



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

Canada



**FOREST
TRENDS**

GUÍAS PARA ELABORAR ESTUDIOS DEFINITIVOS
DE INFRAESTRUCTURA NATURAL (IN)
CON ENFOQUE DE GESTIÓN DEL RIESGO
DE DESASTRES (GRD)

Plan de operaciones y mantenimiento



**Infraestructura
Natural**

para la Seguridad Hídrica



**Imperial College
London**

Autores

Juan Antonio Guerrero Barrantes¹, Zoila Yéssica Armas Benites², Alex Roger Zambrano Ramírez², Abel Aucasime Orihuela² y Claudia Lebel Castillo²

Colaboradores

Maribel Giovanna Artica Gamarra¹, Gilmer Rubén Girón Morales¹, Carla Mónica Zuñiga Loayza¹, Godofredo Mamani Mamani¹, Lucio Leonardo Santi Morales¹ y Víctor Raúl Cornejo Badillo¹

Supervisión editorial

Gabriel Rojas Guillén²

Cuidado de edición



Diseño y diagramación

Roger Ramirez Miranda

Corrección de estilo

Antonio Luya Cierto

Foto de portada

Jesús Jhovany Mamani Velásquez

Forest Trends Association

RUC: 20603007396

Calle Los Ángeles 395, Miraflores

Lima, Perú

Desarrollo de contenidos: abril del 2022 a marzo del 2023

1ra edición: julio del 2024

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.º 2025-00605

Afiliaciones

¹ Experto temático

² Forest Trends, Washington D. C. - Estados Unidos

Agradecimientos

Agradecemos la valiosa revisión de quienes ayudaron con sus aportes o gestión:

Fernando Momiy², Gena Gammie² y Fernando León².

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Gobierno de Canadá. Los puntos de vista/opiniones de esta publicación son responsabilidad de Forest Trends y no reflejan necesariamente los de USAID, los del Gobierno de los Estados Unidos y el Gobierno de Canadá.





Siglas y acrónimos

AGRORURAL	Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural
ANP	Área natural protegida
ARCC	Autoridad para la Reconstrucción con Cambios
ARFFS	Autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre
CONDESAN	Consortio para el Desarrollo de la Ecorregión Andina
GRD	Gestión del riesgo de desastres
IN	Infraestructura natural
NIWS	Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica
MIDAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
OSINFOR	Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre
O&M	Operación y mantenimiento
RCC	Reconstrucción con Cambios
SEIA	Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
SERRN	Servicio Ecosistémico de Regulación de Riegos Naturales
SNIFFS	Sistema Nacional de Información Forestal y de Fauna Silvestre
SPDA	Sociedad Peruana de Derecho Ambiental
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
ZEE	Zonificación Ecológica y Económica
ZF	Zonificación forestal

Índice

Presentación

1. Consideraciones generales
 - 1.1. Objetivo
 - 1.2. Alcance
 - 1.3. Marco conceptual
 - 1.4. Medidas de IN para el SERRN
2. Orientaciones para el diseño de acciones de operación y mantenimiento de las inversiones en IN
 - 2.1. Reforestación con especies nativas
 - 2.1.1. Podas de mantenimiento
 - 2.1.2. Fertilización de mantenimiento
 - 2.1.3. Control fitosanitario de plagas y enfermedades
 - 2.1.4. Instalación de cercos o mallas ganaderas
 - 2.1.5. Recalce de plantas muertas o de muy pobre crecimiento (trabajos correctivos)
 - 2.2. Revegetación de pasturas con especies nativas
 - 2.2.1. Mantenimiento de los cercos con mallas ganaderas en áreas de clausura de praderas
 - 2.2.2. Mantenimiento de las zanjas de infiltración en las áreas de clausura de pastizales
 - 2.3. Control de cárcavas
 - 2.4. Diques para control de cárcavas
 - 2.5. Recuperación de andenes
 - 2.6. Terrazas de formación lenta
 - 2.7. Zanjas de infiltración
 - 2.8. Barreras vivas
 - 2.9. Implementación de sistemas forestales para uso sostenible
 - 2.10. Implementación de sistemas de pasturas para uso sostenible

Índice de figuras

Figura 1. Cadena de valor de las intervenciones en el SERRN

Figura 2. Secuencia lógica para el marco conceptual de un proyecto de inversión que busca recuperar el SERRN

Figura 3. Medidas de infraestructura natural por tipo de factor de producción

Figura 4. Marcación de árboles para raleo

Figura 5. Aplicación de los fertilizantes en la proyección de la copa este-oeste (primera campaña)

Figura 6. Aplicación de los fertilizantes en la proyección de la copa norte-sur (segunda campaña de fertilización)

Figura 7. Diseño de zanja de sección trapezoidal, el suelo extraído se coloca en la parte del talud inferior

Figura 8. Zanjas de infiltración en Chile, restauración de áreas degradadas

Figura 9. Zanjas de infiltración limpias, con buen mantenimiento para revegetación de áreas con pastos naturales en la microcuenca Shullcas

Índice de Tabla

Tabla 1. Personal para los trabajos de poda de mantenimiento (brigada forestal)

Tabla 2. Costo mano de obra para poda de mantenimiento (brigada forestal)

Tabla 3. Costo de herramientas, equipos e insumos para la poda de mantenimiento

Tabla 4. Personal para la fertilización de mantenimiento (brigada forestal)

Tabla 5. Costo de mano de obra para fertilización de mantenimiento (por hectárea)

Tabla 6. Costo de herramientas, equipos e insumos para la fertilización de mantenimiento

Tabla 7. Unidades y rendimiento para las acciones de fertilización de mantenimiento

Tabla 8. Evaluación de plagas en árboles de aliso, colle, tara, cerezo y queñuales en Cusco y el valle del Mantaro

Tabla 9. Personal para los trabajos de control fitosanitario

Tabla 10. Costo de mano de obra para control de plagas y enfermedades (brigada forestal)

Tabla 11. Costo de herramientas, equipos e insumos para el control de plagas y enfermedades (para 12 ha)

Tabla 12. Personal idóneo para los trabajos de instalación y mantenimiento de cercos con malla ganadera

Tabla 13. Costo de mano de obra para la instalación de malla ganadera para proteger una plantación forestal de protección (1 ha)

Tabla 14. Tasa de avance diario para cercado de pastos nativos (referencial)

Tabla 15. Costo de herramientas, equipos e insumos para la instalación de malla ganadera para proteger una plantación forestal de protección (1 ha)

Tabla 16. Personal para realizar el recalce en actividades de mantenimiento

Tabla 17. Costo de mano de obra para recalce de plantones para mejorar plantaciones forestales de protección (por ha)

Tabla 18. Costo de herramientas, equipos e insumos para la fertilización de mantenimiento y durante el recalce de las plantaciones forestales por hectárea

Tabla 19. Tamaño de plantón de especies forestales

Tabla 20. Unidades y rendimientos para las acciones de establecimiento

Tabla 21. Costo de mano de obra para limpieza de zanjas de infiltración en un área de clausura de pastizales (por ha)

Tabla 22. Costo de herramientas, equipos e insumos para limpieza de zanjas de infiltración en un área de clausura de pastizales (por ha)

Tabla 23. Costo de mano de obra para reforestar 100 árboles o arbustos/ha en el área adyacente y dentro de la cárcava

Tabla 24. Costo de herramientas, equipos e insumos para reforestar 100 árboles o arbustos/ha en el área adyacente y dentro de la cárcava

Tabla 25. Costo de mano de obra para operación y mantenimiento de diques de muro de piedra (longitud 8 m, altura 1 m)

Tabla 26. Costo de herramientas, equipos e insumos para operación y mantenimiento de diques de muro de piedra

Tabla 27. Costo mano de obra para acomodo de piedras en el muro del andén (1 m longitud, 1 m altura)

Tabla 28. Costo de herramientas, equipos e insumos para operación y mantenimiento de diques de muro de piedra

Tabla 29. Costo de mano de obra para mantenimiento e incremento de altura del muro de piedra en TFL (1 ha)

Tabla 30. Costo de herramientas, equipos e insumos para operación y mantenimiento de diques de muro de piedra

Tabla 31. Costo de mano de obra para mantenimiento de zanjas de infiltración (1 ha)

Tabla 32. Costos aproximados de herramientas, equipos e insumos para mantenimiento de zanjas de infiltración (1 ha)

Tabla 33. Costo de mano de obra para la poda de mantenimiento para sistemas forestales para uso sostenible (12 ha)

Tabla 34. Costos aproximados de herramientas, equipos e insumos para la poda de mantenimiento para sistemas forestales para uso sostenible

Presentación

Esta guía de operación y mantenimiento tiene como objetivo brindar orientaciones para el diseño de acciones de operación y mantenimiento de las medidas de infraestructura natural (IN) con enfoque de gestión del riesgo de desastres (IN-GRD) que se llevarán a cabo en las cuencas priorizadas por la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC). Esta será de especial utilidad durante la etapa de elaboración de los estudios definitivos de los proyectos de IN-GRD que plantean medidas de reforestación y/o revegetación, así como en aquellos orientados al control de erosión de suelos y estabilidad de laderas que consideran medidas asociadas a cobertura vegetal de manera complementaria. La propuesta de diseño planteada se enfoca en la prevención y la protección natural de los ecosistemas degradados mediante la reducción de los riesgos de movimientos de masa e inundación.

