillosos (más del 40% de arcilla), arcillo-limosos y arcillo-arenosos.
Suelo moderadamente pesado y mediano	Franco arcillo-limoso, franco-arcilloso y franco arcillo-arenoso, franco limoso, franco, franco arenoso fino.
Moderadamente liviano, liviano y muy liviano	Franco arenoso, arenoso y arenoso grueso.

Por lo general, la calidad de los suelos está asociada con la *pendiente*. En sitios con alta pendiente como cerros, los suelos son rocosos y poco profundos, relativamente pobres en materia orgánica y secos, mientras que, en las partes bajas, son más profundos, con frecuencia ricos en materia orgánica y con mejor capacidad de retención de agua.

Pendiente

La pendiente es un factor que se debe tomar en cuenta a la hora de seleccionar especies arbóreas para incorporarlas al terreno.

La pendiente de un terreno se expresa como el grado de declive o sea una relación entre las distancias vertical y horizontal de dos puntos en términos porcentuales. Para estudios a nivel de detalle o superiores, la pendiente debe tener una mayor consideración en el microrelieve, por lo que la frecuencia de su medición debe ser mayor, pues afecta labores de labranza y movimiento del agua sobre el suelo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Categorías de pendiente en función del relieve

Categoría de pendiente	Porcentaje (%)
Plano o casi plano	0 a 3%
Ligeramente ondulado	4 a 8%
Moderadamente ondulado	9 a 15%
Ondulado	16 a 30 %
Fuertemente ondulado	31 a 55%
Escarpado	56 a 75%
Fuertemente escarpado	Más de 75%

Fuente: Decreto N° 41960-MAG-MINAE (2019)

Para evaluar y caracterizar la pendiente del sitio se puede utilizar herramientas espaciales. Se sugiere utilizar Modelos de Elevación Digital para obtener las curvas de nivel. Esto nos permitirá identificar sitios con pendientes muy pronunciadas o por el contrario sitios planos.

Erosión

Es la pérdida actual de suelo provocada por la escorrentía superficial o cualquier otro agente causal. La erosión actual o sufrida ocurre por malas prácticas de manejo de la tierra y factores de sitio como la pendiente del terreno (Decreto N°41960-MAG-MINAE).

Erosión activa

Se refiere al daño visible causado a los suelos por la erosión acelerada no controlada. Para medir el grado de erosión se recurre a la observación, en el campo, de pedestales, raíces desnudas, la existencia de canaliculos, terracetos, surcos, cárcavas, deslizamientos, remoción de masas y la acumulación de sedimentos en el pie de pendientes y vías de desagüe (Cuadro 4).



Cuadro 4. Categorías de erosión

Categoría	Descripción
Nula	Sin evidencias de erosión.
Ligera o leve (Erosión laminar o en surcos ligera)	Los suelos presentan pocos canalículos de escasos centímetros de profundidad después de las lluvias, la presencia de pedestales de poca altura (menores a 3 cm) puede ser un índice de erosión leve, lo mismo que muestras leves de pisoteo de ganado en pastos.
Moderada (Erosión laminar o en surcos poco profundos)	Se observan evidencias de erosión a través de la presencia generalizada durante todo el ciclo del cultivo, de canalículos y surcos pocos profundos, o pedestales altos (3 a 5 cm).
Severa (Erosión laminar, en surcos profundos, o cárcavas incipientes):	Se observa la presencia de abundantes surcos, aún después de la labranza, de canalículos y surcos profundos durante todo el ciclo del cultivo, y la presencia de trillos profundos sin vegetación y pequeños deslizamientos en laderas, con macollas de pasto sobre pedestales de suelo (5 a 10 cm); así como los efectos de las aguas mal encausadas, provenientes de obras de infraestructura vial.
Muy severa	Se presentan cárcavas profundas y densas. Los suelos están prácticamente destruidos o son fuertemente truncados. En esta categoría se incluyen los deslizamientos y remoción en masa.

Fuente: Decreto N° 41960-MAG-MINAE (2019)



Drenaje

Es la rapidez con que el agua se desplaza, ya sea por escurrimiento superficial (drenaje externo) o por su movimiento a través del perfil hacia espacios subterráneos (drenaje interno) En este sentido, la categoría drenaje tiene una relación directa con la pendiente y clase textural.

Se sugiere identificar si el drenaje del sitio por rehabilitar es excesivo, bueno o nulo. Esto brinda información sobre las limitaciones causadas por exceso o deficiencia de humedad en el suelo o por riesgo de inundación (Decreto N° 41960-MAG-MINAE, 2019) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Categorías de drenaje

Categoría	Descripción
Excesivo	El agua se elimina del suelo rápidamente, ya sea porque posee texturas gruesas; o pendientes onduladas o mayores asociadas a texturas finas.
Bueno	El agua se elimina del suelo con facilidad. Los suelos planos bien drenados tienen comúnmente texturas medias; sin embargo, suelos con texturas finas, con buena estructura, en pendientes hasta moderadamente onduladas, pueden incluirse dentro de esta clase. Además, no debe poseer características redoximórficas ³ dentro de los primeros 90 cm de profundidad.
Nulo	El agua permanece sobre la superficie del suelo la mayor parte del año (más de 9 meses al año). Estos suelos presentan hidromorfismo o gleyzación a través de todo el perfil.

3. Son patrones de color que resultan de la pérdida o ganancia de pigmentos en comparación con el color de la matriz y que se originan por la oxidación/reducción de hierro (Fe) y/o manganeso (Mn) asociada con la remoción, traslocación o incremento de estos elementos. Esto puede provocar: i) color más rojo o negro; ii) zonas localizadas de disminución de pigmentación que son más grises, más claras, o menos rojizas; ó iii) el color de la muestra se hace más rojo o más claro (cuando se expone al aire por menos de 30 min).

Riesgo de inundación

Se refiere a la probabilidad y frecuencia de ocurrencia de desbordes de ríos o quebradas inundando las áreas adyacentes (Decreto N° 41960-MAG-MINAE, 2019) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Categoría de clasificación del riesgo de inundación

Categoría	Descripción
Nulo	Los suelos no presentan ningún riesgo de sufrir inundaciones.
Leve	Se presentan en forma ocasional y por lo general en años excepcionalmente lluviosos, sin embargo, su permanencia no es mayor de una semana.
Moderado	Las inundaciones por lo general ocurren todos los años, pero su permanencia es inferior a dos semanas.
Severo	Las inundaciones ocurren varias veces al año y permanecen por períodos cortos (menos de dos semanas)
Muy severo	Las inundaciones ocurren varias veces al año y por períodos mayores a dos semanas.

Fase de análisis de la información:

a) Búsqueda y/o consulta de **información técnica** sobre el sitio (por ejemplo, consultar a la municipalidad correspondiente, la Asada, la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) o cualquier otra entidad que considere competente, si tienen identificados sitios con riesgo de deslizamientos, si se han realizado estudios hidrogeológicos en la zona, entre otros. Consultar datos climáticos para el sitio, mínimo se requiere conocer el comportamiento a través de los años de la temperatura, la precipitación y la humedad relativa. Esta información será de utilidad para definir la época de siembra. Cuando no existen datos meteorológicos locales se puede preguntar a los pobladores locales sobre el inicio y fin de la estación lluviosa. Considerar fenómenos planetarios como ENOS (Niña, Niño) y su posible impacto en las actividades de restauración natural o asistida.

b) Búsqueda de **información espacial** de carácter oficial. Utilice el servicio WMS/WMTS del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) (www.snitcr.go.cr) y QGIS para visualizar las capas de geodatos que considere pertinentes para el caso en estudio.

Consultar fotografías aéreas históricas del sitio o imágenes satelitales disponibles en *Google Earth*, *Planet*, u otras plataformas de acceso libre. Consultar información base del Inventario Forestal Nacional.

c) Elaborar un **mapa** que compile toda la información disponible para el área a intervenir (capas oficiales, información identificada en campo y/o información suministrada por las municipalidades o Asadas o cualquier otra instancia). Se sugiere elaborar un mapa que muestre la ubicación del área (polígono) por rehabilitar y el uso del suelo del área vecina (máximo 500 m a la redonda), así como las curvas de nivel, caminos, carreteras, cuerpos de agua, y cualquier otro elemento que se considere importante, por ejemplo, árboles en peligro de extinción, sitios con cobertura arbórea, entre otros. En este mapa se puede incluir la delimitación digital del del AP del cuerpo de agua la cual no sustituye al alineamiento que brinda el INVU. Sin embargo, puede ser de utilidad para planificar y monitorear el proceso de rehabilitación.

d) Elaborar un informe que explique con detalle lo encontrado en campo (refiérase al formato de informe de visita al sitio por rehabilitar, Anexo 3).



ETAPA 2:

PLANIFICACIÓN / Elaboración del plan de rehabilitación detallado

Foto por: Natalia Gamboa Alpizar

En esta etapa se realiza el plan de rehabilitación del área de protección, para ello se utilizan los insumos generados en la fase anterior, los cuales brindan información sobre las condiciones del sitio y la dinámica del ecosistema, así como las relaciones entre éstos y los seres humanos (Fernández et al 2010) (refiérase al Formato de plan de rehabilitación, Anexo 4).

La planificación es de gran importancia, ya que sienta las bases y guía las acciones que se realizarán en campo. En esta etapa se definen los los objetivos de rehabilitación y las técnicas por utilizar, basándose en criterios técnicos (Fernández et al 2010). El plan de rehabilitación debe ser lo más detallado posible e incluir la planificación anual para los primeros cinco años (cronograma), un presupuesto y los indicadores por monitorear. Así como cualquier otra información complementaria.

1. Describir los objetivos de la rehabilitación del área de protección

Es importante tener claro los objetivos de la rehabilitación, esto permitirá seleccionar las estrategias técnico-financieras más acordes a las particularidades del sitio por rehabilitar.

Las áreas de protección contribuyen a la protección y conservación del recurso hídrico y también en la mitigación de riesgos y amenazas asociadas a eventos naturales (CGR 2014) no extremos. Las AP brindan varios servicios ecosistémicos, los cuales se relacionan, pero no se limitan, a belleza escénica, mejoramiento de la calidad del agua, conservación de la biodiversidad, conectividad, mantenimiento de la fauna por medio de la provisión de hábitat, alimento y otros. La falta de vegetación ribereña incide en el movimiento gradual de los sedimentos y la degradación lo cual afecta negativamente al ecosistema (Cepeda y Navarro 2010).

Los procesos de rehabilitación favorecerán la conservación y la continuidad del AP, así como a potenciar y a maximizar los servicios ecosistémicos (de regulación, de provisión y culturales).

2. Definir las técnicas de rehabilitación más apropiadas

A continuación, se describen algunas técnicas comúnmente utilizadas para rehabilitar un área de protección.

Es importante recordar que dado el nivel de protección que tienen estos sitios, según la legislación, las técnicas a aplicar son más limitadas que en cualquier otro lugar. Se busca mantener estas áreas intactas para preservar el ambiente natural, evitando la invasión, la cual se traduce en ejecutar "cualquier acto no permitido" (Dictamen N° C-134-2016).

Rehabilitar un área de protección conlleva un conjunto de acciones las cuales dependen del análisis de las condiciones del terreno (Etapa 1) y de los objetivos de la rehabilitación. Las AP requieren de cobertura forestal permanente, pues ésta actúa como barrera contra sedimentos, evitando así la erosión. Además, la vegetación mantiene la condición de humedad, favoreciendo así las condiciones ecológicas del sitio (Sanchum et al 2016).

Para alcanzar los objetivos de rehabilitación definidos se puede seleccionar una técnica o la combinación de técnicas más convenientes para el sitio, esta selección será el resultado de analizar el contexto (Fase I) así como del criterio técnico del profesional a cargo.



Luego de una perturbación, los sistemas naturales tienen la posibilidad para recuperar sus componentes de forma natural cuando se eliminan o dejan de existir las barreras que impiden la regeneración, esta capacidad ocurre en un proceso conocido como restauración pasiva o sucesión natural, y se propicia a través de las dinámicas naturales, por ejemplo: las semillas que quedaron en el suelo del lugar o por el rebrote de los troncos cortados, entre otros. En los casos en que la regeneración no se da por sí sola, se requiere de asistencia o intervención humana para eliminar los factores que impiden la regeneración natural (Vargas 2011).

Según lo anterior, en primer lugar, se recomienda eliminar los factores que impiden que se dé la regeneración natural, esto puede implicar, según sea el caso, gestionar los residuos, retirar los cultivos o animales que propicien la compactación del suelo y/o eliminar gramíneas de rápido crecimiento que impidan el establecimiento de otras especies. Posteriormente, puede considerarse la incorporación de especies arbustivas y arbóreas nativas (Figura 2).

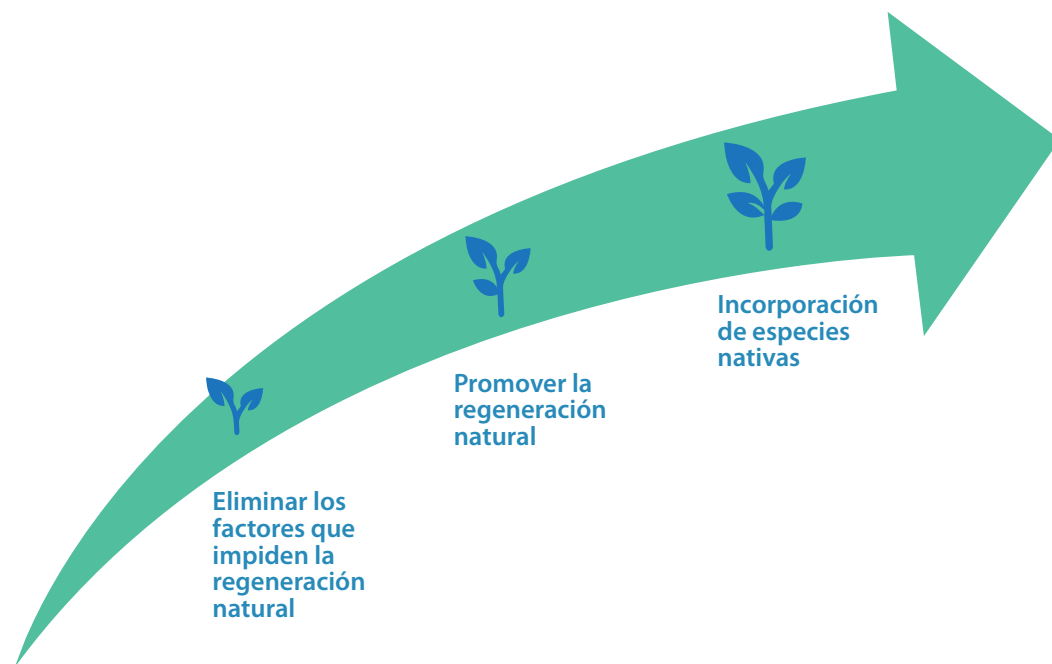


Figura 2. Técnicas para facilitar la rehabilitación.

2.1 Eliminar los factores que impiden la regeneración natural

1. Gestión de residuos sólidos

Para propiciar la rehabilitación el terreno debe estar completamente libre de residuos sólidos, un terreno contaminado posee condiciones físicas y químicas que no son aptas para que se desarrolle un árbol, por esto es importante procurar la eliminación o retiro de todos los residuos sólidos presentes, a cualquier costo, porque de lo contrario, el éxito de la rehabilitación se vería

disminuido. Considerar el retiro de residuos y la realización de obras de conservación de suelos puede hacerse en conjunto para minimizar el costo y el trabajo, dado que algunos residuos pueden utilizarse como barreras contra la erosión.

La recolección de residuos sólidos en AP es preferible hacerla de manera manual con palas y carretillos o bolsas, ya que estos terrenos son frágiles y muy vulnerables a cualquier cambio o movimiento de tierra, por lo que esta actividad se debe hacer con el máximo cuidado. Además, se debe involucrar a las instituciones correspondientes, por ejemplo, las municipalidades, para el retiro y correcta disposición de los residuos.

Si el AP representa un punto de acumulación de residuos es importante considerar la instalación de una barda recolectora de plásticos (Figura 3), o cualquier otra tecnología que contribuya a capturar residuos sólidos flotantes en el agua, en algún punto crítico del cuerpo de agua para evitar que los residuos sólidos lleguen a las plantas en regeneración o a los árboles plantados, según sea el caso, afectando su sobrevivencia.

Se hace la salvedad que estas estructuras deben ser revisadas periódicamente para retirar los residuos que quedan atrapados, por lo que es una buena práctica involucrar a actores locales. También se sugiere reforzar sobre temas ambientales en las comunidades aledañas con acciones de sensibilización y educación ambiental.

Posterior a la recolección y disposición de residuos, se recomienda, aplicar alguna técnica de manejo y conservación de suelos que evite la erosión y la sedimentación por la escorrentía y que el viento lleve material contaminante al cuerpo de agua. El tipo e intensidad de las técnicas por aplicar depende de qué tan descubierto esté el suelo y de la pendiente del terreno.



Figura 3. Barda situada en el río Torres.



2. Control de gramíneas

Cuando el terreno está cubierto, de manera general, por gramíneas invasoras, se debe realizar una chapea localizada. La idea de realizar estas chapeas localizadas no es eliminar del todo las plantas invasoras sino, controlarlas para que no representen competencia para otras especies y para no degradar el suelo, y por lo tanto puedan establecerse nuevas especies ya sea de forma natural o porque se plantaron.

Una vez que los árboles, plantados o regenerados, se establezcan puede disminuir la frecuencia de las chapeas en las rodajas o no realizarlas del todo, debido a que la sombra gradual que generarán con sus copas irá aumentando en el tiempo y paralelamente irá matando (ahogando) las gramíneas invasoras. Según el tamaño de las cepas puede realizarse con motoguadaña o de manera manual con machete. No se recomienda la aplicación de químicos dado que podría ser altamente contaminante. Se recomienda utilizar prácticas más amigables con el ambiente como el control biológico. Se sugiere revisar si hay material bibliográfico sobre el manejo de alguna especie en particular, por ejemplo: Protocolo para el manejo de Zacate Elefante (*Pennisetum purpureum*) para la rehabilitación ecológica de áreas boscosas naturales (Calvo 2021).

3. Retirar cultivos

Estos suelos probablemente presenten algún desgaste, por lo que una vez retirados los cultivos se sugiere aplicar alguna técnica de manejo y recuperación del suelo, según sea necesario, dadas las condiciones actuales del terreno.

4. Retirar los factores que causan la compactación del suelo

Una vez retirados los factores que causan la compactación del suelo, por ejemplo, maquinaria, ganado o alto tránsito de personas, entre otras, se debe colocar barreras perimetrales que impidan el ingreso de estos factores al AP, con el fin de darle descanso al suelo. Según el caso y las condiciones del sitio se pueden aplicar técnicas que permitan que ingrese agua, aire y raíces al suelo.

2.2 Regeneración natural

Para las AP que se encuentran en regeneración natural se deben dejar los árboles y arbustos presentes en el sitio en estado de brinzales, proceder a su demarcación y darles mantenimiento (podas sanitarias) de ser necesario. También, es fundamental mantener tocones y estructuras vegetales subterráneas, puesto que a partir de su rebrote y la colonización de especies pioneras a partir de semillas, se iniciará la sucesión ecológica.

La presencia de tocones favorece el crecimiento vegetativo y la cercanía de árboles semilleros favorece el crecimiento germinativo. Estos elementos, en forma individual o complementaria, mejoran la resiliencia del ecosistema, acelerando el proceso de rehabilitación y evitando gastos innecesarios de tiempo y dinero. En algunos casos la regeneración vegetativa a partir de tocones permite la presencia inmediata de especies propias de etapas sucesivas más avanzadas, acelerando el proceso de auto restauración, propio de la resiliencia de los ecosistemas (Fernández et al 2010). Las recomendaciones generales son: i) controlar las gramíneas y ii) evitar productos químicos (en la medida de lo posible). La idea es facilitar y apresurar dicha regeneración natural. También se recomienda el monitoreo del área en cuestión (Fernández et al 2010).

2.3 Incorporar especies arbóreas

La incorporación de especies arbóreas se realiza cuando se requiere acelerar y/o ayudar a que se dé el proceso de regeneración natural o cuando se aduce que por sí mismo el proceso no se dará dado que no hay vegetación cercana o animales dispersores de semillas, para estos casos se puede considerar el uso de técnicas que propicien la dispersión de semillas en el sitio por rehabilitar con el fin de enriquecer el banco de semillas del suelo y favorecer la sucesión vegetal, por ejemplo: las bombas de semillas y/o las perchas para aves, éstas perchas deben establecerse fuera del AP.

Adicionalmente, la incorporación de especies arbóreas se puede realizar cuando se requiere dar mayor diversidad y heterogeneidad al ecosistema. Dicha incorporación se realiza cuando ya se han eliminado los factores que impiden la regeneración natural (sección 2.1 "Eliminar los factores que impiden la regeneración natural") y cuando el suelo ha recibido el tratamiento que requiere según sus necesidades.

A continuación, se describen algunas recomendaciones técnicas para la incorporación de especies:

- Seleccionar las especies.
- Identificar el tratamiento que requiere el suelo previo a la incorporación de especies.
- Identificar los insumos requeridos.
- Seleccionar la fecha de plantación.



Seleccionar las especies a utilizar

Para la selección de las especies a incorporar en el sitio por rehabilitar se sugiere considerar los siguientes factores:

- Objetivo de rehabilitación.
- Ecosistemas de referencia para identificar las especies que naturalmente crecen en el sitio.
- Criterios según tipo de cuerpo de agua.

Es importante poner atención a los ecosistemas cercanos que potencialmente puedan usarse como referencia (Fernández et al 2010). Lo idóneo es utilizar especies nativas presentes en las zonas aledañas al sitio por rehabilitar, esto puede ayudar a predecir qué especies podrían tener éxito y qué problemas se pueden presentar antes de realizar una reintroducción.



Foto por: Sergio Feoli Boraschi.

A través de la observación de las distintas especies que conforman el paisaje local en distintas etapas de regeneración natural, se pueden identificar las especies que tienen un alto potencial de uso en las acciones de rehabilitación. Uno de los rasgos que ayuda en la selección, es encontrar especies que presentan mayor abundancia y tienden a formar núcleos de regeneración, lo que contribuye significativamente a la recuperación estructural de la vegetación (Sanchun et 2016). La observación se puede complementar con consultas a expertos locales, y con la revisión de fuentes secundarias como investigaciones, trabajos, bases de datos o inventarios realizados en el área de interés, por ejemplo: Plantas nativas para el control de la erosión (García y Amador 2020).

Se recomienda considerar el uso de especies nativas que se propaguen de forma sencilla y rápida, y que sean especies pioneras para que creen sombra pues esto facilita el proceso de sucesión y el control de especies invasoras; así mismo especies que atraigan la fauna que favorezcan la dispersión de semillas para acelerar las distintas fases de sucesión natural.

También se sugiere el uso de germoplasma (semillas, estacas, estaquillas, yemas, hijuelos, esquejes y meristemas, entre otros) que esté disponible en la zona o que sea factible de reproducir localmente, pues que requerirán de menos labores de mantenimiento, como riego, aplicación de fertilizantes, limpieza, podas, entre otros (Sanchun et 2016).

Si se considera utilizar especies frutales para consumo humano en áreas de protección, se sugiere tomar las consideraciones necesarias para evitar la invasión al área de protección, así como la competencia con árboles nativos en crecimiento. Además, se sugiere elegir especies que no sean apetecidas por el ganado (Sanchun et 2016). La utilización o exclusión de estas especies queda a criterio del profesional forestal a cargo de realizar el plan de rehabilitación, según su conocimiento del área de estudio y el contexto socio-cultural.

Crterios para la seleccin de especies

En las áreas de proteccin de **nacientes** la seleccin de especies arbreas para rehabilitar es ms abierta en cuanto al porte de los rboles a seleccionar. En un terreno plano, se podrn seleccionar rboles de porte alto, con un gran desarrollo de fuste, con races

superficiales o profundas, ya que este individuo tendr al menos 100 m para extenderse sin riesgo de afectar infraestructura.

En la parte alta del **rea de recarga acuífera**, si la pendiente es mayor o igual a 40%, se deber dar prioridad a rboles de porte pequeo a mediano, en donde el peso de adulto no vaya a provocar cadas o inestabilidad del terreno, debido a la pendiente. Si existe la posibilidad se pueden incorporar rboles raros, escasos o en peligro de extincin, de grandes frutos para fauna y con amplia copa.

En **terrenos quebrados (pendiente superior a 40%)** el AP de rros, quebradas o arroyos es de 50 m, en estos casos debido a la pendiente podrn presentarse situaciones en donde la incorporacin de especies arbreas deber ir acompaada de algunas tcnicas intensivas de manejo y conservacin de suelos. Igualmente deber valorarse si el sitio presenta zonas inestables con mediana o alta peligrosidad de derrumbes o deslizamientos de tierra, en los cuales no se debern plantar rboles, sino ms bien procurar utilizar alguna tcnica para amarrar el suelo antes de incorporar especies arbreas.

En estos terrenos quebrados no se deben plantar rboles de gran porte en su etapa adulta, ya que por su peso pueden caer, causando problemas de estabilidad

del terreno y provocando situaciones de riesgo como erosin, deslizamientos, sedimentacin y bloqueo de cauces o daos a la infraestructura (puentes y techos, entre otros).

Se deben seleccionar rboles de porte pequeo a mediano, con rpido crecimiento y con copa extendida que en el menor tiempo posible tenga una funcin de "sombriilla". Estos rboles en conjunto con la vegetacin herbcea/arbustiva y con el mantillo, protegern el suelo del golpeo de la lluvia evitndose as el proceso de erosin en pendientes y al mismo tiempo contribuyen a estabilizar el terreno con sus races.

En **terrenos planos** se pueden plantar una mayor variedad de especies arbreas, con distintos tipos de copas para aportar un elemento paisajstico agregado al lugar, se podrn seleccionar rboles nativos con copa extendida, redondeada, abierta, compacta, estratificada o piramidal, entre otros tipos. En estos terrenos se debe tomar en consideracin la altura total de los individuos (en estado adulto) con el fin de prevenir el dao a la infraestructura ante una posible cada y taponamiento de los cauces. Los terrenos con pendiente menor al 40% ubicados en zonas urbanas tienen un AP de 10 m, por lo que se sugiere que la altura o porte del rbol sea ser inferior a los 10 m, mientras que, en reas rurales, al contar con un rea de proteccin de 15 m el porte puede ser un poco mayor.



Foto por: ACAT-SINAC.



Identificar el o los tratamientos que requiere el terreno previo a la incorporación de especies arbóreas

La preparación del terreno consiste en la realización de algunas prácticas agrosilviculturales para que el área por plantar se encuentre en las mejores condiciones posibles. La debida preparación asegura que el sitio tendrá las condiciones necesarias para que las plantas se desarrollen.

La preparación del terreno puede involucrar la combinación de varias prácticas, esta combinación es específica para cada sitio, según las condiciones identificadas y analizadas en la fase I.

Para garantizar el éxito y sobrevivencia de los árboles a incorporar, el terreno por rehabilitar debe estar completamente libre por lo que inicialmente se sugieren las técnicas para liberar el sitio, las cuales se detallan en la sección 2.1 "Eliminar los factores que impiden la regeneración natural" (gestión de residuos sólidos; control de gramíneas, retiro de cultivos; retiro de factores que causen la compactación del suelo). Posteriormente, se puede aplicar la técnica o combinación de técnicas, según corresponda, para preparar el terreno (Cuadro 7).

Según el análisis previo del sitio se puede considerar tomar medidas contra potenciales amenazas, por ejemplo, algún tipo de exclusión que limite el efecto negativo de animales herbívoros o personas sobre las plantas incorporadas. Esto consiste en un cierre perimetral por medio de un enrejado o malla que evite o impida el ingreso tanto de herbívoros mayores como menores (Fernández et al 2010). Es necesario utilizar materiales resistentes a las inclemencias del tiempo y que en lo posible eviten el sabotaje humano. Es importante aclarar que esto se realiza en el límite del AP de lo contrario se estaría incurriendo en invasión al AP.

En las zonas en las que ha ocurrido algún evento (inundación, deslizamiento, entre otros) se sugiere segmentar el área a trabajar con el fin de realizar una adecuada organización y manejo del trabajo, eligiendo las zonas más estables y evitando ingresar en los sitios en los que el suelo puede estar inestable, lo cual pone en riesgo a las personas que ingresarían a realizar alguna labor, en estos casos se sugiere siempre priorizar la seguridad e integridad de las personas.



Cuadro 7. Tratamientos previos del terreno

Tema	Descripción
Tratamientos biológicos	Los tratamientos biológicos son técnicas que contribuyen a enriquecer el suelo, así como evitar la erosión y mejorar la infiltración. Algunos ejemplos son: abonos verdes, cubierta con material de residuos vegetales como ramas, hojas y tallos para cubrir o proteger el suelo.
Des compactación del suelo	Primeramente, se debe retirar el factor que causa la compactación del suelo, por ejemplo: maquinaria, ganado, alto tránsito de personas, entre otros. Luego, se debe colocar barreras que impidan el ingreso de estos factores al área de protección, con el fin de darle descanso al suelo. Según el caso y las condiciones del sitio se pueden aplicar técnicas que permitan que ingrese agua, aire y raíces al suelo. Por ejemplo: realizar agujeros de aireación, haciendo pequeños hoyos con un trinche de jardinería; haciendo excavaciones de 5 a 8 cm de tierra con una pala para mejorar la aireación del suelo. En suelos pobres, es posible que se tenga que excavar más profundo para ayudar a airear la capa superior y mezclarla con mejor suelo. También se puede considerar la mecanización específica del sitio donde va plantado el árbol (hoyadora) o utilizar especies que se desarrollan bien en suelos compactados.
Incorporar suelo	Cuando se planten árboles/arbustos en sustratos que carezcan de los horizontes A y/o B, se puede importar suelo para rellenar los hoyos utilizados para plantar los árboles/arbustos (Sanchun et al 2016). Cuando el suelo es pedregoso y poco profundo, se sugiere hacer una sustitución del tipo de suelo en el punto de siembra por una mezcla de tierra orgánica y abonada al momento de plantar cada individuo. Si no se cuenta con el sustrato para generar una nueva cubierta vegetal, pero existe aún la necesidad de hacerlo, se debe evaluar el uso de compost.
Enmiendas de materia orgánica	El uso de enmiendas de materia orgánica es una práctica utilizada comúnmente y no solamente aporta nutrientes al suelo, sino que también acelera el proceso de formación del suelo y el restablecimiento de su ciclo biológico. De tal manera, la incorporación de materia orgánica y su posterior descomposición, favorecerá la sobrevivencia de microorganismos que son necesarios para mantener la fertilidad. Toda aplicación de enmiendas de origen orgánico debe evaluarse, algunos criterios a considerar son: que exista una fuente de recurso, disponibilidad de la cantidad necesaria, precio y seguridad, ya que algunas materias pueden estar contaminadas según su origen. Cuando hay alguna deficiencia de nutrientes en el suelo se deben realizar acciones para promover procesos naturales que puedan superar estas deficiencias.
Regulación del pH	Para ajustar el pH ácido en sitios con suelos con el pH bajo, lo más común es la incorporación de enmiendas calizas (cal viva o carbonato de calcio) a 15 cm de profundidad en el suelo. Los efectos de la aplicación no solamente aumentarán la disponibilidad de nutrientes y eficacia de los fertilizantes, sino también la cantidad de calcio y nitrógeno y favorecerán la descomposición de la materia orgánica en el suelo. En suelos con alcalinidad alta, se deben desarrollar acciones para neutralizarlo, por ejemplo, con la aplicación de materia orgánica (Sanchun et al 2016).
Fomentar la estabilidad del suelo	Si durante el proceso de crecimiento de las plantas hay problemas de inestabilidad se debe reducir la infiltración con la aplicación de materia orgánica. Una forma sencilla es usar, junto con la siembra, una capa de "mulch", esto es una capa, generalmente de materia orgánica la cual ayuda a conservar la humedad (evita la evaporación), reduce la erosión eólica e hídrica (disminuye el efecto del agua de las escorrentías), controla el contraste de temperaturas, y en general mantiene la fertilidad del suelo. El "mulch" se debe colocar en la superficie del sitio inmediatamente después de la siembra (Sanchun et al 2016).