Este material es el resultado de un esfuerzo colaborativo en el que se involucraron a consultores, equipo técnico de Forest Trends y representantes de la ARCC para producir un documento de consenso. Se espera que el contenido sea de utilidad y pueda contribuir de forma efectiva a la operación y el mantenimiento de las medidas ejecutadas por los proyectos de IN-GRD a cargo de la Autoridad Nacional de Infraestructura (ANIN) en el marco del acuerdo de Gobierno a Gobierno entre el Perú y el Reino Unido.



I

Consideraciones generales

I.1. Objetivo

El objetivo de esta guía es proporcionar directrices que orienten el diseño de un plan de actividades para el mantenimiento de las medidas de infraestructura natural con enfoque de gestión de riesgo de desastres.

I.2. Alcance

Esta guía está dirigida a los especialistas técnicos de las entidades públicas y privadas que se encargan de gestionar proyectos de infraestructura natural como parte de los procesos de elaboración de estudios de preinversión y en el desarrollo de estudios definitivos de proyectos de inversión para la recuperación de servicios ecosistémicos de regulación de riesgos naturales.



1.3. Marco conceptual

Tomando como punto de partida la vinculación entre ecosistemas, GRD y cambio climático, se puede decir que se interviene en los ecosistemas para reducir su vulnerabilidad y la de las áreas susceptibles. Esto se hace en las zonas de origen a través de medidas de IN que, al ser a su vez medidas de adaptación, permiten recuperar la

resiliencia mediante el servicio ecosistémico que brinda. Finalmente, la recuperación del Servicio Ecosistémico de Regulación de Riesgos Naturales (SERRN) repercute en el incremento de la resiliencia y disminuye la exposición de las poblaciones y los medios de vida afectados por el impacto de los peligros de inundación y movimientos de masa.

Figura 1. Cadena de valor de las intervenciones en el SERRN



Fuente: Forest Trends

Según el marco normativo del Perú relacionado con la inversión pública, se puede intervenir en bienes o servicios públicos. Los servicios ecosistémicos son servicios públicos cuyas intervenciones se dan para poder recuperar la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios ecosistémicos. En ese contexto, el SERRN es uno de los servicios de regulación que forma parte del grupo de servicios ecosistémicos que se encuentran normados por la Ley n.º 30215, en la que se definen las intervenciones con inversiones.

Las inversiones públicas deben identificar a la unidad productora de los servicios ecosistémicos, que en el caso del SERRN son los ecosistemas en áreas susceptibles a peligros de inundación y movimientos de masa. La identificación del tipo de peligro que se aborda permite determinar los factores de producción. Los factores de producción del servicio son aquellos elementos indispensables que deben estar en

óptimas condiciones para que la unidad productora pueda brindar los servicios ecosistémicos que van a ser recibidos por la población y medios de vida afectados. Han sido identificados tres factores de producción:

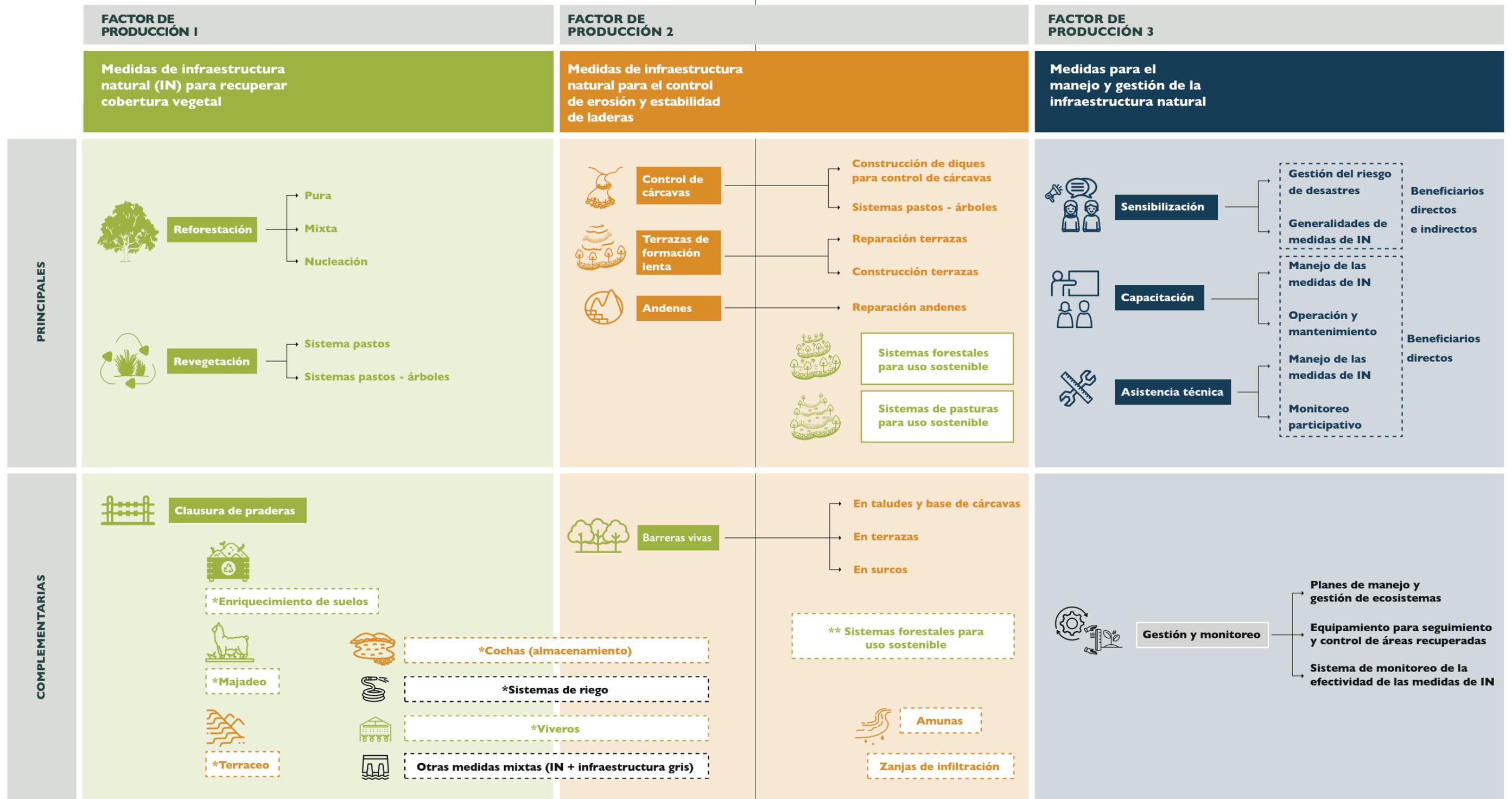
- Cobertura vegetal.
- Control de erosión y estabilidad de laderas.
- Manejo y gestión del territorio.

Estos tres elementos, denominados factores de producción, deben ser diagnosticados para determinar el nivel de afectación del ecosistema y su estado actual, a fin de identificar el problema y plantear las alternativas de solución que permitan recuperar su capacidad de proveer el SERRN. Este proceso es fundamental para el planteamiento de los factores de producción. En el caso de estos proyectos, se ha logrado identificar los peligros de inundación y movimientos de masa, ambos de origen hidrometeorológico.



Foto: Joseph Everth Moreno Mandujano

Figura 3. Medidas de infraestructura natural por tipo de factor de producción



* Pueden ser medidas complementarias o actividades como parte del diseño de medidas principales dependiendo de las características específicas del proyecto.

** Pueden ser complementarias a las terrazas de formación lenta.

El proyecto NIWS ha elaborado guías metodológicas que desarrollan los criterios y procedimientos de diseño de cada una de las medidas relacionadas con cobertura vegetal y control de erosión y estabilidad de laderas. Asimismo,

para las medidas asociadas a gestión y manejo del ecosistema, se ha elaborado una guía que detalla los criterios para la elaboración del plan de fortalecimiento de capacidades con enfoque de género.



Foto: Forest Trends

Orientaciones para el diseño de acciones de operación y mantenimiento de las inversiones en IN

A continuación, se detallan las actividades de operación y mantenimiento para cada una de las medidas de IN ejecutadas:

2.1. Reforestación con especies nativas

La operación y el mantenimiento de la reforestación con especies nativas comprende las siguientes actividades:

- Podas de mantenimiento.
- Fertilización de mantenimiento.
- Control fitosanitario de plagas y enfermedades.
- Instalación de cercos o mallas ganaderas.
- Recalce de plantas muertas o de muy pobre crecimiento (trabajos correctivos).

2.1.1. Podas de mantenimiento

La poda de mantenimiento es un proceso que consiste en eliminar aquellas partes de los árboles forestales nativos

que estén secas, enfermas o con despuntes. Su finalidad es regular la adecuada circulación del aire y el balance de luz y sombra entre las especies reforestadas y también la vegetación natural que crecerá debajo (sotobosque). Esto es de gran importancia para que la medida cumpla el rol de proteger las tierras degradadas donde hay peligros de remoción en masa, principalmente cuando se instalan dos o más especies dentro de la plantación.

Periodo

Esta actividad se debe realizar después de la etapa de ejecución, cada dos años y durante los meses en que no llueve (mayo a octubre).

Tipo de personal

El personal idóneo para realizar la poda de mantenimiento de las plantaciones es como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Personal para los trabajos de poda de mantenimiento (brigada forestal)

Personal		Función
Técnico forestal		Organizar, supervisar y controlar (registros) las labores de campo llevadas a cabo por los obreros. Sus responsabilidades incluyen: - Organizar el grupo de trabajo y redistribuir el número de obreros de acuerdo con el avance. - Supervisar la calidad del trabajo de poda. - Controlar y llevar un registro diario del avance de las actividades, las horas de trabajo, el área de avance, número de obreros, especies podadas, entre otros elementos.
Peones	Chapeadores	Realizar la limpieza inicial del terreno.
	Marcadores	Marcar los árboles a podar.
	Distribuidores	Llevar y colocar los materiales y equipos para la poda.
	Acopiadores	Acopiar los restos de la poda.

Fuente: Forest Trends

Costo poda de mantenimiento de plantaciones forestales de árboles nativos.
A continuación, se muestra la estructura de costo para

Tabla 2. Costo mano de obra para poda de mantenimiento (brigada forestal)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Una brigada de poda mantenimiento (12 ha/día)				
Técnico forestal	Jornal	1	100	100
Peón	Jornal	6	85	510
Total				610

Fuente: Forest Trends

Tabla 3. Costo de herramientas, equipos e insumos para la poda de mantenimiento

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Tijera de podar	Unidad	6	30	180
Sierra de podar	Unidad	6	40	240
Machete	Unidad	3	15	45
Flete				
Combustible (gasolina)	Galón	20	25	500
Total				965

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

La poda de mantenimiento consiste en eliminar:

- Ramas muertas, secas, quebradas o enfermas.
- Rebrotos que salen de la base del árbol o del suelo.
- Ramas que se entrecruzan o se rozan.
- Ramas con riesgo de rotura (con un ángulo demasiado estrecho respecto al tronco).

Para la ejecución de esta actividad se emplean las siguientes técnicas:

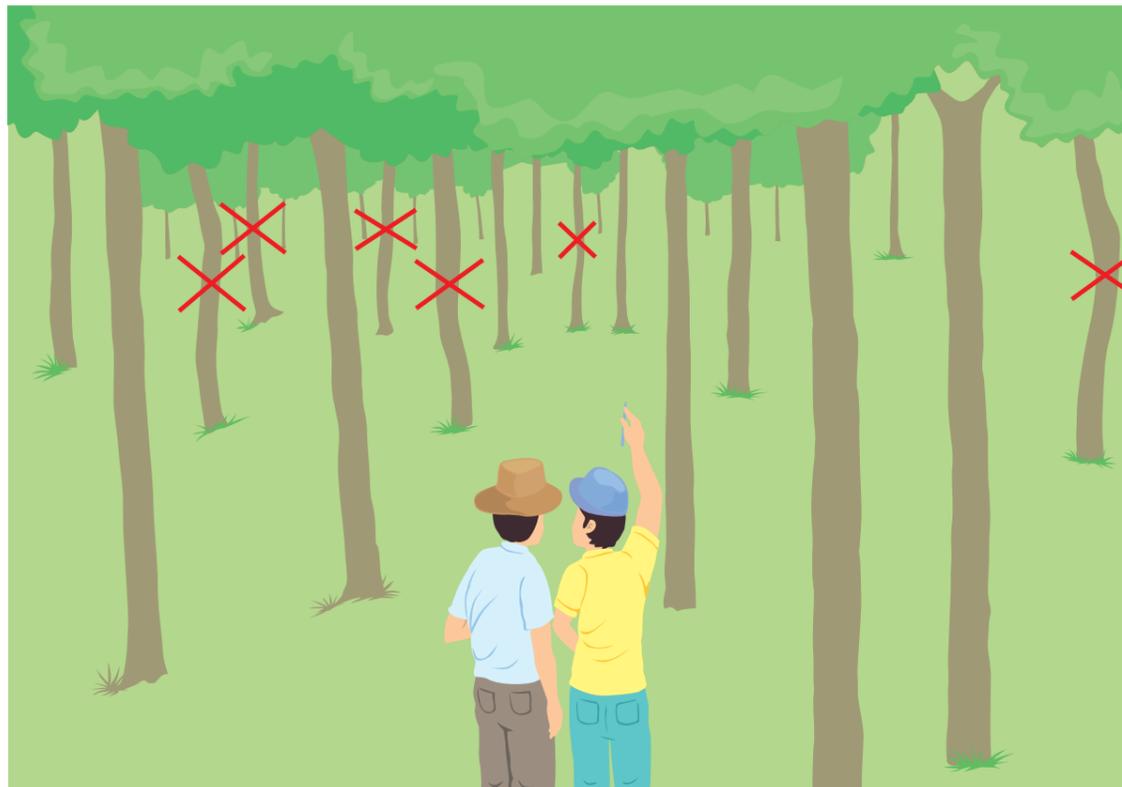
- Raleo de ramas.
- Poda sanitaria.
- Reducción de la copa.

Raleo de ramas

Se realiza con la finalidad de permitir el paso de luz y ventilación al interior o a las ramas más bajas (aclareo de ramas). Comprende las siguientes tareas:

- Inspeccionar los árboles forestales e identificar aquellos con ramas muy densas (enmarañadas) y que impiden el paso de la luz y la ventilación al interior y a las ramas más bajas.
- Seleccionar los árboles y hacer marcas en la corteza con un machete, siempre en un mismo sentido, para que puedan apreciarse desde un mismo ángulo y faciliten su ubicación.

Figura 4. Marcación de árboles para raleo



Fuente: Forest Trends.

iii) Identificar las ramas de los árboles seleccionados que deben ser cortadas.

iv) Cortar las ramas identificadas con una sierra o tijera de podar, cuidando que las ramas cortadas no caigan sobre otros árboles.

v) Seleccionar el material excedente (ramas, hojas, etc.). Si no tiene problemas sanitarios, se puede dejar debajo de los árboles para proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia y contribuir al incremento de la materia orgánica del suelo. El material restante puede ser quemado en el lugar o destinado para leña.

vi) Limpiar la zona y retirar el material destinado para leña.

Poda sanitaria

Se realiza con la finalidad de que las ramas y hojas con problemas sanitarios (enfermas y con plagas) no proliferen y contagien a las sanas. Comprende las siguientes tareas:

i) Inspeccionar los árboles forestales e identificar el daño (intensidad y magnitud).

ii) Identificar aquellas ramas que estén enfermas y/o con plagas.

iii) Seleccionar las ramas identificadas para determinar si se eliminan o pueden ser tratadas con plaguicidas.

iv) Eliminar las ramas en caso de que el daño sea muy grave.

v) Aplicar los plaguicidas específicos para resolver el problema sanitario identificado.

vi) Seleccionar los árboles que han recibido tratamiento fitosanitario y hacer marcas en la corteza con un machete, siempre en un mismo sentido, para que puedan apreciarse desde un mismo ángulo y faciliten su ubicación con la finalidad de monitorear la eficacia del control ejecutado.

vii) Quemar las ramas enfermas y cortadas para evitar que se propague la enfermedad.

Reducción de copa

Se realiza para que las plantaciones que tengan dos o más especies alcancen un equilibrio adecuado en su desarrollo, logren una buena cobertura, mejore la protección del suelo,

produzca mayor infiltración del agua de lluvia, incremente la biodiversidad (avifauna, entomológica) y genere una mejor vista del paisaje que pueda, en el largo plazo, comprometer a la comunidad a seguir cuidando estas plantaciones por sus beneficios en cuanto a servicios ecosistémicos y oferta de proyectos ecoturísticos. Comprende las siguientes tareas:

i) Inspeccionar los árboles forestales e identificar aquellos cuya copa ha crecido mucho y desbordado el espacio disponible, para proceder a reducir su volumen.

ii) Seleccionar los árboles y hacer marcas en la corteza con un machete, siempre en un mismo sentido, para que puedan apreciarse desde un mismo ángulo y faciliten su ubicación.

iii) Reducir la copa de las ramas, realizando el despunte en el ápice y en las ramas laterales para que continúen su crecimiento de manera controlada, esto evita que proliferen los rebrotos en las proximidades de dicho corte.

iv) Seleccionar el material excedente (ramas, hojas, etc.). Si no tiene problemas sanitarios, se puede dejar debajo de los árboles para proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia y contribuir al incremento de la materia orgánica del suelo, el material restante puede ser quemado en el lugar o destinado para leña.

v) Limpiar la zona y retirar el material destinado para leña.

2.1.2. Fertilización de mantenimiento

La fertilización de mantenimiento para los trabajos de reforestación consiste en aplicar fertilizantes orgánicos e inorgánicos que proporcionen los nutrientes que requieren los árboles nativos para un buen desarrollo radicular, crecimiento y desarrollo. En las zonas altoandinas, en particular en aquellas donde se aprecia que después de la etapa de ejecución no se han logrado resultados exitosos (30 a 40 % de fallas y pobre crecimiento), se debe realizar un análisis de caracterización físico-químico del suelo para determinar cuáles son los nutrientes en bajos niveles y así elaborar una fórmula de fertilización adecuada que permita resolver el problema.

Para aplicar el mantenimiento de esta actividad se debe tener en cuenta que los trabajos de reforestación se realizan en tierras degradadas que generalmente tienen una baja fertilidad natural, motivo por el cual en el momento de la instalación de las plantaciones de reforestación se tienen que haber aplicado los fertilizantes (guano de islas y roca fosfatada).