Prácticas de manejo y conservación de suelos

El tipo e intensidad de prácticas de manejo y conservación de suelos depende de algunos factores entre ellos la pendiente y el tipo de área de protección (Cuadro 8).

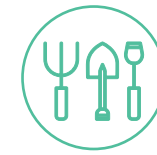
Prácticas culturales: sistemas de defensa de los suelos contra la erosión que recurre a la disposición de las plantas en forma tal que presenten mayor resistencia a la acción de desprendimiento y transporte de partículas de suelo. Las principales prácticas de esta clase son la distribución adecuada de los árboles en el terreno, la siembra en contorno y plantar en fajas.

Prácticas de conservación de suelos: sistemas de defensa de los suelos contra la erosión en las cuales se utiliza la vegetación, manejada convenientemente, para controlar la acción de desprendimiento y transporte de partículas de suelo. Las principales prácticas de esta clase son las barreras vivas, los abonos verdes, las plantas de cobertura y los abonos orgánicos.

Prácticas mecánicas: sistemas de defensa de los suelos contra la erosión en las cuales se recurre a estructuras artificiales construidas mediante la remoción y disposición adecuada de porciones de suelo. Las principales prácticas de esta clase son las terrazas de absorción y de desagüe, los canales de desviación, las acequias de ladera, los bancales y las terrazas individuales. Es importante considerar que la realización de estas prácticas en las AP no debe involucrar el ingreso de maquinaria pesada.

Cuadro 8. Tipo e intensidad de prácticas de manejo y conservación de suelos recomendadas según la pendiente y cobertura del suelo en el sitio por rehabilitar.

Rango de pendiente (%)	Tipo de terreno	Tipo de práctica recomendada	Intensidad de las prácticas	Sitio por rehabilitar		
				AP de Naciente	AP de ríos, quebradas, arroyos	Recarga de acuíferos
0-6	Plano o casi plano	Culturales	Leve	x	x	
6-20	Pendiente suave	Culturales	Leve	x	x	
20-35	Pendiente mediana	Culturales - conservación del suelo	Media	x	x	
35-50	Pendiente fuerte	Culturales- conservación del suelo	Media-fuerte	x	x	x
50-75	Escarpado	Conservación del suelo-mecánicas	Fuerte	x	x	x
75 o más	Muy escarpado	Conservación del suelo-mecánicas	Muy fuerte	x	x	x



Identificar los insumos requeridos para la preparación del terreno y la incorporación de especies arbóreas

Una vez que se haya seleccionado las especies más adecuadas al objetivo de la rehabilitación y se ha estudiado el área por rehabilitar, por ende se sabe el tratamiento previo que requiere el terreno, se procede a realizar una lista de todos los materiales, insumos y/o servicios necesarios para llevar a cabo el proceso, esto incluye desde la obtención de árboles, semillas, estacas, estaquillas, yemas, hijuelos, esquejes y meristemas, entre otros, hasta el costo de transportarlos, así como los insumos requeridos para realizar la preparación del terreno y la incorporación de especies arbóreas, entre ellos: herramientas, abono, bolsas de basura para recoger cualquier desecho que se genere durante la siembra, entre otros. En el cuadro 9 se sugieren algunos materiales.

Cuadro 9. Listado de posibles materiales a utilizar para la incorporación de especies.

Material	Descripción
Abono	Permite suplir rápidamente al árbol de algunos nutrientes que tal vez son reducidos o no se encuentran fácilmente disponibles en el suelo (se encuentran fijados) y ayudará en su crecimiento y desarrollo adecuado a futuro. Se recomienda el uso de abonos orgánicos certificados.
Polímero retenedor de agua	Conocidos como hidrogel. En algunos casos se aplica para la retención de agua y nutrientes en suelos, mejorando la gestión del agua y el crecimiento de las plantas. Funcionan como reservorio de agua y liberándola según las necesidades de los árboles. En algunos casos podría ser necesario. Sin embargo, no se recomienda para todos los casos, debido a que puede presentar limitaciones, pues para mantener la humedad requiere de lluvia o riego.
Cinta de seguridad	Se deben demarcar con cinta de seguridad todos los sitios peligrosos (huecos, deslizamientos, zanjas, alcantarillas, otros), principalmente para evitar accidentes, y se debe demarcar el área de plantación para proteger los árboles plantados
Palines, palas, carretillos, bolsas para residuos	Se debe utilizar palines para la plantación de los árboles, debido a que por su tamaño y forma son ideales para la realización de los hoyos. Las palas, uñas, rastrillos se utilizan para la limpieza del sitio por plantar y los carretillos, para la recolección de materiales, traslado de árboles y de guías.
Mecate y guías o tutores para la plantación	Según el tamaño del árbol por plantar se puede utilizar mecate para amarrar los árboles a la guía con el fin de darles soporte y evitar que se inclinen y se mal forman por efecto del viento u otra circunstancia. Se recomienda una altura mínima de 1,20 m y un ancho mínimo de 5 cm para cada guía o tutor. El mecate recomendado es el "mecate bananero" o "mecate de nylon" porque es resistente. Basta con unas tiritas de mecate de unos 45 cm a 50 cm de largo. Esta altura facilita la visibilidad en el sitio por plantar y el ancho permite que no se tuerzan o se quiebren fácilmente. Además, deben tener una punta en uno de sus extremos, para poder enterrarlas en el terreno con facilidad. Cabe aclarar, que esta técnica debe aplicarse en cualquier condición del terreno en que se vaya a trabajar, debido a que el bambú puede soltar astillas se recomienda utilizar un mazo para enterrarlas y guantes a la hora de manipularlas.



En el sitio de siembra y/o plantación, las guías se colocan para marcar los puntos en donde se va a plantar cada árbol, para mejorar la visibilidad de estos y para procurar que el árbol no se incline (tutor), pues este debe quedar firme y recto, con la guía como soporte para su adecuado desarrollo. A cada guía o tutor debe colocarse una cinta topográfica de un color llamativo o bien, pintura en aerosol fosforescente, para que sean aún más visibles en el campo y de fácil identificación en el lugar.

Macana, pico, sacho, pala u otros

Considerar el uso de estas herramientas si el terreno es pedregoso o compactado y de difícil perforación, para facilitar la realización del hoyo donde se introducirá el árbol.



Seleccionar la fecha para realizar la incorporación de las especies arbóreas

Para la selección de las fechas de plantación se debe considerar la época del año en que las condiciones para plantar sean las más favorables, se sugiere la época del año en que ya se han establecido las lluvias, es decir cuando el suelo se encuentra mojado y cuando las condiciones atmosféricas son húmedas. Se debe evitar plantar los días secos, ventosos y soleados (FAO 1978). La preparación del terreno se debe realizar en la época seca en donde predomine la baja precipitación y alta temperatura. Además, se debe considerar factores climáticos, por ejemplo, si el año de siembra corresponde a un año con fenómeno del Niño o la Niña.



Foto por: ACAT-SINAC.



ETAPA 3:

EJECUCIÓN

Foto por: Natalia Gamboa Alpizar

La ejecución corresponde a las labores que se realizan en el área de protección por rehabilitar según la planificación realizada en fase 2. Esto puede incluir la eliminación de residuos, cultivos o factores que causan la compactación del suelo o el control de gramíneas, el mantenimiento de tocones, la preparación del terreno previo a la incorporación de especies, así como a las actividades que se realizan el mismo día en que se lleva a cabo la siembra y/o plantación.

Se incluyen también las actividades de logística como el traslado de materiales o plantas y/o de las personas involucradas en la actividad. Se recomienda documentar la actividad (refiérase al Formato de informe de fase de ejecución, Anexo 5).

En caso de elegir la incorporación de especies arbóreas para rehabilitar un sitio, la fase de ejecución incluirá las siguientes partes:

1. Preparar el terreno previo a la incorporación de especies.
2. Realizar rondas corta fuego (cuando las condiciones del sitio lo requieran).
3. Realizar senderos de mantenimiento.
4. Traslado y colocación de árboles en el sitio.
5. Definir la distribución.
6. Poner estacas.
7. Rodajear.
8. Realizar la plantación.



Preparación del terreno, previo a la incorporación de especies arbóreas, según las condiciones del terreno.

En esta etapa se realizan las acciones que correspondan para preparar el terreno según la condición actual del mismo (Cuadros 8 y 9).

La preparación del terreno se realiza una vez que el sitio por plantar está completamente libre de residuos sólidos. Esto para facilitar el proceso de penetración y establecimiento del sistema radical del árbol y su posterior desarrollo. Sin embargo, si las condiciones actuales del terreno dificultan la preparación de todo el polígono por rehabilitar, se sugiere centrarse únicamente en la preparación del terreno en los puntos específicos donde se va a plantar, es decir, en la rodaja. El retiro de residuos y la realización de obras de conservación de suelos pueden hacerse en conjunto para minimizar el costo y el trabajo, dado que algunos residuos pueden utilizarse como barreras para la erosión.



Realización de ronda cortafuego.

En zonas donde hay riesgo de incendios forestales se sugiere delimitar y/o cercar el área por rehabilitar para protegerla del fuego, esto mediante las rondas limítrofes. Este sendero debe tener un ancho mínimo de 2 m dependiendo del material combustible presente. Se pueden demarcar los límites con una cinta de seguridad.



Traslado y colocación de árboles en el sitio por rehabilitar

- Los árboles deben trasladarse con cuidado para evitar su maltrato y no generar “estrés”
- Se debe procurar al máximo trasladarlos en un vehículo con cajón cerrado porque el viento daña y arranca las hojas,
- Trasladarlos en horas de la mañana en donde la temperatura ambiente es más fresca, para evitar que se deshidraten.

Para evitar el maltrato del árbol, se sugiere levantarlo por la base del adobe o de la bolsa, y nunca agarrándolo del tallo. Adicionalmente, se recomienda verificar el estado fitosanitario del material vegetal.

Las especies se deben colocar en puntos de plantación, de manera aleatoria y variada, excepto en los casos de que se les quiera dar una connotación paisajística al sitio, se debe plantar siguiendo las curvas de nivel, debido a la pendiente del terreno, o en el caso en que haya especies idóneas y seleccionadas específicamente para colocar en puntos con alta vulnerabilidad o zonas con terrenos inestables, que requieren ser “amarrados” por el sistema radical de los árboles. También se sugiere plantar los árboles en el terreno en fajas de anchura variable y dirigidos en forma transversal a la pendiente del terreno, y en contorno.



Distribución de las especies arbóreas por incorporar.

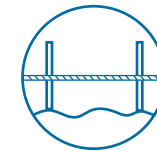
La distribución espacial de las especies en el área por rehabilitar depende de varios factores, entre ellos: el objetivo de la rehabilitación, el área requerida por las especies seleccionadas para su desarrollo, las condiciones del sitio, así como de la posibilidad de llevarlo a la práctica.

Idealmente, se busca el establecimiento y desarrollo óptimo de la vegetación natural de la zona para recuperar la composición, la estructura y la funcionalidad del ecosistema natural, ya que lo que se desea es propiciar el restablecimiento la vegetación y el enriquecimiento de la diversidad de especies, de modo que brinden hábitat y alimento a la fauna silvestre, así como otros servicios ecosistémicos. Es por lo anterior que el arreglo espacial de los árboles a incorporar debe ser diferente al de una plantación forestal.

De manera general se recomienda una distribución entre plantas de al menos 4 m en especies arbóreas y de 2 m en caso de especies arbustivas. Se busca un distanciamiento apropiado para el desarrollo óptimo de cada especie, para que a mediano y largo plazo la comunidad vegetal esté conformada por varios doseles que ayuden a disminuir la erosión eólica e hídrica. Se debe evitar la homogenización de especies. Se busca promover la diversidad, esto mediante la combinación de las especies según su porte.

Es importante combinar especies con diferentes necesidades de luz, tasas de crecimiento y equilibrar la distribución de espacios para que se desarrolle una vegetación arbórea con los diferentes doseles en el menor tiempo posible (Sanchun et al 2016).

En sitios con pendientes superiores al 30% se recomienda plantar usando como guía las curvas de nivel del terreno o el sistema de tresbolillo (pata de gallina) con el fin de amarrar el suelo y evitar deslaves. También, se puede considerar otros métodos que el técnico considere apropiado según las condiciones de sitio.



Estaquillado.

Una vez definida la distribución de los árboles se sugiere colocar sobre el terreno una estaca en cada punto por plantar, la misma puede tener pintura o una cinta topográfica para visualizarla más fácilmente. Esto facilitará las labores como limpieza y ahoyado.



Rodajas.

La rodaja de cada árbol es uno de los pasos más importantes para garantizar su desarrollo adecuado, porque esto procura que el árbol va a tener su espacio inmediato con la mínima competencia, libre de malezas, agentes que retrasan su crecimiento o enredaderas que lo estrangulen.

La rodajea consiste en eliminar las hierbas a nivel del suelo en el espacio donde se va a plantar el árbol, y debe medir como mínimo un 1m de diámetro. Se recomienda que se realice al menos de tres a cuatro veces por año durante la estación lluviosa (u otra intensidad dependiendo de la tasa de crecimiento de las herbáceas y el árbol) o hasta que la altura del árbol sea suficiente para librarse de la competencia, espacialmente por luz (ONF y SINAC 2009).

Es preferible que se realice de manera manual, sea con machete, cuchillo, machete de suelo o pala, porque si se hace con motoguadaña se corre el riesgo de causar daños mecánicos a los árboles. Además, es importante que cada vez que se realice, se procure dejar las cepas de zacate/enredaderas bien bajas, para retardar la tasa de crecimiento.

Con el fin de prolongar el tiempo de duración de la rodajea, se puede colocar algún tipo de cobertura “mulch” (madera en trozos, aserrín, material vegetativo que se chapeó previamente, entre otros) que evite el crecimiento de hierbas o plantas invasoras alrededor del árbol.



Hoyado e incorporación de árboles.

Si el terreno es **pedregoso o compactado**, de difícil perforación, se debe contemplar la utilización de otras herramientas que faciliten la realización del hoyo tales como, macana, pico, sacho, pala u otros. Se debe buscar el sitio más adecuado para cada individuo y tratar de sacar la mayor cantidad de terrones y piedras del hoyo para que las raíces del árbol se puedan desarrollar de la mejor manera. Se debe recordar, que se debe realizar el hoyo del árbol de manera proporcional o de mayor tamaño (volumen) del adobe (bolsa) del mismo.

Igualmente, en terrenos de este tipo, se recomienda aplicar la técnica de “sustitución de suelo”, en el punto de plantación de cada árbol, en donde se sustituye el material infértil que hay en el sitio por una mezcla de tierra orgánica con abono y granza, que le permita al árbol obtener los nutrientes que necesita de esa tierra, y mientras se establece, que sus raíces encuentren tierra adecuada; en este caso se debe realizar el hoyo más grande que el adobe para sustituir una buena porción de terreno, seguido de esto, se realiza la plantación del árbol.