Periodo

En las plantaciones forestales que no han prosperado (30 a 40 % de fallas), la fertilización se aplica durante el “recalce”, a inicios de la temporada de lluvias, en los meses de diciembre y enero. En las plantaciones

forestales que sí han prosperado (no tienen fallas), la fertilización se aplica cada dos (2) años, entre mayo y octubre, cuando no hay lluvias. El personal idóneo para realizar la fertilización de mantenimiento se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Personal para la fertilización de mantenimiento (brigada forestal)

Personal		Función
Capataz		Organizar, supervisar y controlar las labores de campo llevadas a cabo por los obreros. Sus responsabilidades incluyen: Organizar el grupo de trabajo de acuerdo con el avance físico y redistribuir el número de obreros de acuerdo con el avance. Supervisar la calidad del trabajo de fertilización, verificando la ubicación adecuada de los hoyos, la proyección de la copa y la profundidad adecuada (20 cm). Controlar y llevar un registro diario del avance del avance de las actividades, las horas de trabajo, el área de avance y número de obreros.
Peones	Marcadores	Marcar los puntos del terreno donde se harán los hoyos de fertilización.
	Picadores	Realizar los hoyos de fertilización con los zapapicos, a la profundidad y la distancia adecuadas.
	Distribuidores	Llevar los fertilizantes, colocarlos en los hoyos de la fertilización y tapar los hoyos adecuadamente

Fuente: Forest Trends

Costo

Se detallan los costos aproximados en las siguientes tablas.

Tabla 5. Costo de mano de obra para fertilización de mantenimiento (por hectárea)

Tarea	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Apertura de hoyos Plantación forestal tresbolillo (3 x 4): 3 entre plantas, 4 entre hileras.	Mano de obra para 2000 hoyos (40 cm largo x 40 cm ancho x 20 cm profundidad)/día Una hectárea 1000 árboles/ha 2 hoyos por árbol en la proyección copa.	Jornal	250	35	8750
Traslado de fertilizantes a la plantación.	Mano de obra para trasladar los sacos de abonos orgánicos y fertilizantes.	Jornal	25	35	875
Total					9625

Fuente: Forest Trends



Foto: Forest Trends

Tabla 6. Costo de herramientas, equipos e insumos para la fertilización de mantenimiento

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Lampa recta	Unidad	50	30	150
Lampa curva	Unidad	25	30	750
Barreta	Unidad	25	50	1250
Zapapico	Unidad	25	30	750
Insumos				
Compost 2 kg/árbol	Tonelada	2	150	300
Sacos	Millar	0,2	5000	1000
Roca fosfatada 200 g/árbol	Tonelada	0,2	1300	260
Fertilizante compuesto 20-20-20 (200 g/árbol)	Saco	5	80	400
Estiércol (2 kg/árbol)	Tonelada	2	105	210
Yeso para marcado de hoyos	Bolsa	2	40	80
Hidrogel agrícola: mejora retención de humedad en suelos arenosos o sequías frecuentes	Saco de 25 kg	2	850	1700
Gasolina (flete)	Galón	20	25	500
Total				7350

Fuente: Forest Trends

Tabla 7. Unidades y rendimiento para las acciones de fertilización de mantenimiento

Actividad	Unidad	Rendimiento
Transporte de fertilizantes químicos, orgánicos, hidrogel, hasta 20 km	Unidad	50 sacos/día
Transporte de personal en camión baranda hasta 20 km	Unidad	25 peones/día
Apertura de hoyos de fertilización 0,40 x 0,40 x 0,20 m	Unidad	60 hoyos/día/hombre
Aplicación de fertilizantes más hidrogel agrícola y tapado de hoyos	Unidad	60 hoyos/día/hombre

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

La fertilización de mantenimiento comprende las siguientes tareas:

- Apertura de hoyos.
- Aplicación de fertilizantes.

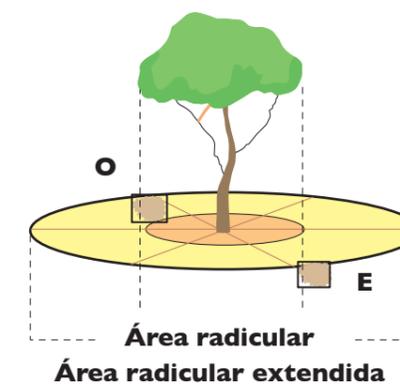
Apertura de hoyos

Se realiza para que las plantaciones que tengan dos o más especies alcancen un equilibrio adecuado en su desarrollo, logren una buena cobertura, mejoren la protección del

suelo, haya mayor infiltración del agua de lluvia, incremente la biodiversidad (avifauna, entomológica) y haya una mejor vista del paisaje que pueda en el largo plazo comprometer a la comunidad a seguir cuidando estas plantaciones por sus beneficios en cuanto a servicios ecosistémicos y oferta de proyectos ecoturísticos. Comprende las siguientes tareas:

- Realizar la proyección de la copa (primera campaña) y marcar en las direcciones este y oeste para realizar los dos hoyos de fertilización conforme a la Figura 5.

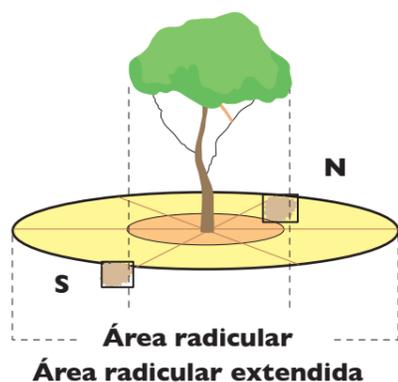
Figura 5. Aplicación de los fertilizantes en la proyección de la copa este-oeste (primera campaña)



Fuente: Forest Trends.

- ii) Demarcar la ubicación de los dos hoyos en las direcciones establecidas (este y oeste).
- iii) Cavar dos hoyos por árbol con las siguientes dimensiones: 40 cm de largo x 40 cm de ancho x 20 cm de profundidad.
- iv) Separar el suelo extraído para utilizarlo luego de la aplicación de los fertilizantes para tapar el hoyo.
- v) Realizar la proyección de la copa (segunda campaña, después de dos años de la primera campaña) y marcar en las direcciones norte y sur para realizar los dos hoyos de fertilización conforme a la Figura 5.
- vi) Seguir los procedimientos b, c y d de la primera campaña.

Figura 6. Aplicación de los fertilizantes en la proyección de la copa norte-sur (segunda campaña de fertilización)



Fuente: Forest Trends.

Aplicación de fertilizantes

La fertilización con abonos orgánicos e inorgánicos mejora la retención de humedad del suelo y libera lentamente nutrientes, por lo que se debe complementar con otros fertilizantes como la roca fosfatada, el guano de islas o un fertilizante compuesto que tenga por lo menos los tres elementos principales, nitrógeno, fósforo y potasio (NPK). Es de gran importancia para considerar en las zonas donde no

han prosperado adecuadamente las plantaciones forestales (30 o 40 % de fallas).

La fertilización ayuda a incrementar la supervivencia y el crecimiento de las especies de regeneración natural para así conseguir en menor el cierre de copas y el sombreado de las especies invasivas no nativas, y optimizar los costos por las labores de limpieza o deshierbe (Servicio Nacional

Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2018b). Comprende las siguientes tareas:

- i) Identificar las zonas (mapeo) de las plantaciones forestales con problemas de baja fertilidad natural y con suelos arenosos, pedregosos, ácidos, pobres en nitrógeno, en fósforo y potasio (previo análisis de suelos).

ii) Trasladar los sacos de fertilizantes hasta la zona.

iii) Aplicar los fertilizantes según el tipo de suelo, conforme a lo siguiente:

- En el caso de suelos arenosos y pedregosos, es importante incorporar enmiendas orgánicas para mejorar la capacidad de almacenamiento de agua (5 kg de estiércol o compost por árbol).
- En el caso de suelos ácidos es importante la aplicación de roca fosfatada (200 g por árbol al año).
- En zonas donde existen riesgos de sequías, se debe complementar la fertilización con el uso del hidrogel agrícola, que permite retener la humedad del suelo por un mayor tiempo (riego cada 15 días), ayudando a las plantas a mejorar su crecimiento y desarrollo radicular. La cantidad de aplicación es de 25 a 50 g por árbol y se hace solo en los árboles donde se ha realizado el recalde después de la ejecución.

En los siguientes casos, no se requerirá la aplicación de fertilizantes de mantenimiento:

- Cuando las plantaciones de árboles nativos están bien establecidas (buena cobertura y buen crecimiento y desarrollo), pues en su sistema radicular ya está funcionando muy bien el sistema de micorrizas (hongos asociados con raíces), que les permiten resolver sus problemas de nutrientes.
- Cuando se trata de árboles nativos como el aliso, que puede fijar nitrógeno atmosférico en su sistema radicular mediante simbiosis con el actinomiceto del género Frankia, o de leguminosas, como el algarrobo y la tara, que pueden fijar nitrógeno atmosférico en su sistema radicular mediante la simbiosis con las bacterias del género Rhizobium. Una vez instalados,

estos árboles ya no requieren fertilización de mantenimiento.

- En suelos de baja retención de humedad (arenosos, pedregosos, pobres en materia orgánica).

2.1.3. Control fitosanitario de plagas y enfermedades

Es una práctica que consiste en la prevención y el control de daños en las plantaciones forestales, ocasionados por ataques de insectos, hongos, bacterias o ácaros, que ocurren cuando las condiciones climáticas son adecuadas para las plagas: algunas prosperan en épocas de sequía, otras en épocas muy húmedas o cuando las plantaciones forestales no han tenido una adecuada poda, lo que impide una óptima circulación de aire entre las ramas.

Generalmente, los árboles nativos altoandinos, son rústicos y no tienen problemas fitosanitarios; sin embargo, la Tabla 8 muestra los resultados de algunas investigaciones realizadas en la sierra de Cusco y el valle del Mantaro, donde se aprecia que algunos insectos pueden ocasionar daños importantes en los árboles de aliso, colle y tara, y que los queñuales y cerezos no tienen problemas.



Foto: Forest Trends

Tabla 8. Evaluación de plagas en árboles de aliso, colle, tara, cerezo y queñuales en Cusco y el valle del Mantaro

Plaga	Árbol afectado	Descripción	Autor
Insecto <i>Trichogonia sp.</i> , familia Cicadellidae	Colle, colle	El insecto provoca la presencia de la fumagina, retarda el desarrollo de la planta y marchitamiento.	Catalán <i>et al.</i> , 2015
Generalmente no tiene plagas	Queña, quinal	Evaluación realizada en Cusco.	Catalán <i>et al.</i> , 2015
Insecto <i>Icerya sp.</i> , familia Margarodidae (quereza de la tara)	Tara	La presencia del insecto ocasiona la presencia del hongo de la fumagina, que los árboles se encuentren con pocas hojas, provoca el desarrollo irregular de las vainas y que la semilla sea muy pequeña y chupada.	Catalán <i>et al.</i> , 2015
Barrenador del fuste (<i>Eurysthea sórdida</i> , Erichson), considerada plaga clave; la cigarrita de las hojas (<i>Empoasca sp.</i>), la roya de las hojas (<i>Melampsorium sp.</i>) y la mancha foliar (<i>Bactrodesmium sp.</i>), son plagas secundarias	Aliso		Reátegui, 2012
Generalmente no tiene plagas	Guinda, capulí	No se encontraron plagas en el valle del Mantaro	Reátegui, 2012

Fuente: Guerrero, 2022.

Los agricultores generalmente reciben capacitaciones en cuanto a viveros e instalación de plantaciones forestales, pero no se les capacita en temas de sanidad vegetal, pues existen pocas investigaciones al respecto, a diferencia de la abundante información disponible sobre plantaciones de producción forestal.

Periodo

La evaluación y el control fitosanitario se realizan en los meses de junio a octubre, cuando no hay lluvias. El personal idóneo para esta tarea se detalla a continuación.

Tabla 9. Personal para los trabajos de control fitosanitario

Personal	Función	
Técnico forestal	Organizar, supervisar y controlar (registros) las labores de campo llevadas a cabo por los obreros. Sus responsabilidades incluyen: Organizar el grupo de trabajo y redistribuir el número de obreros de acuerdo con el avance. Supervisar la calidad del trabajo de control fitosanitario. Controlar y llevar un registro diario del avance de las actividades, las horas de trabajo, el área de avance, número de obreros, nivel de daño de plagas y enfermedades.	
Peones	Chapeadores	Realizar la limpieza inicial del terreno.
	Marcadores	Marcar los árboles que recibirán poda sanitaria y fumigaciones.
	Distribuidores	Llevar y colocar los materiales y los equipos de control sanitario (pulverizadoras, cilindros, baldes) y los productos sanitarios.
	Acopiadores	Acopiar los restos de la poda sanitaria para leña.

Fuente: Forest Trends

Costo

Tabla 10. Costo de mano de obra para control de plagas y enfermedades (brigada forestal)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Una brigada de aplicaciones sanitarias para mantenimiento de plantaciones (12 ha/día)				
Técnico forestal	Jornal	1	100	100
Peón	Jornal	6	85	510
Total				610

Fuente: Forest Trends

Tabla 11. Costo de herramientas, equipos e insumos para el control de plagas y enfermedades (para 12 ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Cilindros plásticos de 200 l	Unidad	2	80	160
Baldes plásticos de 15 l	Unidad	4	15	60
Mochila fumigadora de 20 l	Unidad	2	480	960
Flete				
Combustible (gasolina)	Galón	20	25	500
Insumos				
Insecticidas, fungicidas, otros				200
Aceite vegetal + detergente para realizar lavado de árboles	Litro	2	128	256
Total				2136

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

El control fitosanitario comprende las siguientes tareas:

- i) Identificar el tipo de plaga y el nivel de daño: se hace la evaluación en un número de cinco a veinte árboles de la plantación seleccionados al azar (se determinan el agente, la intensidad y la severidad del daño).
- ii) Marcar los árboles enfermos.
- iii) Seleccionar el plaguicida adecuado: insecticida, fungicida, bactericida, aceite vegetal, entre otros.

iv) Preparar la solución con los plaguicidas adecuados.

v) La brigada forestal debe trasladar al campo dos cilindros de 200 L para realizar la mezcla del agua con los plaguicidas debidamente seleccionados y en la dosis correcta para resolver el problema fitosanitario identificado. Para el traslado del agua para los cilindros se emplearán baldes. Esta actividad debe ser supervisada por la técnica o el técnico forestal.

vi) Verificar el buen funcionamiento del aspersor de la mochila fumigadora utilizando agua.

vii) Llenar las mochilas fumigadoras (15 o 20 L) con la solución preparada previamente en los cilindros.

viii) Aplicar los plaguicidas utilizando la mochila fumigadora, localizando el área donde está la plaga o enfermedad.

ix) Aplicar abonos foliares junto con los plaguicidas para lograr la recuperación y revitalización de los árboles, esto cuando han sido seriamente afectados.

x) Realizar la poda para eliminar ramas con daño de plagas muy fuerte.

xi) Quemar las ramas enfermas que han sido eliminadas con la poda para evitar su propagación.

2.1.4. Instalación de cercos o mallas ganaderas

La instalación de cercos en áreas reforestadas se utiliza solo en casos especiales. Se puede cercar el perímetro con las

mallas ganaderas después de la etapa de ejecución, de uso prioritario en las áreas de reforestación de bosques relictos, con la finalidad de proteger la regeneración natural de las especies nativas de queñuales y colles, que crecen debajo de los árboles, para evitar los daños por el ganado. También se aplica en las áreas donde se está realizando el recalce de los plantones que no lograron instalarse bien en la etapa de ejecución.

La invasión del ganado es tal vez la principal amenaza a las plantaciones recién instaladas en campo, por eso en las condiciones de la región andina es necesario controlarla. Esta es una de las labores que se realizan con aporte comunal, como parte de los compromisos de contrapartida previstos.

Periodo

El primer mantenimiento se debe dar tres o cinco años después de la instalación de las mallas ganaderas, entre los meses de mayo a setiembre, cuando no hay lluvias. Posteriormente, es anual.

Tabla 12. Personal idóneo para los trabajos de instalación y mantenimiento de cercos con malla ganadera

Personal	Función	n.º	
Capataz	Organizar, supervisar y controlar (registros) las labores de campo llevadas a cabo por los obreros. Sus responsabilidades incluyen: Organizar el grupo de trabajo de acuerdo con el avance físico y supervisar la calidad del trabajo, corrigiendo los postes mal colocados. Controlar y llevar un registro diario del avance del cercado, las horas de trabajo, el área de avance y el número de obreros.	01	
Obreros	Tensador	Tensar la malla para la colocación de grapas.	1
	Elaborador de hoyos	Elaborar los hoyos para la colocación de los postes.	1
	Engrapador	Fijar las grapas de la malla al poste.	1
	Extendedor	Colocar la malla en los postes.	1
Total		5	

Fuente: Forest Trends

Costo

Tabla 13. Costo de mano de obra para la instalación de malla ganadera para proteger una plantación forestal de protección (1 ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$/)	Costo total (\$/)
Instalar malla ganadera en el perímetro de 1 ha de terreno	Jornal	15	35	525
Trasladar 80 postes de eucalipto de 3 in de diámetro	Jornal	10	35	350
Total				875

Fuente: Forest Trends

Tabla 14. Tasa de avance diario para cercado de pastos nativos (referencial)

Actividad	Tasa diaria		Tiempo (min)	
Trazado de líneas guía	800	m/obrero/día	0,60	min/m/obrero
Elaboración de hoyos	40	hoyos/obrero/día	12,00	min/hoyo/obrero
Instalación de postes	50	postes/obrero/día	9,60	min/hoyo/obrero
Colocación de malla ganadera	100	m/obrero/día	4,80	min/m/obrero

Fuente: Consulta expertos

Tabla 15. Costo de herramientas, equipos e insumos para la instalación de malla ganadera para proteger una plantación forestal de protección (1 ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$/)	Costo total (\$/)
Equipos y/o herramientas				
Rollo de malla ganadera de 9 hileras, 100 m largo x 1,20 m altura	Rollo	4	365	1460
Postes de eucalipto de 4 in diámetro x 2,5 m altura, para una ha	Poste	80	6	480
Grapas de ¾ in x 14	kg	2	18	36
Martillos de carpintería	Unidad	10	50	500
Lampas rectas	Unidad	6	30	180
Lampas curvas	Unidad	6	30	180
Barretas	Unidad	6	50	300
Picos	Unidad	6	30	180
Flete				
Combustible (gasolina)	Galón	40	25	1000
Insumos				
Brea líquida impermeabilizante de 80 postes	Galón	5	7	35
Total				4351

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

Si el cerco perimétrico de la plantación forestal no se instaló en la etapa de ejecución, las mallas de protección deben instalarse siguiendo estos pasos:

i) Seleccionar el tipo de cerco (malla ganadera o alambre de púas) para el cerco de protección.

ii) Seleccionar los postes de madera, estos son generalmente de eucalipto de 2,5 m de altura y 4 in de diámetro.

iii) Pintar con brea líquida la base inferior de los postes (hasta 60 cm), para protegerlos de la humedad del suelo.

iv) Construir hoyos previamente marcados: 60 cm de profundidad x 25 cm de ancho.

v) Colocar los postes con la parte embreada (con breá) hacia abajo, cuidando que queden verticales.

vi) Asegurar los postes tapando los hoyos con tierra y piedras pequeñas, bien taconeadas alrededor del poste, hasta el ras del suelo. La distancia entre los postes es variable, puede ser cada 3 o 5 m.

vii) Colocar en los postes instalados, con ayuda de las grapas adecuadas, seis u ocho hileras de alambre de púas, hasta una altura de 1,20 m.

viii) Dar la tensión adecuada para cada hilera de alambre instalada.