Plantar un árbol lleva el siguiente orden (Figura 4):



Figura 4. Pasos para plantar un árbol

Fuente: ONF y SINAC 2009

Luego de plantar el árbol, asegúrese de retirar del sitio los residuos generados, por ejemplo, las bolsas de los árboles.

En terrenos con abundancia de herbáceas de hoja angosta y gramíneas de rápido crecimiento, la plantación se debe desarrollar de manera normal y siguiendo el orden detallado, sólo se debe procurar limpiar la materia orgánica que queda después de la chapia, en un radio de al menos 1m, para facilitar la visibilidad del hoyo.

Procure no cometer los siguientes errores (Figura 5):

1. Enterrar gran parte del tallo.
2. Poner poca tierra en el hueco, provoca que el agua se estanque.
3. Plantar el árbol torcido.
4. Plantar el árbol con la bolsa.
5. Si utiliza *jiffy* dejarlo desenterrado.

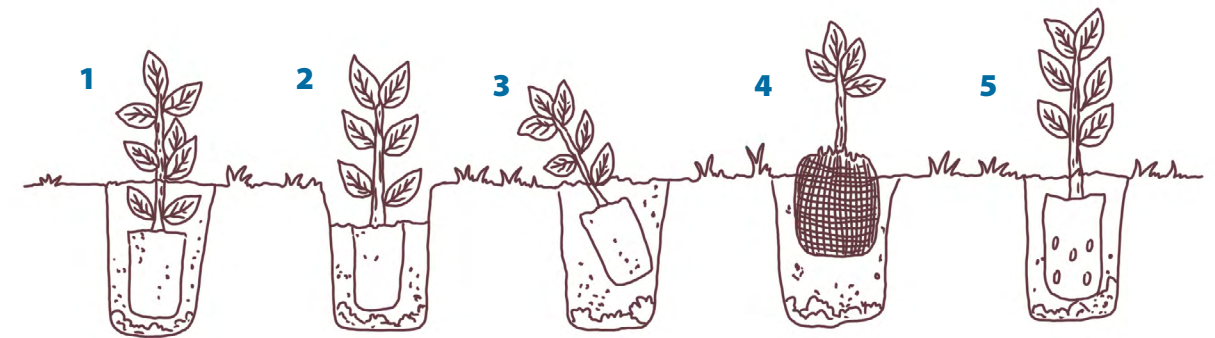
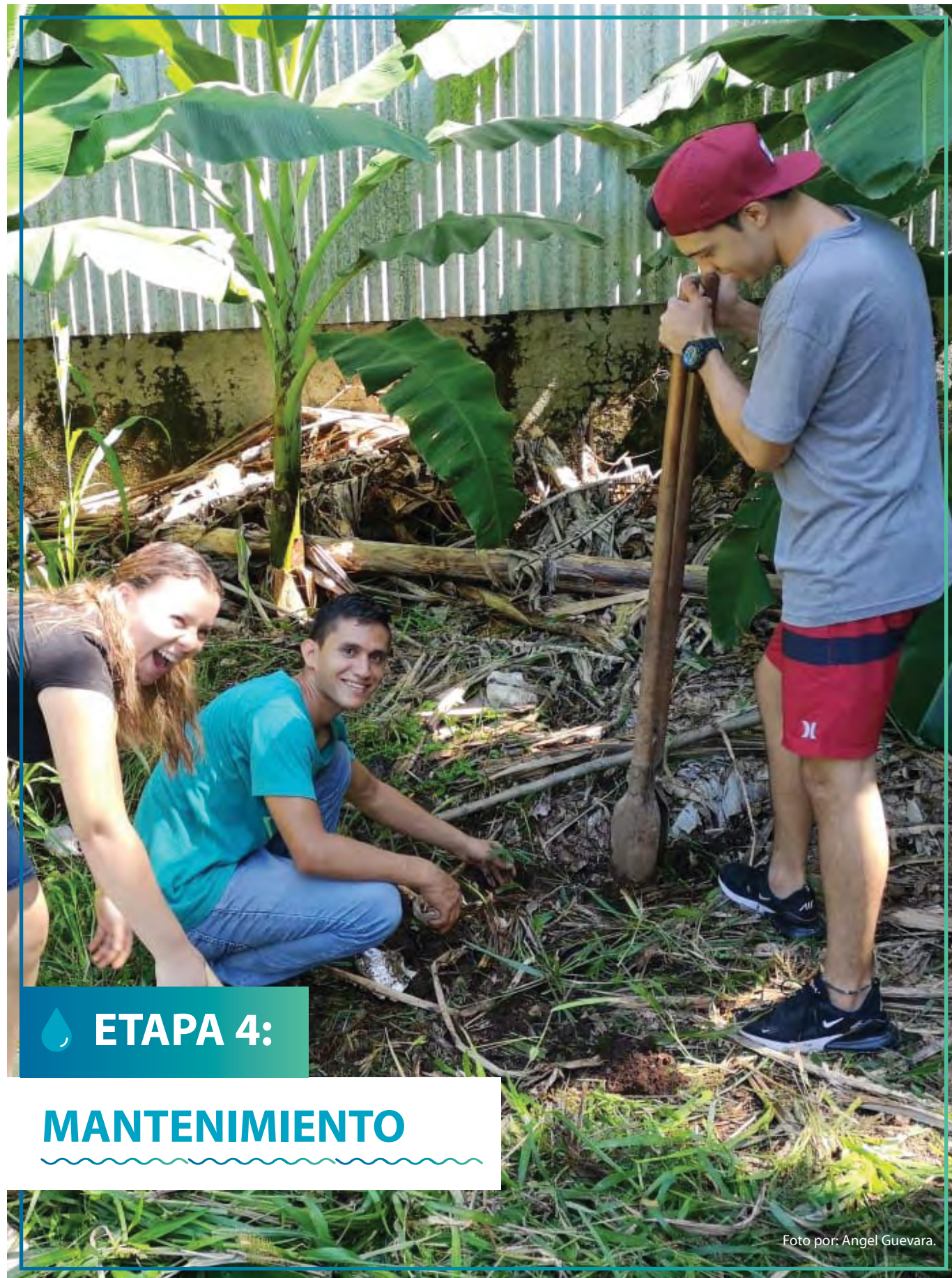


Figura 5. Errores a la hora de plantar un árbol

Fuente: ONF y SINAC 2009



ETAPA 4:

MANTENIMIENTO

Foto por: Angel Guevara.

El sitio por rehabilitar debe visitarse periódicamente para darle mantenimiento a las labores realizadas y para identificar posibles amenazas. Por ejemplo, se pueden planificar visitas para retirar residuos sólidos, ver el estado de las cercas, ver si en el sitio hay evidencia de ingreso de animales o personas que podrían afectar ya sea la regeneración natural o el crecimiento de los árboles incorporados, entre otras. Las labores de mantenimiento van a depender de las técnicas de rehabilitación empleadas.

En el caso que se haya realizado la incorporación de especies se sugiere invertir en el mantenimiento de los árboles para asegurarse que se están alcanzando los objetivos propuestos (ONF y SINAC 2009).

El mantenimiento se realiza para evitar la competencia de los árboles por agua, luz y nutrientes, así como daños o muerte. **Las actividades básicas del mantenimiento de los árboles plantados con fines de rehabilitación se deberán realizar al menos durante un período de 3 años o hasta que hasta que las plantas sobrepasen la altura de las herbáceas/arbustos que la rodean, posterior a la plantación, ya que corresponde al “Período crítico de establecimiento”.** Este mantenimiento será el mínimo necesario para asegurar la sobrevivencia y que el árbol se desarrolle bien y se establezca en el sitio donde se plantó.

En general, la frecuencia con que se realizan las actividades de mantenimiento dependerá de la técnica de rehabilitación elegida, la calidad del sitio, las condiciones climáticas y el crecimiento de las gramíneas. Si se incorporaron especies arbóreas también influye: la especie utilizada, la cantidad y la calidad de los árboles.

Es importante documentar y tener claridad del objetivo de las acciones que se realizan (refiérase al Formulario de campo para visita de mantenimiento, Anexo 6) con el fin de poder dar seguimiento y continuidad al proceso de rehabilitación.

Si se incorporaron especies arbóreas, las actividades de mantenimiento involucran las siguientes acciones:

1. Resiembra
2. Mantenimiento de las rodajas
3. Podas sanitarias
4. Aplicación de abono



Resiembra.

Dado que se conoce la cantidad y las especies de árboles plantados, es posible saber la cantidad de árboles muertos y realizar la resiembra según corresponda; en sitios con una estación seca muy marcada (3-5 meses) la evaluación de la sobrevivencia se puede hacer una vez iniciada la siguiente estación lluviosa. Mientras que, en sitios con sin una estación seca o una estación seca moderada (1-2 meses), la evaluación de sobrevivencia se puede hacer en la primera visita de monitoreo (a los 3 meses de realizada la plantación). Se aconseja llevar a cabo una resiembra cuando la mortalidad está concentrada o es superior a un 25% (ONF y SINAC 2009). Cuando la muerte de árboles amerita su reposición, la misma se puede realizar según corresponda, asegurándose que los nuevos árboles tendrán lluvia por lo menos durante dos meses antes del inicio de la estación seca. Si el fenómeno del Niño está presente lo mejor es no realizar la resiembra.



Mantenimiento de las rodajas de cada árbol.

Se recomienda mantener las rodajas limpias para evitar la competencia entre plantas por luz, nutrientes o agua. La frecuencia con que se realice este mantenimiento depende de la tasa de crecimiento de las especies, normalmente se debe realizar de tres a cuatro veces por año o hasta que la altura del árbol sea suficiente para librar dicha competencia, realizando la mayor cantidad en época lluviosa que es cuando se activa el crecimiento de las plantas (ONF y SINAC 2009).



Podas sanitarias.

Las podas en las áreas de protección son aplicables siempre y cuando las realice o supervise una persona capacitada en el tema, para garantizar que se esté realizando de la mejor manera y se garantice la sobrevivencia del árbol tras su intervención.

Las podas sanitarias son necesarias para mejorar la salud de los árboles. Se recomienda realizar la poda sólo a aquellos árboles que lo requieran. Además, las podas se deben planificar con base en las características de cada especie establecida y con relación al sitio.

Es necesario realizar la poda de una manera adecuada, con serruchos o podadoras de mano o extensibles (para los árboles más altos), para no desgarrar los tejidos de la corteza, y es imprescindible aplicar la pasta desinfectante selladora después de la poda para evitar que ingresen agentes patógenos, bióticos o abióticos, al individuo.



Aplicación de abono o enmiendas orgánicas

La cantidad y la periodicidad de la aplicación de abono dependerá de las condiciones del sitio, no en todos los casos es necesario. Normalmente se recomienda aplicar abono al menos 2 o 3 veces al año. **La primera abonada**, se debe realizar al momento del establecimiento de los árboles. **La segunda abonada** se deberá aplicar después de la plantación (3 o 4 meses después), esta aplicación será más efectiva en la etapa de crecimiento activo y adaptación del árbol al terreno. En árboles con alturas superiores a los 4m, no será necesario aplicar abono, debido a que éstos ya se han establecido. De manera opcional se puede aplicar una **tercera abonada** para preparar al árbol para la época seca.



Foto por: ACAT SINAC.



ETAPA 5:

MONITOREO Y EVALUACIÓN



Foto por: Jairo Moya Vargas.

El monitoreo es un proceso que permite evaluar el avance en los indicadores y el impacto de los objetivos específicos de la rehabilitación (Buckingham et al 2019).

El monitoreo permite medir el éxito de la rehabilitación en términos del cumplimiento de los objetivos y metas propuestas en la etapa de planificación. Además, ayuda a alertar sobre la necesidad de ejecutar acciones de mantenimiento y/o aplicar medidas correctivas, indispensables para la continuidad y éxito del proceso de rehabilitación. El monitoreo debe evaluar la evolución de las variables abióticas y bióticas del sitio de estudio, incluyendo en estas últimas tanto el componente flora como la fauna asociada.

Las técnicas de monitoreo de la vegetación varían según el tamaño del sitio por rehabilitar, en el caso de proyectos a gran escala se deben utilizar parcelas permanentes de muestreo, mientras que en sitios pequeños bastará con una visita cada tres meses, inicialmente, hasta llegar a una visita por año, en estos casos basta con un informe y registros fotográficos (fotos geoetiquetadas⁴).

Las visitas de monitoreo pueden iniciar a los 3 meses posteriores de realizada la plantación. En las visitas de seguimiento se deberá evaluar la mortalidad y el estado de las plantas. Así como, el estado del entorno (caminos, accesos, cercas, rondas cortafuegos, entre otros) y las posibles amenazas a las plantas (residuos sólidos, invasión del AP), entre otras (refiérase al Formulario de campo para visita de seguimiento, Anexo 7).

Es importante documentar y compartir información sobre el proceso, esto permite asegurar la transparencia, rendir cuentas, recibir retroalimentación y contribuir al aprendizaje colectivo. Esto se puede realizar a través de un informe que contenga la medición de los indicadores definidos, así como las situaciones encontradas en campo, las acciones para abordarlas y las lecciones aprendidas las cuales pueden ser de utilidad para otras personas o proyectos similares (refiérase al Formato de informe de la visita de seguimiento, Anexo 8).

La selección de los indicadores a monitorear para evaluar el impacto de la rehabilitación del AP depende del paisaje, la dimensión de la intervención realizada y de los objetivos de la rehabilitación. Los resultados del monitoreo permitirán evaluar y analizar las acciones de mantenimiento y su efectividad, con el fin de realizar ajustes o mejoras. Para el monitoreo de algunos indicadores se puede considerar el uso de herramientas de ciencia ciudadana.

Algunos indicadores sugeridos para evaluar la rehabilitación del AP son: sobrevivencia (rango aceptable $\geq 75\%$), crecimiento y presencia de daños mecánicos de los árboles; presencia de fauna, regeneración natural (presencia de plántulas nuevas), incremento en el número de especies de flora y/o fauna, estado del suelo (erosión), evidencia de ingreso de personas o ganado, presencia/ausencia de residuos. Si el área por rehabilitar es menor a 2 ha se puede realizar un censo, y en áreas muy extensas se puede considerar realizar un muestreo.

Si la rehabilitación de áreas de protección es realizada a un nivel de microcuenca, es probable que el impacto de la intervención se refleje en el mejoramiento de otras condiciones como por ejemplo la calidad del agua, para lo cual se pueden monitorear indicadores como la condición de la superficie del agua (clara, turbia o con partículas suspendidas), color, olor, así como otros indicadores ambientales, entre ellos macroinvertebrados.

A mediano y largo plazo, se puede monitorear el polígono en proceso de rehabilitación utilizando herramientas espaciales, que permitan visualizar cambios el uso del suelo y cobertura forestal, se sugiere utilizar algunos índices por ejemplo el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).

4. Se sugiere investigar sobre las aplicaciones disponibles (por ejemplo: Timestamp Camera, Orux Maps, Api Google).



V. Glosario

Árbol raro escaso:

Es un árbol muy infrecuente o escaso.

Árbol en peligro de extinción:

Especie que está en peligro de desaparecer (extinguirse). En Costa Rica el Decreto Ejecutivo N° 40477 del 1° de junio del 2017 indica que de conformidad con estudios técnicos-científicos 17 especies se encuentran en peligro de extinción.

Arborización:

Proceso de plantación de árboles individuales o en forma agrupada, presentes en avenidas, calles, parques, áreas verdes, bulevares, en las franjas entre la calzada y la acera, y otros sitios; con el objetivo de brindar a las ciudades urbanas servicios ecosistémicos.