El mantenimiento de las *mallas* instaladas en la etapa de ejecución comprende los siguientes pasos:

i) Verificar de manera periódica el estado de las *mallas*.

ii) Identificar las *mallas* y los amarres que se están soltando.

iii) Reforzar los amarres de la *mallá* que se están soltando: tensar nuevamente la *mallá* y asegurarla clavando con un martillo las *grapas* adecuadas ($\frac{3}{4} \times 14$).

iv) Verificar el estado de la base de los postes de madera, podrían estar pudriéndose por no haber sido bien pintados con breá o por la humedad del suelo.

v) Señalizar aquellos que están pudriéndose para cambiarlos.

vi) Seleccionar los postes de madera que servirán para reemplazar los podridos, estos son generalmente de eucalipto de 2,50 m de altura y 4 in de diámetro.

vii) Pintar con breá líquida la base inferior de los postes (hasta 60 cm), para protegerlos de la humedad del suelo.

viii) Construir hoyos previamente marcados (60 cm de profundidad x 25 cm de ancho).

ix) Colocar los postes con la parte embreada hacia abajo, cuidando que queden verticales.

x) Asegurar los postes tapando los hoyos con tierra y piedras pequeñas, bien taconeadas alrededor del poste, hasta el ras del suelo.

2.1.5. Recalce de plantas muertas o de muy pobre crecimiento (trabajos correctivos)

El recalce es una práctica común para reemplazar los plántones de árboles que se murieron, tienen un crecimiento deficiente o son débiles. Esto se hace en lugares donde la plantación forestal inicial no ha prosperado (30 o 40 % de plántones muertos o con fallas) debido a problemas de suelo muy pobre, *sequías* y daños por ganado o extraños.

Periodo

El recalce debe realizarse al inicio de las lluvias estacionales propias de cada zona, generalmente en los meses de diciembre o enero, para aprovechar el agua de las precipitaciones y que permita un buen prendimiento de los nuevos plántones.

Personal

El personal idóneo para realizar el recalce en zonas en las cuales no se tuvo éxito en la instalación de las plantaciones reforestadas se muestra en la siguiente tabla.



Foto: Forest Trends

Tabla 16. Personal para realizar el recalce en actividades de mantenimiento

Personal		Función
Capataz		Organizar, supervisar y controlar (registros) las labores de campo llevadas a cabo por los obreros. Sus responsabilidades incluyen: - Organizar el grupo de trabajo de acuerdo con el avance físico y redistribuir el número de obreros de acuerdo con el avance. - Supervisar el buen estado de los plántones (más de 50 cm de altura) y la calidad del trabajo de recalce, corrigiendo los plántones mal colocados (en ángulos inadecuados, con el cuello de la planta por debajo del nivel del cuello, en hoyos muy profundos o, por el contrario, que sobresalen del hoyo cavado). - Controlar y llevar un registro diario del avance de las actividades, las horas de trabajo, el área de avance, número de obreros, especies utilizadas, entre otros elementos.
Peones	Marcadores	Marcar los puntos del terreno donde se plantarán individuos.
	Picadores	Realizar los hoyos con los zapapicos, a la profundidad y la distancia adecuadas.
	Distribuidores	Llevar y colocar los plántones en los hoyos.
	Apisonadores	Ubicar correctamente los plántones, tapar y apisonar con tierra los plántones a la profundidad adecuada.

Fuente: Forest Trends

Costo

Tabla 17. Costo de mano de obra para recalce de plántones para mejorar plantaciones forestales de protección (por ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Mano de obra para apertura de 100 hoyos (40 cm largo x 40 cm ancho x 40 cm profundidad)/día	Jornal	25	35	875
Mano de obra para trasladar los 100 plántones	Jornal	10	35	350
Total				1225

Fuente: Forest Trends

Tabla 18. Costo de herramientas, equipos e insumos para la fertilización de mantenimiento y durante el recalce de las plantaciones forestales por hectárea

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Lampa recta	Unidad	5	30	150
Lampa curva	Unidad	5	30	150
Barreta	Unidad	5	50	250
Picos	Unidad	5	30	150
Insumos				
Compost 1 kg/árbol	Tonelada	0,1	350	35
Roca fosfatada	Saco	1	65	65
200 g/árbol				
Yeso para marcado de hoyos	Bolsa	1	40	40
Hidrogel agrícola, mejora la retención de humedad en suelos arenosos o sequías frecuentes	Saco de 25 kg	1	850	850
Flete	Galones de gasolina	20	25	500
Total				2190

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

i) Marcar los hoyos donde se realizará el "recalce".

ii) Construir los hoyos: 40 cm ancho x 40 cm largo y 40 cm de profundidad (SERFOR, 2021).

iii) Guardar la tierra superficial que se ha extraído.

iv) Colocar en el fondo de los hoyos una mezcla de estiércoles de la zona (1 kg por árbol) y guano de islas o roca fosfatada (200 g por árbol).

v) Seleccionar los plantones de árboles nativos o arbustos que tengan un buen crecimiento y vigor (plantas de color verde y sanas), tengan una edad de uno o dos años y que

provengan de un vivero de reserva, que debe existir en cada proyecto para esta actividad, o de un vivero de garantía. En algunos casos se puede proponer el uso de nuevas especies de árboles nativos, diferentes a las de la instalación que no han prosperado, para así darle mayor diversidad

y valor ecológico a la reforestación (reforestación de tipo nucleación o reforestación mixta, ver ítem 5.1 de la guía 4).

En la Tabla 19 se dan ejemplos de los tamaños de plantones más adecuados para la plantación y el recalce.

Tabla 19. Tamaño de plantón de especies forestales

Especie	Tamaño de plantón/estaca
<i>Tara spinosa</i>	Plantón 25-30 cm
<i>Prosopis pallida</i>	Plantón 25-30 cm
<i>Alnus acuminata</i>	Estaca/brinjal 35-50 cm
<i>Polylepis racemosa</i>	Estaca 30 cm
<i>Shinus molle</i>	Plantón 15-20 cm
<i>Escallonia racemosa</i>	Plantón 20-25 cm
<i>Buddleja coriacea</i>	Plantón 30 cm

Fuente: Forest Trends

vi) Colocar los plantones seleccionados dentro del hoyo y colocar la tierra superficial que se extrajo al hacer el hoyo para taparlos hasta el ras de la superficie, apisonar para que queden bien instalados.

vii) Construir reservorios con sistemas de geomembrana (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2014), si en la zona son frecuentes las sequías, para captar y almacenar el agua de las lluvias que será utilizada para dar el riego durante el primer año.

viii) Posterior a la plantación, y solo si es que esta no se ha realizado en época de lluvias, se debe realizar un primer riego. En los siguientes meses (por lo menos un año), se deben realizar riegos periódicos, hasta contemplar que se hayan establecido los plantones.

ix) En caso de ser necesario el riego en época seca, se deben llevar a cabo riegos cada quince días, siendo doce riegos para toda la temporada seca (seis meses). Para el riego se debe considerar el alquiler de una camioneta por

un día y pagar el jornal de quien maneja el vehículo y de quien realiza el riego. Asimismo, se paga por contenedores de aproximadamente 300 galones. Esto tiene un costo aproximado de 800 soles por hectárea al día.

x) Evaluar la factibilidad de instalar un sistema de riego en zonas con terrenos y pendientes favorables. Estos sistemas permiten ahorrar costos y tiempo para la actividad del rie-

go, pues se minimiza el número de operarios necesarios, así como el tiempo para el transporte de contenedores de agua hasta los plantones. Para que esta opción sea viable es necesario realizar estudios previos de disponibilidad de agua en la zona donde se planea instalar el sistema de riego, cosecha y almacenamiento de agua de lluvia. Dos opciones recomendables, considerando los ecosistemas donde se va a realizar el proyecto, son canales y sistema de riego por goteo.

Tabla 20. Unidades y rendimientos para las acciones de establecimiento

Actividad	Unidad	Rendimiento
Riego manual con balde	Unidad	300 plantones/día/hombre
Deshierbe manual en áreas reforestadas	m ²	500 m ² /día/hombre
Recalce de plantones	Unidad	25 ud./día/hombre
Transporte de plantones hasta 20 km	Unidad	625 ud./día
Control sanitario	ha	0,05 ha/día/hombre

Fuente: Forest Trends

2.2. Revegetación de pasturas con especies nativas

La revegetación de pasturas con especies nativas en áreas degradadas consiste en la siembra de pastos nativos utilizando esquejes (macollos) sembrados a curvas de nivel y con zanjas de infiltración. Los resultados son óptimos cuando se realiza la clausura de pastizales (revegetación pura con clausura de la pradera y revegetación mixta con clausura de la pradera, ver ítem 5.2 de la guía 4) instalando mallas ganaderas en el perímetro, acción que garantiza que los animales no ingresen para asegurar la restauración natural adecuada de los pastos que, al tener mejor humedad, recuperan su crecimiento, vigor y cobertura. Estas áreas de-

ben permanecer así entre dos y tres años si las praderas no estaban muy degradadas, y entre tres y cinco años si las praderas estuvieran muy degradadas.

Luego de este tiempo, estas áreas pueden ser utilizadas como semilleros de pastos a donde las comunidades pueden ingresar a sacar semillas botánicas y esquejes de los mejores pastos para hacer la restauración de sus propios pastizales. También es posible que las comunidades ingresen su ganado. Para ello, es necesario que se haya lotizado previamente el área recuperada en canchas de pastoreo rotativo diferido, para que solo ingrese el número de animales que permite la capacidad de carga de la pastura. Tan pronto

como se consuma el forraje, el ganado pasará a otra cancha de pastoreo, para así evitar su degradación nuevamente.

Las comunidades deben entender que estas tierras se deberán pastorear con intervalos de tres o cuatro años de descanso, para ayudar a recuperar el vigor de las especies y los lugares preferidos por los animales. Este tipo de pastoreo controlado es necesario para que los animales dejen

materia orgánica, pues los estiércoles sólidos y líquidos permiten mantener la fertilidad de estas tierras y propagan las semillas de los pastos.

Además del uso de cercos con malla ganadera, también se pueden tener muros de piedra o barreras vivas para evitar que entre el ganado a las áreas donde se están realizando los trabajos de revegetación de pastizales degradados.

Realizar manejo del ganado: “El pastoreo de ganado, sin control, puede impedir completamente la regeneración de los bosques y otros ecosistemas de vegetación silvestre, ya sea por daño directo a las plántulas, o por compactación del suelo. El impacto del ganado se puede prevenir excluyéndolos durante las fases tempranas de la restauración, al menos hasta que las especies de interés hayan crecido más allá del alcance del ganado” (MINAGRI y SERFOR, 2018b, p. 24).

2.2.1. Mantenimiento de los cercos con mallas ganaderas en áreas de clausura de praderas

Se debe dar el mantenimiento de los cercos con las mallas ganaderas en las zonas de revegetación de pasturas con especies nativas en áreas de clausura (revegetación pura con clausura y revegetación mixta con clausura) implementadas en laderas con 10 a 30 % de pendiente en las cuales la cobertura tiene un estado de conservación regular.

Periodo

El primer mantenimiento se debe dar tres (3) o cinco (5) años después de la instalación de las mallas ganaderas y posteriormente es anual. Se realiza en los meses de mayo a setiembre, cuando no hay lluvias.

Descripción de las actividades

- i) Verificar periódicamente el estado de las mallas.
- ii) Reforzar los amarres de las mallas que se estén soltando.

iii) Verificar el estado de la base de los postes de madera, que podrían estar pudriéndose por no haber pintado bien con brea o por la humedad del suelo; en este caso, se tendrían que cambiar los postes siguiendo el procedimiento ya indicado.

En el caso de que se considere instalar nuevos cercos de protección con malla ganadera, se deberá considerar lo indicado en el ítem 6.1.4. Instalación de cercos o mallas ganaderas.

2.2.2. Mantenimiento de las zanjas de infiltración en las áreas de clausura de pastizales

Periodo

El mantenimiento de las zanjas se realiza una vez al año en la estación seca (junio a setiembre), para que estén operativas y permitan captar y almacenar el agua de las lluvias, de manera permanente todos los años.

Tabla 21. Costo de mano de obra para limpieza de zanjas de infiltración en un área de clausura de pastizales (por ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Retirar los sedimentos dentro de la zanja y arreglo de los taludes	Jornal	25	35	875
Total				875

Fuente: Forest Trends

Tabla 22. Costo de herramientas, equipos e insumos para limpieza de zanjas de infiltración en un área de clausura de pastizales (por ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Lampa recta	Unidad	5	30	150
Picos	Unidad	5	30	150
Insumos				
Flete (gasolina)	Galón	20	25	500
Total				800

Fuente: Forest Trends

Descripción de las actividades

i) Limpiar la zanja de infiltración, que consiste en extraer todo tipo de material (tierra, sedimentos, piedra, entre otros) que está dentro de la zanja.

ii) Refinar de zanja, que es darle forma a la sección trapezoidal de la zanja luego de la limpieza, para que los taludes tengan más estabilidad.

iii) En algunos casos se deberá realizar la reconstrucción completa de la zanja, en las zonas que colapsaron o fueron dañadas por el paso de los animales o por derrumbes.

2.3. Control de cárcavas

El control de cárcavas consiste en un conjunto de prácticas

de conservación de suelos que se realizan en la ladera y dentro de las mismas, siendo las principales actividades la revegetación con pastos, arbustos y árboles dentro de la cárcava, en los taludes y en toda la ladera.

Periodo

Las actividades de revegetación con pastos, arbustos o árboles nativos dentro de la cárcava y en la ladera se realizan al inicio de la temporada de lluvias, en los meses de diciembre o enero.

Costos

En las tablas 23 y 24 se presenta el costo aproximado de plantar 100 árboles o arbustos por hectárea en el área adyacente y dentro de la cárcava.

Tabla 23. Costo de mano de obra para reforestar 100 árboles o arbustos/ha en el área adyacente y dentro de la cárcava

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)	Descripción
Mano de obra para aperturar 100 hoyos/ha (40 cm largo x 40 cm ancho x 40 cm profundidad)	Jornal	25	25	35	875
Mano de obra para trasladar los 100 plantones	Jornal	10	10	35	350
Total					1225

Fuente: Forest Trends

Tabla 24. Costo de herramientas, equipos e insumos para reforestar 100 árboles o arbustos/ha en el área adyacente y dentro de la cárcava

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Lampa recta	Unidad	5	30	150
Barreta	Unidad	5	50	250
Pico	Unidad	5	30	150
Insumos				
Estiércol 1 kg/árbol	Tonelada	0,1	350	35
Flete (gasolina)	Galón	20	25	500
Total				1085

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

Las principales acciones de operación y mantenimiento en el control de cárcavas son:

- Reforestación con árboles y arbustos nativos de la zona, tanto fuera como en el interior de la cárcava.
- Revegetación con pastos nativos en el área adyacente (ver ítem 7.2).

Reforestación con árboles y arbustos nativos en el área adyacente y dentro de la cárcava

Comprende las siguientes tareas:

- Seleccionar las especies de árboles o arbustos nativos de la zona.
- Definir el número de árboles, se propone el uso de 100 árboles por hectárea en el área adyacente a la cárcava.
- Trazar las curvas de nivel.

iv) Marcar los hoyos para plantar los árboles a una distancia de 3 m entre plantas y 4 m entre curvas de nivel.

v) Construir los hoyos: 40 cm de ancho, 40 cm de longitud y 40 cm de profundidad.

vi) Guardar la tierra extraída de la construcción del hoyo.

vii) Colocar 1 kg de estiércol en el fondo del hoyo.

viii) Colocar el plantón del árbol o arbusto en el hoyo, encima del estiércol aplicado previamente, luego colocar la tierra hasta el ras de la superficie y apisonar adecuadamente.

En el caso de los árboles, las podas de mantenimiento se realizan bajo las mismas indicaciones técnicas para las intervenciones de reforestación (ver ítem 5.1 de la guía 4). En el caso de que se hayan instalado como barreras vivas en los

taludes y dentro de la cárcava, ver ítem 6.1 de la guía 4 para la operación y mantenimiento.

Periodo

Los trabajos de mantenimiento de los diques se realizan en los meses de mayo a octubre, cuando no hay lluvias.

2.4. Diques para control de cárcavas

Los diques son estructuras de diversos materiales, como piedras, troncos de madera y sacos de arena, que se instalan dentro de la cárcava con la finalidad de detener la escorrentía superficial y el avance de la degradación de las tierras por la erosión hídrica.

Costos

En las tablas 25 y 26 se presentan los costos aproximados para la operación y el mantenimiento de los diques de muro de piedra en cárcavas.

Tabla 25. Costo de mano de obra para operación y mantenimiento de diques de muro de piedra (longitud 8 m, altura 1 m)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Mano de obra para acopio, rotura de piedra y reparación de los muros	Jornal	60	135	8100
Total				8100

Fuente: Forest Trends



Foto: Veerle Vanacker

Tabla 26. Costo de herramientas, equipos e insumos para operación y mantenimiento de diques de muro de piedra

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Lampa	Unidad	5	30	150
Barreta	Unidad	5	50	250
Pico	Unidad	5	30	150
Comba octogonal de 12 lb para romper piedras	Unidad	2	149	298
Carretilla	Unidad	2	150	300
Insumo				
Flete (gasolina)	Galón	20	25	500
Total				1648

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

La principal acción para el mantenimiento del dique de piedra para el control de cárcavas es la reposición de piedras en el muro del dique.

Reposición de piedras en el muro del dique
Comprende las siguientes actividades:

- i) Recoger las piedras de los alrededores, en un diámetro de 150 m, y llevarlas a un centro de acopio cercano a la cárcava.
- ii) Romper las piedras y darles el tamaño adecuado.
- iii) Acomodar las piedras del muro que se han caído.
- iv) Incrementar la altura del muro cuando se haya rellenado de sedimento.

2.5. Recuperación de andenes

La recuperación de andenes consiste en realizar movimientos de tierra, arreglar las piedras del talud y hacerles mantenimiento a los canales de riego y drenaje dentro del andén. Por el alto costo de inversión, la recuperación de andenes se debe realizar en zonas donde es posible considerar la aplicación de riego complementario, para que se pueda cultivar todo el año y no solamente en la época de lluvias.

Periodo

Las actividades de operación y mantenimiento de los andenes recuperados se realizan entre mayo y octubre, cuando no hay lluvias, cada dos años y de manera permanente.