Barbecho:

Es aquel terreno que se deja descansar por un período máximo de 36 meses consecutivos (3 años), para que naturalmente se pueda restaurar el equilibrio del suelo. Durante ese período la tierra se deja sin sembrar durante uno o varios ciclos vegetativos, con el propósito de rotar cultivos, reponer nutrientes, permitiendo el proceso de regeneración natural con plantas que crecen espontáneas en el lugar o con el cultivo de abonos verdes para aumentar la biomasa y fijación de nitrógeno, con el fin de recuperar y almacenar materia orgánica y humedad, mejorar la composición química del suelo, o evitar el impacto de patógenos (plagas o enfermedades) al interrumpir sus ciclos productivos o reproductivos, debido a la falta de hospederos disponibles" (Art. 4, Decreto Ejecutivo N° 37911-MAG, 2013) y Decreto Ejecutivo N° 41960-MAG-MINAE, 2019)

Bosque ribereño, de galería o ripario:

Bosque que se encuentra en los alrededores (riberas) de ríos u otros cursos de agua (Kappelle 2008).

Brinzal:

Vegetación leñosa con altura entre 0,30 m y < 1,5 m (Zamora, J; Quirós, D. 2000)

Cobertura arbórea:

Superficie donde la vegetación predominante la constituyen los árboles. En imágenes aerotransportadas (fotos aéreas, imágenes satelitales) la cobertura de copas arbórea se distingue visualmente de otra vegetación por su tonalidad verde en imágenes en color verdadero y rojiza en imágenes infrarrojas (CGR 2012).

Conservación de suelos:

Son todas aquellas prácticas dirigidas a aumentar la resistencia o disminuir las fuerzas que intervienen en la erosión, pueden ser culturales, agronómicas o mecánicas.

Corredor biológico:

Es un territorio continental, marino-costero e insular delimitado, cuyo fin primordial es proporcionar conectividad entre áreas silvestres protegidas: así como entre paisajes, ecosistemas y hábitat naturales o modificados. sean rurales o urbanos. para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos y evolutivos: proporcionando espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en esos espacios (Decreto Ley N°40043-MINAE).

Curva de nivel:

Línea sobre un mapa que representa una curva altitudinal, es decir, que conecta de una manera continua puntos geográficos que tienen una misma altitud o elevación sobre el nivel del mar.

Charral:

No existe una definición única de charral y por lo tanto para solventar este vacío técnico/legal se citan las descripciones utilizadas en el lenguaje coloquial, el sector agropecuario y en el Censo Nacional Agropecuario (Fallas 2023). Charral o tacotal: terrenos cubiertos de matas, arbustos, enredaderas y otro tipo de vegetación que no se puede utilizar para potreros, sacar leña o madera. Es el primer estado de crecimiento de las especies en un proceso de regeneración natural, de aquellas áreas que han sido abandonadas por las actividades agropecuarias; la edad de crecimiento de las especies consta de 0 a 2 años. Está constituido por especies herbáceas y leñosas que no sobrepasan los cinco metros" (Censo Nacional Agropecuario 2014). El decreto ejecutivo N° 41960-MAG-MINAE (2019) distingue a un barbecho de un charral por la altura de la vegetación. En el caso del barbecho la vegetación es menor a un de altura mientras que en charral la vegetación es menor a 2 m de altura.

Diversidad:

Riqueza de especies en un área determinada en un momento dado.

Embalse:

Acumulación de aguas que se da como resultado de su retención por medio físicos naturales o artificiales.

Esciófita:

Especie, planta que requiere de sombra.

Escombrera:

Área destinada para la eliminación de escombros y restos de demolición o materia de construcción no aprovechables.

Escombros:

Son residuos provenientes de la demolición de construcciones y tierras de excavaciones.

Escorrentía:

Aquella porción de las lluvias que no penetra el perfil del suelo y que fluye hacia los ríos en forma de corriente superficial.

Especie introducida:

Especie de flora, fauna o microorganismo, cuya área natural de dispersión geográfica no corresponde al territorio nacional y se encuentra en el país, producto de actividades humanas voluntarias o no, así como por la actividad de la propia especie.

Especie nativa:

Especie propia o endógena de un país o región geográfica.

Especie arbórea:

Individuo leñoso que pertenece a la categoría de árboles de más de 5 metros de altura en su etapa de madurez.

**Especie arbustiva:**

Individuo que pertenece a la categoría de plantas leñosas de hasta 5 metros de altura.

Especie pionera:

Primera especie resistente que inicia la colonización como la primera etapa de sucesión ecológica.

Erosión eólica:

Desprendimiento, transporte y deposición del suelo y/ roca por la acción del viento.

Erosión hídrica:

Desprendimiento, transporte y deposición del suelo por la acción de la lluvia.

Gramíneas:

Gramas y plantas semejantes de hoja angosta, tales como el pasto, el maíz, el arroz, y el bambú. Pertenecen a la familia de las poáceas (Kappelle 2008).

Herbáceas:

Toda planta pequeña cuyo tallo es tierno y perece después de dar la simiente en el mismo año, o a lo más al segundo, a diferencia de las matas, arbustos y árboles, que echan troncos o tallos duros y leñosos (RAE). Incluye gramíneas y Forbias (p. ej. musáceas)

Heliófila:

Especie, organismo, principalmente vegetal, que requiere mucha luz para su desarrollo óptimo.

Hábitat:

Lugar o ambiente donde existen naturalmente un organismo o una población (Ley de Biodiversidad N°7788)

Hierba:

Planta vascular con tallo anual no lignificado, es decir, planta pequeña no leñosa (blanda).

Horizontes del suelo:

Capa del suelo, aproximadamente paralela a la superficie del terreno, con características más o menos bien definidas, las cuales son el resultado de la acción de los procesos de formación del suelo. Los horizontes presentan el siguiente orden, desde la superficie hacia la profundidad: horizonte O (materia orgánica), horizonte A (usualmente los primeros 30 cm del suelo), horizonte B (subsuelo), horizonte C (material parental).

Línea de contorno:

Línea imaginaria sobre la superficie de la tierra con todos sus puntos a la misma altura. Línea trazada sobre un mapa para localizar puntos a la misma altura.

Naciente:

Conocido como manantial, naciente, lloradero, ojo de agua, afloramiento o brote. Es la salida natural de agua proveniente de un acuífero la cual puede ser categorizada en virtud de su origen, caudal y calidad ambiental en función de los diferentes usos.

Mantillo:

Capa superior del suelo, formada en gran parte por la descomposición de materias orgánicas (RAE).

Plantas invasoras:

Plantas ubicadas en un sitio donde no es conveniente para el ser humano su estancia, pues por lo general su control genera gastos económicos. Plantas indeseables que crecen en los terrenos y compiten con la plantación principal.

Plantación, siembra o cultivo en contorno:

Ejecución de todas las operaciones de labranza (hoyada, plantar, controlar malezas y podar) sobre líneas de contorno.

Poda sanitaria:

Consiste en eliminar las ramas atacadas por plagas o enfermedades. Se aplica cuando el daño causa un efecto adverso a la estética, existe riesgo de caída o afecta la infraestructura. Su propósito es eliminar las secciones del árbol y tejidos afectados hasta encontrar sano, luego se desinfecta la zona raspada, posteriormente se cubre la herida con una pasta selladora desinfectante para proteger los tejidos de la acción degradante de los factores ambientales, agentes bióticos y abióticos, para mejorar la cicatrización y la formación de la "goma herida", lo que impide la desecación excesiva y la muerte de los tejidos.

Soluciones basadas en la naturaleza:

Acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, que aborden los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad (Cohen-Shacham et al, 2016).

Tacotal:

No existe una definición única de tacotal y por lo tanto para solventar este vacío técnico/legal se mencionan algunas definiciones (Fallas 2023).

Son terrenos que no han recibido ningún tipo de manejo, en el tiempo, donde crecen plantas silvestres, predominan los arbustos y árboles, con alturas de hasta 5m y con poca o casi nada de plantas espinosas; toda la vegetación ha nacido por regeneración natural, en donde la cobertura de arbustos es mayor o igual al 66,7% (Kappelle 2008).

Tacotal es la fase de sucesión que reemplaza al charral. Durante los primeros años de la fase "tacotal" la comunidad vegetal es una mezcla de herbáceas, enredaderas, arbustos densos y árboles pioneros de rápido crecimiento con una altura inferior a 5 m, exigentes de luz (heliófitas), dispersados por el viento, que producen abundante semilla, y sin o de muy poco valor comercial. Se desarrolla un dosel continuo con claros y dominado por pocas especies. El Decreto Ejecutivo N° 41960-MAG-MINAE (2019) cita una altura superior a dos metros para el tacotal.

Terraza:

Canal superficial ancho o banqueo, construido a través de los terrenos pendientes, con desniveles e intervalos específicos, con el fin de interceptar el agua de escorrentía sobrante, retardar su flujo y propiciar la infiltración o llevarla a drenajes bien protegidos.



VI. Bibliografía

- Buckingham, K; Ray, S; Gallo, C; Toh, L; Stolle, F; Reyntar, K; Zamora, R; Nduna, P; Landsberg, F; Matsumoto, M; Brandt, J. (2019). El camino de la restauración: guía de identificación de prioridades e indicadores para monitorear la restauración de bosques y paisajes. FAO. World Resources Institute (WRI). Disponible: <https://www.fao.org/3/ca6927es/CA6927ES.pdf>
- Calvo, J. (2021). Protocolo de Manejo de Zacate Elefante (*Pennisetum purpureum*) para la rehabilitación de áreas boscosas naturales. Rutas Naturbanas. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/356361175_Protocolo_Manejo_de_Zacate_Elefante_Pennisetum_purpureum_para_la_rehabilitacion_ecologica_de_areas_boscosas_naturales
- Censo Nacional Agropecuario. (2014). Variable V55-Uso hectáreas_41012_Charrales o tacotales. Disponible: <https://bd.sica.int/index.php/catalog/99/variable/V55?print=1>
- Cepeda, C; Navarro, G. (2010). Protección del recurso hídrico en Costa Rica: propuesta para la reforma de los artículos 33 y 34 de la Ley Forestal. Boletín técnico no. 95. Economía, Política y Gobernanza del Ordenamiento de Recursos Naturales. Publicación no. 15. Disponible: https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8805/Proteccion_del_recurso_hidrico.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cohen-Shacham, E; Walter, G; Janzen, C; Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. Suiza. UICN. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>
- Contraloría General de la República (CGR). (2012). Informe acerca del porcentaje de cobertura forestal en las áreas de protección de los ríos y de nacientes permanentes de la Contraloría General de la República.
- Contraloría General de la República (CGR). (2014). Informe de la auditoría de carácter especial acerca del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la normativa para el resguardo de las áreas de protección de los ríos ubicados en la gran área metropolitana (DFOE-AE-IF-14-2014). División de fiscalización operativa y evaluativa. Área de fiscalización de servicios ambientales y energía. https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docs_cgr/2014/SIGYD_D_2014021793.pdf
- Constitución Política. (1949). Disponible: https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=871
- Dictamen N° C-134-2016. Disponible: https://pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Pronunciamento/pro_ficha.aspx?param1=PRD¶m6=1&nDictamen=19454&strTipM=T
- Dictamen N° C-103-98. Disponible: https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Pronunciamento/pro_ficha.aspx?Param1=PRD¶m2=1&Param6=&nDictamen=7037&lResultado=2&strSelect=sel&strTipM=T
- Dictamen N° C-134-2016. Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/pronunciamento/pro_ficha.aspx?param1=PRD¶m6=1&nDictamen=19454&strTipM=T
- Decreto N° 29375-MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT. (2001). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=46035&nValor3=0&strTipM=TC
- Decreto N° 25721. (1997). Reglamento a la Ley Forestal. Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=28693
- Decreto Ejecutivo N° 40477. (2017). Regulaciones para el aprovechamiento y extracción de madera de árboles caídos naturalmente en bosques privados. Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=84368
- Decreto Ejecutivo N° 37911-MAG (2013). Sistema de Registro del Ministerio de Agricultura y Ganadería, para Certificar la condición de pequeño y mediano productor agropecuario (PYMPA). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=75656
- Decreto Ejecutivo N°40043-MINAE Regulación del Programa Nacional de Corredores Biológicos (2017). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=83424&nValor3=107128&strTipM=TC
- Decreto N° 41960-MAG-MINAE. (2019). Establecimiento de la metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras agroecológicas de Costa Rica. Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90001&nValor3=118346
- MINAE-SINAC-MAG. Estrategia Nacional de Restauración de paisajes 2021-2050. (2021). Disponibles: https://www.sinac.go.cr/ES/noticias/Documents/Estrategia%20Nacional%20de%20Restauraci%C3%B3n%20de%20Paisajes%20de%20Costa%20Rica_digital_vf.pdf
- Fallas, J. (2023). Inventario Forestal Costa Rica: Clases de cobertura y uso de la tierra. San José, Costa Rica. 193p.
- FAO. (1978). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Chile.
- Fernández, I; Morales, N; Olivares, L; Salvatierra, J; Gómez, M; Montenegro, G. (2010). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Disponible: https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1363716217res_baja.pdf
- Fiscalía General de la República. (2020). Políticas de persecución de delitos ambientales. Políticas para la protección penal del recurso forestal. Disponible: <https://ministeriopublico.poder-judicial.go.cr/images/ambiental/PPDA4.pdf>
- García, V. A. y Zúñiga Amador, M. A. (2020). Plantas nativas para el control de la erosión. Editorial Tecnológica de Costa Rica. <https://10.18845/9789977664965>
- Gilmour, D.A; San, N.V; Xiong Tsechalicha. (2000). Rehabilitation of degraded forest ecosystems in Cambodia, Lao PDR, Thailand and Vietnam: an overview. IUCN-Asia, Cambridge, UK
- INVU (2020). Protocolo para el Otorgamiento de Alineamientos de las Áreas de Protección según Ley Forestal N°7575. Disponible: <https://www.invu.go.cr/>
- INVU-PNUD (2021). Metodología para la delimitación digital de ríos, quebradas y arroyos. Disponible: Metodología para la delimitación digital de las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos - Búsqueda - Portal-INVU
- González, K; Salas, L; Sandoval, M. (2019). Propuesta de una guía de control de riesgos ocupacionales para los bomberos forestales en el Área de Conservación Arenal-Tempisque, Costa Rica. Proyecto de Investigación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente. Universidad Técnica Nacional. Disponible: <https://repositorio.utn.ac.cr/items/1f65132e-283e-4d0a-8876-0add089447b7>



Kappelle, M. (2008). Diccionario de la biodiversidad. Instituto Nacional de Biodiversidad. Heredia, Costa Rica. Disponible: https://www.researchgate.net/profile/Maarten-Kappelle/publication/287583585_Diccionario_de_la_Biodiversidad/links/5677b57808ae502c99d50e65/Diccionario-de-la-Biodiversidad.pdf

Ley de Agua N°276. (1942). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&strTipM=TC

Ley de Biodiversidad N°7788. (1998). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=39796&nValor3=0&strTipM=TC

Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317. (1992). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=12648

Ley Forestal N°7575. (1996). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=41661

Ley Orgánica del Ambiente. N°7554. (1995). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/SCIJ/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=0&strTipM=FN

Ley para la Gestión Integral de Residuos N°8839. (2010). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=68300

Ley Reforma Ley Forestal N°10210. (2022). Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=97099&nValor3=130583&strTipM=TC

MINAE-SINAC. (2020). Política Nacional de Áreas de Protección de Ríos, Quebradas, Arroyos y Nacientes, 2020-2040. (2020). San José, Costa Rica. 72pp. Disponible en https://da.go.cr/wp-content/uploads/2020/09/Politica-Nacional-de-Areas-de-Proteccion_2020-40.pdf

Oficina Nacional Forestal (ONF) y Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). (2009). Guía del productor para el establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones forestales comerciales. San José, CR. Comunicaciones Milenio. Disponible: https://onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/cyclope_old/adjuntos/Guia_productor_ONFuz37186.pdf

Sanchun, A; Botero, R; Morera Beita, A; Obando, G; Russo, R; Scholz, C; Manuel Spinola, M. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. UICN, San Jose, Costa Rica. XIV + 436p. Disponible: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/ST-GFE-no.03.pdf>

Úbeda, X; Sarricolea, P. (2016). Wildfires in Chile: A review. *Global and Planetary Change*, 146, 152-161.

Vargas, J. O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246.

Vargas, O; Díaz, A; Trujillo, L; Valasco, P; Díaz, R; León, O; Montenegro, A. (2007). Barreras para la restauración ecológica: Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino.

Zamora, J.; Quirós, D. (compil). 2000. Terminología forestal de uso común en Centroamérica. Manejo Forestal Tropical N° 14. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 8 p. Disponible: <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9735/A0002s00.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VII. Anexos

ANEXO 1. Normativa

1. Ley de Agua N°276



Artículo 145.- Para evitar la disminución de las aguas producida por la tala de bosques, todas las autoridades de la República procurarán, por los medios que tengan a su alcance, el estricto cumplimiento de las disposiciones legales referentes a la conservación de los árboles, especialmente los de las orillas de los ríos y los que se encuentren en los nacimientos de aguas.

Artículo 146.- Es prohibido destruir en los bosques nacionales los árboles que estén situados en las pendientes, orillas de las carreteras y demás vías de comunicación, lo mismo que los árboles que puedan explotarse sin necesidad de cortarlos, como el hulero, el chicle, el liquidámbar, el bálsamo y otros similares.

Artículo 147.- Las autorizaciones que confiere el Poder Ejecutivo para explotar bosques nacionales en la forma prevista en el artículo 549 del Código Fiscal deberán contener, expresamente, la prohibición de cortar los árboles a que aluden el artículo anterior y siguiente.

Artículo 148 indica que los propietarios de terrenos atravesados por ríos, arroyos, o aquellos en los cuales existan manantiales, en cuyas vegas o contornos hayan sido destruidos los bosques que les servían de abrigo, están obligados a sembrar árboles en las márgenes de los mismos ríos, arroyos o manantiales, a una distancia no mayor de cinco metros de las expresadas aguas, en todo el trayecto y su curso, comprendido en la respectiva propiedad.

Artículo 149.- Se prohíbe destruir, tanto en los bosques nacionales como en los de particulares, los árboles situados a menos de sesenta metros de los manantiales que nazcan en los cerros, o a menos de cincuenta metros de los que nazcan en terrenos planos.

Artículo 150.- Se prohíbe destruir, tanto en los bosques nacionales como en los terrenos particulares, los árboles situados a menos de cinco metros de los ríos o arroyos que discurran por sus predios.

Artículo 151.- La infracción a lo dispuesto en los artículos anteriores obliga al infractor a reponer los árboles destruidos y lo sujeta a la pena que se determina en el artículo 165 del capítulo siguiente. Además, la infracción será causa suficiente para que pueda procederse a la expropiación de las fajas de terreno en los anchos expresados en el artículo anterior, o a uno y otro lado del curso del río o arroyo, en toda su extensión.



ANEXO 1. Normativa

2. Ley Forestal N°7575



Artículo 3. Definiciones

Bosque: Ecosistema nativo o autóctono, intervenido o no, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales, que ocupa una superficie de dos o más hectáreas, caracterizada por la presencia de árboles maduros de diferentes edades, especies y porte variado, con uno o más doseles que cubran más del setenta por ciento (70%) de esa superficie y donde existan más de sesenta árboles por hectárea de quince o más centímetros de diámetro medido a la altura del pecho (DAP).

Ecosistema boscoso: Composición de plantas y animales diversos, mayores y menores, que interaccionan: nacen, crecen, se reproducen y mueren, dependen unos de otros a lo largo de su vida. Después de miles de años, esta composición ha alcanzado un equilibrio que, de no ser interrumpido, se mantendrá indefinidamente y sufrirá transformaciones muy lentamente (Ley Forestal N°7575).

Servicios ambientales: son los que brindan el bosque y las plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente. Son los siguientes: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción), protección de agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, protección de la biodiversidad para conservarla y uso sostenible, científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético, protección de los ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

Áreas de recarga acuífera: Superficies en las cuales ocurre la infiltración que alimenta los acuíferos y cauces de los ríos, según delimitación establecida por el Ministerio del Ambiente y Energía por su propia iniciativa o a instancia de organizaciones interesadas, previa consulta con el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) u otra entidad técnicamente competente en materia de aguas.

Artículo 33. Áreas de protección.

Se declaran áreas de protección las siguientes:

- a) Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.
- b) Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.
- c) Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.
- d) Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley.

Artículo 34. Prohibición para talar en áreas protegidas Se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional. Los alineamientos que deban tramitarse en relación con estas áreas serán realizados por el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.

Artículo 58. Penas

Se impondrá prisión de tres meses a tres años a quien:

- a) Invada un área de conservación o protección, cualquiera que sea su categoría de manejo, u otras áreas de bosques o terrenos sometidos al régimen forestal, cualquiera que sea el área ocupada; independientemente de que se trate de terrenos privados del Estado u otros organismos de la Administración Pública o de terrenos de dominio particular. Los autores o partícipes del acto no tendrán derecho a indemnización alguna por cualquier construcción u obra que hayan realizado en los terrenos invadidos.
- b) Aproveche los recursos forestales en terrenos del patrimonio natural del Estado y en las áreas de protección para fines diferentes de los establecidos en esta ley.
- c) No respete las vedas forestales declaradas.

La madera y los demás productos forestales lo mismo que la maquinaria, los medios de transporte, el equipo y los animales que se utilizaron para la comisión del hecho, una vez que haya recaído sentencia firme, deberán ser puestos a la orden de la Administración Forestal del Estado, para que disponga de ellos en la forma que considere más conveniente.

Se le concede acción de representación a la Procuraduría General de la República, para que establezca la acción civil resarcitoria sobre el daño ecológico ocasionado al patrimonio natural del Estado. Para estos efectos, los funcionarios de la Administración Forestal del Estado podrán actuar como peritos evaluadores.

3. Reforma Ley Forestal N°10210



Artículo 33 bis- Infraestructura civil en áreas de protección urbanas y rurales. Se autoriza instalar y realizar; dar mantenimiento, reparación y reposición de obras civiles y de instituciones públicas, en el cauce y vasos de los cuerpos de agua en las zonas urbanas y rurales, así como en sus áreas de protección tales como diques, muros, alcantarillas, puentes, acueductos, tomas, derivaciones y calibración de agua asignada en concesión, drenajes con mallas para recolección de residuos sólidos, infraestructura para la descarga de aguas pluviales. obras para el transporte de aguas residuales para su debido saneamiento, vertidos de aguas residuales procedentes de un sistema de tratamiento y descargas de drenaje agrícola para bajar el nivel freático que puede ser por canal abierto o por tubería; todo, sin deterioro de la calidad del agua y el cauce.



Asimismo, se autorizan obras de bajo impacto ambiental tales como plataformas de observación, puentes, puentes colgantes, tirolesas, elementos de señalización y otros elementos que permita el acceso, la observación y el disfrute seguro de las áreas naturales con el menor impacto posible, cuando tengan como fin el desarrollo de actividades turísticas, entre otras.

La responsabilidad de autorizar estas obras residirá exclusivamente en la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía, los cuales establecerán los requisitos y estudios necesarios, así como plazos de la administración para resolver.

Artículo 33 ter- Obras de recuperación y rehabilitación en áreas de protección en zonas urbanas y rurales. Se autoriza el uso y la gestión de las áreas de protección establecidas en el inciso b) del artículo 33 de esta ley, exclusivamente para actividades y obras de bajo impacto ambiental, siempre y cuando cumplan con las regulaciones técnicas y estén orientadas a la recuperación, la rehabilitación y el resguardo de los cuerpos de agua de dominio público, y al desarrollo de actividades turísticas, que coadyuven a conservar el recurso hídrico y sus ecosistemas asociados y producir encadenamientos productivos, generando espacios de protección, esparcimiento y movilidad sostenible, con el objetivo de evitar la contaminación y mitigar los impactos del cambio climático, siempre que sea para beneficio del ecosistema.

Lo dispuesto en el párrafo anterior será aplicable únicamente para las actividades autorizadas en el artículo 33 bis.

En el caso de obras para servicios públicos de agua potable y saneamiento, se aplicará únicamente lo dispuesto en el artículo anterior.

La responsabilidad de autorizar el uso y la gestión de estas áreas residirá exclusivamente en la Dirección de Aguas del Ministerio de Ambiente y Energía; los requisitos técnicos, procedimientos y plazos se definirán vía reglamento.

Acuífero: Depósito subterráneo de aguas provenientes de la infiltración de este recurso natural, a través el perfil del suelo, sometido al régimen del Ciclo Hidrológico.

Conservación de suelos: Conjunto de prácticas de manejo y uso de la tierra realizadas con el fin de proteger, conservar y mejorar la integridad y la productividad del suelo.

Cuenca hidrográfica: Es el área geográfica cuyas aguas superficiales vierten a un sistema de desagüe o red hidrológica común, confluyendo a su vez en un cauce mayor, que puede desembocar en un río principal, lago, pantano, marisma, embalse o directamente en el mar. Está delimitada por la línea divisoria de aguas y puede constituir una unidad para la planificación integral del desarrollo socioeconómico y la utilización y conservación de los recursos agua, suelo, flora y fauna

Degradación de los suelos: Deterioro de las características químicas, físicas y biológicas del suelo, con disminución de su productividad en el tiempo, como consecuencia de procesos tales como erosión hídrica o eólica, salinización, anegamiento, agotamiento de los elementos nutritivos para las plantas, contaminación con productos agroquímicos de lenta descomposición o elementos pesados, el deterioro de la estructura, compactación, sedimentación y otras formas de degradación.

Erosión: Es el desprendimiento, arrastre y sedimentación de las partículas superficiales del suelo, por acción del agua de escorrentía, viento, deshielo y otros agentes geológicos, incluyendo procesos como deslizamientos.

Infiltración: Movimiento descendente del agua a través del perfil del suelo.

Manejo de suelos: Prácticas que se hacen para modificar, mantener o mejorar sus características químicas, físicas y biológicas, con el fin de optimizar su productividad y función ambiental y evitar su degradación en el tiempo.

4. Reglamento a la Ley Forestal, Decreto Ejecutivo N°25721-MINAE

Artículo 2: Terrenos quebrados: Terrenos que tienen el pendiente promedio superior al 40%).

5. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos, N° 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT

Artículo 6

Áreas de recarga acuífera: Superficies territoriales en las cuales ocurre la mayor parte de la infiltración del agua a través de la corteza terrestre, que alimenta acuíferos y cauces de los ríos.

6. Ley de Conservación de Vida Silvestre N°7317

Artículo 2:

Cuerpo de agua: Todo aquel manantial, río, quebrada, arroyo permanente, acuífero, lago, laguna, marisma, humedal, embalse natural o artificial, estuario, manglar, turbera, pantano, agua dulce, salobre o salada.

Lagos: gran masa permanente de agua depositada en hondonadas del terreno.

Artículo 100.- Será sancionado con pena de prisión de uno (1) a tres (3) años, siempre que no se configure un delito de mayor gravedad, quien arroje aguas servidas, aguas negras, lodos, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, lagunas, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, humedales, aguas dulces, salobres o saladas, en sus cauces o en sus respectivas áreas de protección.



Artículo 128.- Prohíbese arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, humedales, aguas dulces, salobres o saladas, en sus cauces o en sus respectivas áreas de protección.

Las instalaciones agroindustriales e industriales, así como las demás instalaciones, deberán estar provistas de sistemas de tratamiento para impedir que los desechos sólidos o las aguas contaminadas de cualquier tipo destruyan la vida silvestre. La certificación de la calidad del agua será dada por el Ministerio de Salud.

7. Ley de Orgánica del Ambiente N°7554



Artículo 51: Criterios para la conservación y el uso sostenible del agua, deben aplicarse, entre otros los siguientes criterios:

- a) Proteger, conservar y, en lo posible, recuperar los ecosistemas acuáticos y los elementos que intervienen en el ciclo hidrológico.
- b) Proteger los ecosistemas que permiten regular el régimen hídrico.
- c) Mantener el equilibrio del sistema agua, protegiendo cada uno de los componentes de las cuencas hidrográficas.

Artículo 52.- Aplicación de criterios. Los criterios mencionados en el artículo anterior deben aplicarse:

- a) En la elaboración y la ejecución de cualquier ordenamiento del recurso hídrico.
- b) En el otorgamiento de concesiones y permisos para aprovechar cualquier componente del régimen hídrico.
- c) En el otorgamiento de autorizaciones para la desviación, el trasvase o la modificación de cauces.
- d) En la operación y la administración de los sistemas de agua potable, la recolección, la evacuación y la disposición final de aguas residuales o de desecho, que sirvan a centros de población e industriales.

Artículo 53.- Criterios. Para proteger y aprovechar el suelo, se considerarán, entre otros, los siguientes criterios:

- a) La relación adecuada entre el uso potencial y la capacidad económica del suelo y el subsuelo.
- b) El control de prácticas que favorezcan la erosión y otras formas de degradación.
- c) Las prácticas u obras de conservación de suelos y aguas que prevengan el deterioro del suelo.

Artículo 54.- Aplicación de criterios. Los criterios para proteger y aprovechar el suelo se considerarán:

- a) En la determinación de usos, reservas y destinos del suelo.
- b) En los servicios de apoyo, de naturaleza crediticia, técnica o investigativa, que otorgue la Administración Pública a las actividades ligadas al uso del suelo.
- c) En los planes, los programas y los proyectos de conservación y uso de los suelos
- d) En el otorgamiento, la modificación, la suspensión o la revocación de permisos, concesiones o cualquier otro tipo de autorización sobre el aprovechamiento del suelo y del subsuelo.

Artículo 55.- Restauración de suelos. El Estado deberá fomentar la ejecución de planes de restauración de suelos en el territorio nacional.

Artículo 59.- Contaminación del ambiente. Se entiende por contaminación toda alteración o modificación del ambiente que pueda perjudicar la salud humana, atentar contra los recursos naturales o afectar el ambiente en general de la Nación. La descarga y la emisión de contaminantes, se ajustará, obligatoriamente, a las regulaciones técnicas que se emitan. El Estado adoptará las medidas que sean necesarias para prevenir o corregir la contaminación ambiental.

Artículo 60.- Prevención y control de la contaminación. Para prevenir y controlar la contaminación del ambiente, el Estado, las municipalidades y las demás instituciones públicas, darán prioridad, entre otros, al establecimiento y operación de servicios adecuados en áreas fundamentales para la salud ambiental, tales como:

- a) El abastecimiento de agua para consumo humano.
- b) La disposición sanitaria de excretas, aguas servidas y aguas pluviales.
- c) La recolección y el manejo de desechos.
- d) El control de contaminación atmosférica.
- e) El control de la contaminación sónica.
- f) El control de sustancias químicas y radiactivas.

Estos servicios se prestarán en la forma que las leyes y los reglamentos específicos lo determinen, procurando la participación de la población y sus organizaciones.

Artículo 64.- Prevención de la contaminación del agua. Para evitar la contaminación del agua, la autoridad competente regulará y controlará que el manejo y el aprovechamiento no alteren la calidad y la cantidad de este recurso, según los límites fijados en las normas correspondientes.

Artículo 65.- Tratamiento de aguas residuales. Las aguas residuales de cualquier origen deberán recibir tratamiento antes de ser descargadas en ríos, lagos, mares y demás cuerpos de agua; además, deberán alcanzar la calidad establecida para el cuerpo receptor, según su uso actual y potencial y para su utilización futura en otras actividades.



Artículo 67.- Contaminación o deterioro de cuencas hidrográficas. Las personas, físicas o jurídicas, públicas o privadas, estarán obligadas a adoptar las medidas adecuadas para impedir o minimizar la contaminación o el deterioro sanitario de las cuencas hidrográficas, según la clasificación de uso actual y potencial de las aguas.