Costos

Los costos aproximados para dar mantenimiento a un muro de piedra (talud) del andén (1 m de altura y 1 m de longitud) se muestran en las tablas 27 y 28.

Tabla 27. Costo mano de obra para acomodo de piedras en el muro del andén (1 m longitud, 1 m altura)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Acopio y rotura de piedra y reparación de los muros	Jornal	12	135	1620
Total				1620

Fuente: Forest Trends

Tabla 28. Costo de herramientas, equipos e insumos para operación y mantenimiento de diques de muro de piedra

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Lampa	Unidad	2	30	60
Barreta	Unidad	2	50	100
Pico	Unidad	2	30	150
Comba octogonal de 12 lb para romper piedras	Unidad	2	149	298
Comba octogonal de 4 lb	Unidad	2	52	104
Cinzel	Unidad	2	30	60
Insumos				
Flete (gasolina)	Galón	20	25	500
Total				1232

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

Las principales acciones de operación y mantenimiento de los andenes recuperados son:

- Acomodo de piedras en el muro del andén (talud del andén).
- Sistema de labranza y siembra de cultivos en el terraplén del andén.

Acomodo de piedras en el muro del andén
Después de la ejecución de la rehabilitación del andén, pueden caerse algunas piedras que ocasionen la debilitación del muro, por lo que es necesario realizar los trabajos de operación y mantenimiento correspondientes, como se explicó en el ver ítem 3.1 de la guía 5. Sistema de labranza y siembra de cultivos en el terraplén del andén.

Con la finalidad de mantener en buen estado el terraplén del andén recuperado, el mantenimiento consiste en lo siguiente:

- i) Realizar labranza mínima, removiendo el suelo con el uso de herramientas manuales.
- ii) Utilizar abonos orgánicos, ya sea estiércol o compost.
- iii) Sembrar cultivos asociados de acuerdo con el piso ecológico de la zona. En sistemas ecológicos de matorral andino puede ser maíz, frijoles, calabaza; en la zona de puna húmeda, papas nativas, ocas, ollucos.
- iv) Sembrar cultivos sin el uso de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) para poder realizar cultivos orgánicos o agroecológicos, que tengan un mejor precio en el mercado que aquellos que se siembran en zonas planas con agroquímicos. Se pueden aprovechar las iniciativas de apoyo a la competitividad productiva promovidas por el Programa

de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL) en once regiones del país.

En el caso de que se hayan instalado barreras vivas de árboles o arbustos para darle estabilidad a los muros del andén, se deben realizar las podas de mantenimiento de los árboles para que no afecten el buen desarrollo de los cultivos que crecen en el terraplén, según lo indicado en el ver ítem 6.1 de la guía 4.

2.6. Terrazas de formación lenta

Las terrazas de formación lenta son estructuras que modifican la longitud de la pendiente de manera gradual, por efecto del arrastre y acumulación de sedimentos en las barreras construidas de piedra, tierra, champas, en las barreras vivas o una combinación de ellas, que se ubican transversalmente a la pendiente máxima del terreno, permitiendo la formación de un terraplén entre dos muros continuos donde se instalarán los cultivos.

Periodo

El mantenimiento de las terrazas de formación lenta se hace cada dos años, en los meses sin lluvias (mayo a octubre) y de manera permanente.

Costos

Los requerimientos de mano de obra e insumos se presentan en las tablas 29 y 30.

Tabla 29. Costo de mano de obra para mantenimiento e incremento de altura del muro de piedra en TFL (1 ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Acopio y rotura de piedra e incremento de la altura de los muros	Jornal	100	35	3500
Total				3500

Fuente: Forest Trends

Tabla 30. Costo de herramientas, equipos e insumos para operación y mantenimiento de diques de muro de piedra

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Lampa	Unidad	5	30	150
Barreta	Unidad	2	50	100
Pico	Unidad	5	30	150
Comba octogonal de 12 lb para romper piedras	Unidad	2	149	298
Comba octogonal de 4 lb	Unidad	2	52	104
Cinzel	Unidad	2	50	100
Insumos				
Flete (gasolina)	Galón	20	25	500
Total				1402

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

La actividad de operación y mantenimiento más requerida de esta medida ocurre cuando las terrazas de formación lenta han sido construidas con un muro de piedras (pirca).

Mantenimiento e incremento de la altura gradual del muro de piedra de la terraza de formación lenta
Comprende las siguientes tareas:

- i) Juntar las piedras que se encuentran en los alrededores de la chacra, en un radio de 150 m.
- ii) Romper las piedras para darles el tamaño adecuado para su uso en la pirca.

iii) Colocar las piedras adecuadamente para incrementar la altura del muro de piedra gradualmente con el tiempo, hasta llegar a 1 m.

iv) Si ya se alcanzó esta altura, entonces las actividades de mantenimiento del muro serán las mismas que se requieren para el mantenimiento del muro de piedra del andén (ver ítem 3.3 de la guía 5).

2.7. Zanjas de infiltración

El mantenimiento de las zanjas de infiltración tiene la finalidad de garantizar que estas funcionen bien, captando el agua de las lluvias, evitando la escorrentía, aumentando la infiltración y el almacenamiento de agua. Se debe llevar a

cabo de manera permanente para que la comunidad beneficiaria comprenda su importancia.

Periodo

El mantenimiento de las zanjas de infiltración se realiza principalmente en los meses de mayo a octubre, cuando no hay lluvias, para que se encuentren funcionales en diciembre, al inicio de las lluvias.

Costos

Las tablas 31 y 32 presentan los costos aproximados de la mano de obra y de las herramientas y los insumos para el mantenimiento de las zanjas. Esta medida es la misma para trabajos de revegetación con pastos (áreas de clausura de pastizales) y para reforestación con árboles nativos.

Tabla 31. Costo de mano de obra para mantenimiento de zanjas de infiltración (1 ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Retirar los sedimentos dentro de la zanja y arreglo de los taludes	Jornal	25	35	875
Total				875

Fuente: Forest Trends

Tabla 32. Costos aproximados de herramientas, equipos e insumos para mantenimiento de zanjas de infiltración (1 ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Lampa	Unidad	5	30	150
Pico	Unidad	5	30	150
Insumos				
Flete (gasolina)	Galón	20	25	500
Total				800

Fuente: Forest Trends

Descripción de la actividad

La operación y mantenimiento de las zanjas de infiltración comprende las siguientes actividades:

- i) Limpieza de la zanja de infiltración: consiste en extraer todo tipo de material (tierra, sedimentos, piedra, entre otros) que están dentro de la zanja.
- ii) Refinar la zanja, que es darle la forma a la zanja en la sección trapezoidal luego de la limpieza.
- iii) En algunos casos, se deberá realizar la reconstrucción de

la zanja, en las zonas que colapsaron o fueron dañadas por el paso de los animales o por derrumbes. Esto implica:

Cavar nuevamente la zanja a una profundidad de 40 cm, con 40 cm de base y 50 a 60 cm de ancho para darle una sección trapezoidal.

Colocar el suelo extraído en el borde inferior de la zanja (ver Figura 7).

Dejar un tabique de 15 a 100 cm entre zanjas, que pueden tener longitudes variables de 2 a 10 m (ver figuras 8 y 9).

Figura 7. Diseño de zanja de sección trapezoidal, el suelo extraído se coloca en la parte del talud inferior

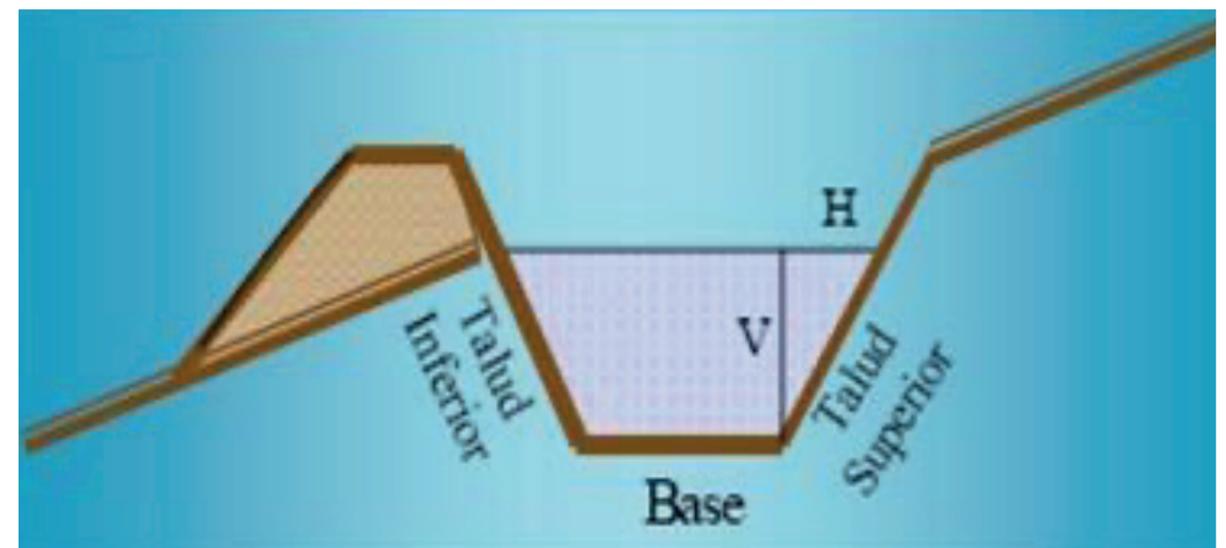


Figura 8. Zanjas de infiltración en Chile, restauración de áreas degradadas