Artículo 68.- Prevención de la contaminación del suelo. Es obligación de las personas, físicas o jurídicas, públicas o privadas, evitar la contaminación del suelo por acumulación, almacenamiento, recolección, transporte o disposición final inadecuada de desechos y sustancias tóxicas o peligrosas de cualquier naturaleza.

Artículo 69.- Disposición de residuos contaminantes. En el manejo y aprovechamiento de los suelos, debe controlarse la disposición de los residuos que constituyan fuente de contaminación. Las actividades productivas evitarán descargas, depósitos o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en el suelo.

Cuando no se pueda evitar la disposición de residuos contaminantes deberán acatarse las medidas correctivas necesarias que determine la autoridad competente. Cuando corresponda, el Estado, las municipalidades y la empresa privada promoverán la recuperación y el tratamiento adecuado de los desechos para obtener otros productos o subproductos.

8. Ley de Biodiversidad N°7788



Artículo 7. Definiciones

Biodiversidad: Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, ya sea que se encuentren en ecosistemas terrestres, aéreos, marinos, acuáticos o en otros complejos ecológicos. Comprende la diversidad dentro de cada especie, así como entre las especies y los ecosistemas de los que forma parte.

Ecosistema: complejo dinámico de comunidades de plantas, animales, hongos y microorganismos y su medio físico, interactuando como una unidad funcional.

Especie cultivada: especie seleccionada por el ser humano para reproducirla voluntariamente.

Restauración de la diversidad biológica: Toda actividad dirigida a recuperar las características estructurales y funcionales de la diversidad original de un área determinada, con fines de conservación.

Artículo 53.- Restauración, recuperación y rehabilitación: La restauración, recuperación y rehabilitación de los ecosistemas, las especies y los servicios ambientales que brindan, deben ser fomentados por el Ministerio del Ambiente y Energía y los demás entes públicos, mediante planes y medidas que contemplen un sistema de incentivos, de acuerdo con esta ley y otras pertinentes.

9. Ley para la Gestión Integral de Residuos N°8839



Artículo 6. Definiciones

Gestión integral de residuos: conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta la disposición final.

Residuo: es un material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados.

Residuos de manejo especial: son aquellos que, por su composición, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje, formas de uso o valor de recuperación, o por una combinación de esos, implican riesgos significativos a la salud y degradación sistemática de la calidad del ecosistema, por lo que requieren salir de la corriente normal de residuos ordinarios.

Artículo 50- Prevención de la contaminación. Los generadores de residuos de cualquier tipo y los gestores tienen la responsabilidad de manejarlos en forma tal que no contaminen los suelos, los subsuelos, el agua, el aire y los ecosistemas y deberán manejar los residuos de manera ambientalmente sostenible, aplicando las mejores técnicas disponibles y prácticas ambientales disponibles en el país.

La selección, la construcción, la operación y el cierre técnico de instalaciones de disposición final de residuos deberá realizarse en forma tal que se prevenga la contaminación de los suelos, los subsuelos, el agua, el aire y los ecosistemas.

Para ello, las instalaciones de disposición final de residuos deberán contar con garantías financieras para asegurar que se contará con los recursos necesarios para prevenir la diseminación de contaminantes en el suelo, los subsuelos, el agua, el aire y los ecosistemas y, de ser necesario, realizar la remediación del sitio, si los niveles de contaminación en él representan un riesgo para la salud o el ambiente.

Artículo 54- Infracciones graves y sus sanciones

Se consideran infracciones graves y serán sancionadas hasta ocho veces la tarifa más alta del servicio de manejo de residuos de cada municipalidad, las siguientes:

- a) Disponer residuos ordinarios por vía de quema, enterramiento de residuos no orgánicos o abandono de residuos ordinarios en la vía pública, sistemas de alcantarillados, nacientes, cauces de agua y sus zonas de protección; así como en propiedad privada no autorizada para tales fines.

Artículo 61.- Disposición ilegal

Se impondrá la pena de prisión de dos a quince años a la persona que abandone, deposite o arroje en forma ilegal residuos peligrosos.



La pena podrá aumentarse en un tercio cuando se abandonen, depositen o arrojen residuos peligrosos en áreas de protección del recurso hídrico, áreas silvestres protegidas, la zona marítimo-terrestre, aguas marinas o continentales y los cuerpos de agua destinados al consumo humano.

La pena será de seis meses a cuatro años si lo que se abandona, deposita o arroja ilegalmente en estas áreas son otros tipos de residuos u otro tipo de sustancias o si estas conductas se realizan en bienes del Estado.

Metodología para la delimitación digital de las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos

En 2021, el INVU con el apoyo de PNUD/GEF/MINAE desarrolló una metodología para delimitar las áreas de protección con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones de la Contraloría General de la República en el informe DFOE-AE-IF-14-2014 Informe de la Auditoría de carácter especial acerca del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Ley Forestal N°7575 para el resguardo de las áreas de protección de los ríos ubicados en la Gran Área Metropolitana, que ordena: "Establecer e implementar acciones que permitan la precisión de los alineamientos que emite de la Dirección de Urbanismo, relativos a las áreas de protección de los ríos. Estas acciones incluirán la actualización de la cartografía y las capacidades tecnológicas que brinden mayor eficacia y eficiencia al ejercicio de las competencias otorgadas al Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo en el artículo 34 de la Ley Forestal, y reiteradas en el dictamen C-042-99 de la Procuraduría General de la República".

En 2023, el INVU con apoyo del Proyecto TEVU-OET-PNUD, elaboró una Guía metodológica, que actualiza la metodología del 2021. Se encuentra pendiente de oficialización.

Protocolo para el otorgamiento de alineamientos de las áreas de protección según Ley Forestal N° 7575. Reglamento N° 6425 INVU, publicado en el Alcance N° 146 de La Gaceta N° 144 del 17 junio del 2020.

El objetivo de este protocolo, emitido por el INVU, es determinar un procedimiento claro y eficaz para otorgar el alineamiento de las áreas de protección en nacientes permanentes, ríos, quebradas, arroyos, lagos y embalses naturales y lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se aplica en todo el territorio nacional en predios públicos o privados, afectados por lo indicado en el artículo 33 de la Ley forestal N° 7575.

Indica los requisitos y documentos que debe presentar ante el INVU la persona interesada en obtener los debidos alineamientos, el proceso de reconsideración y casos en los que ameritará inspección de campo.

Nota: los siguientes formularios de campo y formatos de informe son una propuesta de la información mínima por registrar y/o reportar. Según el contexto se puede complementar con información adicional.

ANEXO 2. Formulario de campo para describir y/o caracterizar el área por rehabilitar y sus alrededores

Formulario de campo para describir y/o caracterizar el área por rehabilitar y sus alrededores.

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: _____ Hora de inicio: _____ Hora final: _____

Provincia: _____ Cantón: _____ Distrito: _____ Caserío: _____

Características de la propiedad: Estatal: _____ Municipal: _____ Territorio indígena: _____

Privado: _____ Arriendo: _____ Inder: _____ otro: _____ Dentro de Área Silvestre Protegida

(ASP): _____ Dentro de Corredor Biológico (CB): _____

De la persona propietaria (si aplica):

Nombre: _____ Número de Cédula: _____ Estado Civil: _____ Ocupación:

_____ Domicilio: _____ Teléfono: _____

CUERPO(S) DE AGUA

Tipo de cuerpo de agua⁵: Río _____ Quebrada/arroyo: _____ Naciente captada: _____ Naciente no captada:

Número de dictamen emitido por la Dirección de Agua (DA): _____

Nombre del cuerpo de agua: _____

Coordenadas de referencia (Sistema de referencia oficial vigente): Latitud: _____ Longitud: _____

Uso(s) principal(es) (se pueden marcar varios)⁶: Consumo humano: _____ agropecuario: _____

agroindustrial: _____ comercial _____ Turístico: _____ Industrial: _____ Sistema de riego: _____

otro: _____

5. Si se requiere se puede solicitar el dictamen sobre cuerpos de agua a la Dirección de Agua del MINAE.

6. Manual técnico de dotaciones de agua.



Características y ubicación del cuerpo de agua (ríos, quebradas, arroyos y nacientes)

Nombre y tipo del cuerpo de agua	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de foto	Estado del cuerpo de agua (indicar y describir características del cuerpo de agua, por ejemplo: color, olor, presencia de residuos sólidos, presencia de peces muertos, entre otros)
CA-001			
CA-002			
CA-003			
CA-004			

Vías de acceso:

- Red de caminos actuales _____

Ubicación aproximada en el plano de la finca (Croquis: indicar ubicación de cuerpos de agua; área por rehabilitar, caminos, accesos, infraestructura, entre otros).

Cobertura y uso de la tierra del sitio por rehabilitar

Cobertura y uso de la tierra	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de foto
Tierras edificadas /construidas (Te). Incluye árboles o cobertura arbórea natural menor a 2ha y plantada menor a 1ha.		
Tierras agrícolas (Ta) incluye cultivos (anuales, perennes, con árboles remanentes o plantados-SAF), barbechos, cobertura arbórea natural menor a 2ha y plantada menor a 1ha		
Tierras pecuarias (TP) incluye pastos con árboles remanentes o plantados (sistemas silvopastoriles), cobertura arbórea natural menor a 2ha y plantada menor a 1ha.		
Tierras cobertura forestal (CF) natural $\geq 2ha$		
Yolillal (Y)		
Humedales arbóreos (HA) de agua dulce y salada (manglar)		
Vegetación herbácea y arbustiva natural (VH). Tierras cubiertas por vegetación natural de porte bajo (~2-3m) con presencia de herbáceas, arbustos, bambúes y árboles en diferentes estados de sucesión natural (p. ej. páramo, sabanas naturales, charral, tacotal).		
Plantación forestal (PF) (área $\geq 1ha$)		
Cuerpos de agua (CA) /espejo de agua (ríos, lagos, embalses, estuarios y similares)		
Tierras no gestionadas sin cobertura vegetal (SCF)		



Cobertura y uso de la tierra del sitio de los alrededores al sitio por rehabilitar

Cobertura y uso de la tierra	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de foto
Tierras edificadas /construidas (Te). Incluye árboles o cobertura arbórea natural menor a 2ha y plantada menor a 1ha.		
Tierras agrícolas (Ta) incluye cultivos (anuales, perennes, con árboles remanentes o plantados-SAF), barbechos, cobertura arbórea natural menor a 2ha y plantada menor a 1ha *Indicar el cultivo		
Tierras pecuarias (TP) incluye pastos con árboles remanentes o plantados (sistemas silvopastoriles), cobertura arbórea natural menor a 2ha y plantada menor a 1ha.		
Tierras cobertura forestal (CF) natural $\geq 2ha$		
Humedales arbóreos (HA) de agua dulce y salada (manglar)		
Yolillal (Y)		
Vegetación herbácea y arbustiva natural (VH). Tierras cubiertas por vegetación natural de porte bajo (~2-3m) con presencia de herbáceas, arbustos, bambúes y árboles en diferentes estados de sucesión natural (p. ej. páramo, sabanas naturales, charral, tacotal).		
Plantación forestal (PF) (área $\geq 1ha$)		
Cuerpos de agua (CA) /espejo de agua (ríos, lagos, embalses, estuarios y similares)		
Tierras no gestionadas sin cobertura vegetal (SCF)		

Información complementaria sobre el sitio por rehabilitar y alrededores

Información	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de foto	Observaciones
SITIO POR REHABILITAR			
Hay evidencia de quemaduras o incendios forestales (IF)			
Evaluación riesgo de incendio forestal: (sin riesgo, mediano, alto riesgo) (RIF)			
Hay evidencia de invasión de tierras dentro de áreas de bosque (Inv)			
Hay evidencia de aprovechamiento de productos maderables dentro del área de bosque (Aprov)			
Prevención de merodeadores en la zona, que puedan afectar el proceso de rehabilitación (con frecuencia, ocasionalmente, nunca) (PM)			
Otros			
ALREDEDORES DEL SITIO POR REHABILITAR			
Hay evidencia de quemaduras o incendios forestales (IF)			
Evaluación riesgo de incendio forestal: (sin riesgo, mediano, alto riesgo) (RIF)			
Hay evidencia de invasión de tierras dentro de áreas de bosque (Inv)			
Hay evidencia de aprovechamiento de productos maderables dentro del área de bosque (Aprov)			
Prevención de merodeadores en la zona, que puedan afectar el proceso de rehabilitación (con frecuencia, ocasionalmente, nunca) (PM)			
Otros			



Condición del área de protección por rehabilitar.

Describir la condición del área de protección por rehabilitar

Condición del terreno ⁷	Descripción (indicar especies presentes, tamaños aproximados, presencia de residuos, escombros, tala, movimiento de suelo, entre otros)	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de foto

TEXTURA DEL SUELO DEL ÁREA DE PROTECCIÓN

Marque con "X" el tipo de textura de suelo del predominante en el área de protección.

Grupo textural	Texturas que incluyen	Comentarios	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de foto
Suelos pesados y muy pesados (P)	Arcillosos (más del 40% de arcilla), arcillo-limosos y arcillo-arenosos			
Suelo moderadamente pesado y mediano (MP)	Franco arcillo-limoso, franco-arcilloso y franco arcillo-arenoso, franco limoso, franco, franco arenoso fino			
Moderadamente liviano, liviano y muy liviano (L)	Franco arenoso, arenoso y arenoso grueso			

7. Ver descripción en cuadro 1 de la Guía. Las condiciones indicadas en dicho cuadro son: i) aterrado suelto, ii) herbáceas, iii) charral y/o tacotal, iv) afectado por eventos naturales, v) presencia de construcciones, edificaciones y/o tala ilegal, vi) pastos sin árboles, vii) presencia de cultivos y ix) afectado por incendio forestal.

1. Pendiente predominante del área de protección

Categoría de pendiente	Porcentaje (%)	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de Foto
Plano o casi plano (P)	0 a 3%		
Ligeramente ondulado (LO)	3 a 8%		
Moderadamente ondulado (MO)	9 a 15%		
Ondulado (O)	16 a 30 %		
Fuertemente ondulado (FO)	31 a 55%		
Escarpado (E)	56 a 75%		
Fuertemente escarpado (FE)	Más de 75%		

2. Erosión del área de protección

Marque con "X" el tipo de erosión que predomina en el área de protección.

Categoría	Descripción	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de Foto
Nula (N)	Sin evidencias de erosión		
Ligera o leve (Erosión laminar o en surcos ligera) (L)	Los suelos presentan pocos canalículos de escasos centímetros de profundidad después de las lluvias, la presencia de pedestales de poca altura (menores a 3 cm) puede ser un índice de erosión leve, lo mismo que muestras leves de pisoteo de ganado en pastos.		
Moderada (Erosión laminar o en surcos poco profundos) (M)	Se observan evidencias de erosión a través de la presencia generalizada durante todo el ciclo del cultivo, de canalículos y surcos pocos profundos, o pedestales altos (3 a 5 cm).		
Severa (Erosión laminar, en surcos profundos, o cárcavas incipientes) (S)	Se observa la presencia de abundantes surcos, aún después de la labranza, de canalículos y surcos profundos durante todo el ciclo del cultivo, y la presencia de trillos profundos sin vegetación y pequeños deslizamientos en laderas, con macollas de pasto sobre pedestales de suelo (5 a 10 cm); así como los efectos de las aguas mal encausadas, provenientes de obras de infraestructura vial.		
Muy severa (MS)	Se presentan cárcavas profundas y densas. Los suelos están prácticamente destruidos o son fuertemente truncados. En esta categoría se incluyen los deslizamientos y remoción en masa.		



Drenaje del área de protección

Categoría	Descripción	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de Foto
Excesivo (E)	El agua se elimina del suelo rápidamente, ya sea porque posee texturas gruesas; o pendientes onduladas o mayores asociadas a texturas finas.		
Bueno (B)	El agua se elimina del suelo con facilidad. Los suelos planos bien drenados tienen comúnmente texturas medias; sin embargo, suelos con texturas finas, con buena estructura, en pendientes hasta moderadamente onduladas, pueden incluirse dentro de esta clase. Además, no debe poseer características redoximórficas dentro de los primeros 90 cm de profundidad.		
Nulo (N)	El agua permanece sobre la superficie del suelo la mayor parte del año (más de 9 meses al año) Estos suelos presentan hidromorfismo o gleyzación a través de todo el perfil.		

Riesgo de inundación del área de protección

Categoría	Descripción	Identificador de referencia de la coordenada (sistema de referencia oficial vigente)	Id de Foto
Nulo (N)	Los suelos no presentan ningún riesgo de sufrir inundaciones.		
Leve (L)	Se presentan en forma ocasional y por lo general en años excepcionalmente lluviosos, sin embargo, su permanencia no es mayor de una semana.		
Moderado (M)	Las inundaciones por lo general ocurren todos los años, pero su permanencia es inferior a dos semanas.		
Severo (S)	Las inundaciones ocurren varias veces al año y permanecen por períodos cortos (menos de dos semanas)		
Muy severo (SM)	Las inundaciones ocurren varias veces al año y por períodos mayores a dos semanas.		

ANEXO 3. Formato de informe de visita al sitio por rehabilitar.

I. Información general:

Fecha de visita al sitio: _____
 Nombre de las personas que realizaron la visita al sitio: _____

Ubicación

- Provincia _____
- Cantón _____
- Distrito _____
- Caserío _____
- Nombre de la cuenca hidrográfica _____
- Nombre del corredor biológico (si aplica) _____

Tipo de propiedad

Indicar si la propiedad es estatal, municipal, territorio indígena, privado, arriendo, inder) y si está dentro o fuera de un área silvestre protegida.

Datos de la persona propietaria (si aplica):

Nombre de la persona propietaria _____ Cédula (física o jurídica) _____
 Teléfono: _____

II. Antecedentes

• Explicar de dónde surge la iniciativa (solicitud expresa de un grupo organizado, medidas de recuperación ambiental, sentencia, conciliación, criterio técnico de algún funcionario(a), proyecto de cooperación, resultado de investigación, herramientas de priorización, entre otros)

• ¿Quién solicitó la inspección? Explicar si la rehabilitación se hará en el marco de un proyecto (indicar nombre del proyecto), nombre del cooperante o institución de contrapartida, periodo de ejecución del proyecto, fuente de financiamiento, entre otros.

• Mencionar los actores involucrados (esto puede incluir instituciones, ONG, grupos de voluntarios, Municipalidad, entre otros)

III. Evaluación del sitio por rehabilitar

En esta sección se detalla lo observado en campo y que fue anotado en el formulario #1; esto se complementa con información disponible en sitios oficiales o con información brindada por las instituciones involucradas, por ejemplo, las municipalidades. Si es posible puede consultar imágenes satelitales disponibles en Planet, Google Earth y ortofotos del Sistema de Información Territorial (SNIT).

Ubicación del sitio y vías de acceso

Describir las vías de acceso para llegar al sitio y dentro del sitio (tipo de camino, estado del camino, entre otros).



Cobertura y uso de la tierra:

Describir detalladamente la cobertura y uso de la tierra actual del sitio a rehabilitar y los alrededores (incluir fotografías tomadas en campo el día de la inspección). Utilizar coberturas indicadas en el Anexo 2.

Cuadro. Cobertura y uso actual de la tierra.

Cobertura y uso	Descripción (detallar lo observado en campo)	Fotografía geoetiquetada

Textura del suelo y otras condiciones

(Describir ampliamente las características del suelo como la textura, y otras características del terreno como pendiente, pedregosidad, erosión, drenaje y riesgo de inundación del terreno donde se llevaría a cabo la rehabilitación). Complementar la información con fotografías tomadas en campo y mapas con los puntos de gps tomados en campo.

Cuadro. Resumen de las condiciones del suelo del sitio por rehabilitar.

Aspecto para evaluar	Condición (describir)	Fotografía geoetiquetada
Textura		
Pendiente		
Pedregosidad		
Erosión		
Drenaje		
Riesgo de inundación		

Cuerpo de agua

Describir lo visto en campo, con respecto al estado (vegetación, presencia de residuos, entre otros) y el uso del cuerpo de agua (consumo humano, agropecuario, agroindustrial, comercial, turístico, riego, otro). Incluir información disponible en el SNIT, en el nodo de la Dirección de Agua, en el cual se incluye información de dictamen de cuerpo de agua, concesiones, vertidos, entre otros.

Cuadro. Nombre y ubicación geográfica del cuerpo de agua.

Nombre del cuerpo de agua		Fotografías geoetiquetadas
Latitud*	Longitud*	

*Utilizar sistema de referencia oficial vigente.

Condición del Área de protección (art 33, Ley Forestal) por rehabilitar

Describir detalladamente el estado actual del AP (Incluir imágenes satelitales, polígonos en formato vectorial, mapas de ubicación de elementos encontrados en campo que permitan describir el estado actual del AP)

Otras características del terreno

(Describir lo encontrado en campo con respecto a quemas, o riesgo de incendios, invasión de tierras, aprovechamiento forestal y otros tipos de riesgos a considerar) y cualquier información que pueda ser un insumo para el plan de rehabilitación.

IV. Evaluación de los alrededores

Describir las vías de acceso, poblados, infraestructura cercana a la propiedad o al sitio por rehabilitar

V. Mapa del sitio por rehabilitar y alrededores

El mapa debe incluir al menos los siguientes elementos: título, norte, simbología, escala (numérica, barra), ubicación, fecha, sistema de proyección. Se sugiera utilizar el sistema de referencia oficial vigente. Mostrar en el mapa el polígono del área por rehabilitar y los alrededores.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Con base en lo visto y analizado previamente recomendar técnicamente que procede.



VII. Anexos

Anexo I. Coberturas y uso de la tierra del área por rehabilitar y alrededores.

Cobertura y uso de la tierra	Latitud	Longitud	Fotografía geoetiquetada
Tierras edificadas (TE) /construidas. Incluye árboles o cobertura arbórea natural menor a 2ha y plantada menor a 1ha.			
Tierras agrícolas (TA) incluye cultivos (anuales, perennes, con árboles remanentes o plantados-SAF), barbechos, cobertura arbórea natural menor a 2ha y plantada menor a 1ha *Indicar el cultivo			
Tierras pecuarias (TP) incluye pastos con árboles remanentes o plantados (sistemas silvopastoriles), cobertura arbórea natural menor a 2ha y plantada menor a 1ha.			
Tierras cobertura forestal (CF) natural ≥ 2 ha			
Humedales arbóreos (HA) de agua dulce y salada (manglar)			
Humedales de palma (Yolillo)			
Vegetación herbácea y arbustiva natural. Tierras cubiertas por vegetación natural de porte bajo (~2-3m) con presencia de herbáceas, arbustos, bambúes y árboles en diferentes estados de sucesión natural (p. ej. páramo, sabanas naturales, charral, tacotal).			
Plantación forestal (PF) (área ≥ 1 ha)			
Cuerpos de agua (CA) /espejo de agua (ríos, lagos, embalses, estuarios y similares)			
Tierras no gestionadas sin cobertura vegetal (SCF)			

Anexo II. Datos de campo

Incluir datos de campo, fotos o cualquier información que permita ampliar o detallar lo indicado en el informe.

# consecutivo	Latitud*	Longitud*	Comentario
1			
2			
3			
4			
5			
...			

*Utilizar sistema de referencia oficial vigente.

ANEXO 4. Formato de plan de rehabilitación.

1. Contexto

Breve resumen el proceso que indique de donde surge la iniciativa de realizar la rehabilitación; los principales hallazgos identificados en la visita previa al sitio.

2. Ubicación administrativa del sitio

Provincia, cantón, distrito, caserío
Coordenadas de referencia del sitio por rehabilitar.

3. Ubicación del sitio donde se desarrollará la rehabilitación

Breve descripción del sitio.
Mapa de ubicación que visibilice el contexto (calles, caseríos, uso del suelo, entre otros). El mapa debe visibilizar el polígono que se someterá al proceso de rehabilitación.

4. Condición actual del terreno

Describir las condiciones actuales del terreno y las labores de preparación del terreno que se realizarán para abordar la condición y que el terreno esté listo. Se sugiere incluir fotografías geoetiquetadas que visibilicen el sitio. Indicar el área por rehabilitar.

5. Objetivo de la rehabilitación

Describir de forma clara y concisa el objetivo que se espera alcanzar con la rehabilitación del área de protección. Los objetivos expresan de forma clara, concisa y realista el resultado que se desea alcanzar.

6. Acciones previas a la rehabilitación

Explicar las acciones previas necesarias a aplicar en el sitio por rehabilitar.

7. Técnicas de rehabilitación

Explicar la técnica o combinación de técnicas de rehabilitación elegida y las acciones que involucra la aplicación de dicha técnica.

Si la técnica elegida es liberar el sitio, se sugiere explicar que cómo se hará y la planificación correspondiente.
Si entre las técnicas elegidas esta la incorporación de especies se sugiere incluir al menos la siguiente información.



7.1 Descripción de las especies a utilizar para la rehabilitación (si se incorporaran especies)

Identificar las especies que se utilizarán para la rehabilitación e indicar los criterios que justifiquen su escogencia.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Criterio de selección

Usos: Alimento para mamíferos (AM), Alimento para aves (AA); protección de cuerpos de agua (PCA); sombra (S), restauración y rehabilitación forestal (RR), soporte de suelo (SS), cortina rompeviento (CR), Frutal (Fr); floración vistosa (FV), ornamental (O), cerca viva (CV),

7.2 Distribución de los árboles en el terreno

Indicar y explicar la distribución de plantas que se utilizará en campo. Considerando el área por rehabilitar, indicar la cantidad requerida de plantas a adquirir.

7.3 Fecha de plantación

Indicar las fechas de plantación y el motivo de selección de dicha fecha.

7.4 Insumos requeridos

Presentar un listado de los insumos requeridos para la preparación del terreno y la siembra. Además, indicar la fuente de financiamiento.

7.5 Involucramiento de actores

Indicar y describir los actores involucrados en el proceso o la estrategia para propiciar el involucramiento de actores locales.

8. Cronograma

9. Presupuesto

10. Indicadores para el monitoreo y la evaluación

Proponer indicadores y la frecuencia con que serán medidos. Los indicadores responden el objetivo de la rehabilitación.

11. Conclusiones y recomendaciones

Recomendaciones generales para el informe

Para entender mejor el contexto incluir recursos visuales como fotografías geoetiquetadas y mapas.

ANEXO 5. Formato de informe de la fase de ejecución (fase de ejecución).

Informe de fase de la fase de ejecución.

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: _____ Hora de inicio: _____ Hora final: _____
Provincia: _____ Cantón: _____ Distrito: _____ Caserío: _____
Responsables: _____

Descripción de las actividades realizadas en campo según lo planificado en el plan de rehabilitación

Aspectos para evaluar o realizar en campo	Comentario
Preparación del terreno Indique las actividades que se realizaron y si se pudieron realizar todas las actividades planeadas.	
Árboles	
Cantidad de árboles plantados	
Distribución de los árboles plantados	
Actores	
Cantidad de personas que participaron	Hombres: Mujeres:
Nombres de las instituciones que participaron	
Rangos de edades de las personas participantes	
Entorno	
Contaminación evidente del agua (olor, color del agua)	
Presencia de residuos o agentes contaminantes (sólidos o líquidos)	
Fauna	
Presencia de fauna o indicadores de presencia de fauna	

Descripción de los inconvenientes encontrados en campo y ¿cómo fueron solucionados/abordados en campo?
Fotos/Mapa/croquis
Recomendaciones



Anexos

Anexo 1. Coordenadas de referencia de elementos encontrados en campo durante la fase de ejecución del plan de rehabilitación.

Latitud*	Longitud*	Descripción	Foto

*Utilizar sistema de referencia oficial vigente.

ANEXO 6. Formulario de campo para visita de mantenimiento (fase de mantenimiento)

Formulario de campo para visita de mantenimiento.

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: _____ Hora de inicio: _____ Hora final: _____
 Provincia: _____ Cantón: _____ Distrito: _____ Caserío: _____
 Responsables: _____

Actividades en campo

Aspectos para evaluar o realizar en campo	Comentario
Árboles	
Estado fitosanitario de las plantas (indicar el sector o Id de coodenada de referencia de los árboles afectados)	
Mortalidad de individuos	
Estado de las plantas (coloración, vigorosidad, entre otros)	
¿Es necesaria la re-siembra?	
¿Es necesaria la poda sanitaria?	
Entorno	
Presencia de posibles amenazas o algún tipo de invasión	
Presencia de residuos sólidos	

Estado de los caminos de acceso	
Estado de las rondas cortafuegos	
Cuerpo de agua	
Contaminación evidente del agua (olor, color del agua)	
Presencia de residuos o agentes contaminantes (sólidos o líquido)	
Fauna	
Presencia de fauna o indicadores de presencia de fauna	

Recomendaciones (según las situaciones encontradas en campo brinde recomendaciones para abordarlas)

Anexos.

Fotografías geoetiquetadas.

Coordenadas de referencia		Descripción	Foto
Latitud*	Longitud*		

*Utilizar sistema de referencia oficial vigente.



ANEXO 7. Formulario de campo para visita de seguimiento (fase de monitoreo y evaluación)

Formulario de campo para visita de seguimiento

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: _____ Hora de inicio: _____ Hora final: _____
 Provincia: _____ Cantón: _____ Distrito: _____ Caserío: _____
 Responsables: _____

Actividades en campo

*En esta fase se monitorean y evalúan los indicadores definidos en el plan de rehabilitación. Adicionalmente, se sugieren algunos elementos a evaluar en campo.

Aspectos para evaluar en el área de protección	Comentario
Árboles	
Estado fitosanitario de las plantas (indicar el sector o ubicación (latitud/longitud) de los árboles afectados)	
Mortalidad de individuos	
Estado de las plantas (coloración, vigorosidad, entre otros)	
Se observa presencia de regeneración natural	
Daños mecánicos de los árboles	
Entorno	
Presencia de posibles amenazas o algún tipo de invasión	
Presencia de residuos sólidos	
Estado de los caminos de acceso	
Estado de las rondas cortafuegos	
Cuerpo de agua	
Contaminación evidente del agua (olor, color del agua)	
Presencia de residuos o agentes contaminantes (sólidos o líquidos)	
Fauna	
Presencia de fauna o indicadores de presencia de fauna	

ANEXO 8. Formato de informe de visita de seguimiento (Fase de monitoreo y evaluación)

Introducción

Breve descripción del contexto y la necesidad de rehabilitación

Objetivo de la rehabilitación

Datos generales

Ubicación geográfica (provincia, cantón, distrito, caserío)
 Nombre del cuerpo de agua

Desarrollo

Acciones que se han ejecutado y las actividades que se han realizado (senderos, rondas, preparación del terreno, entre otros).

Análisis

Se sugieren algunas preguntas orientadoras para guiar el análisis.

- ¿Las acciones realizadas en todas las etapas fueron las correctas? (¿cuáles sí? ¿cuáles no? ¿por qué?)
- ¿Qué aspectos de cada una de las etapas cambiaría? Indicar ¿cuáles? ¿por qué?
- ¿Cuál es la mortalidad por especie? ¿Qué factores considera que influyeron en el dato? ¿el comportamiento de la mortalidad es similar para todas las especies?
- ¿Cómo considera que es el avance de la rehabilitación hacia el cumplimiento del objetivo planteado?

Recomendaciones

¿Qué acciones sugiere para mejorar o re-direccionar el estado de avance de la rehabilitación para encaminar el proceso hacia el objetivo planteado?

Lecciones aprendidas



Foto por: Jorge Fallas Gamboa

Con apoyo de:

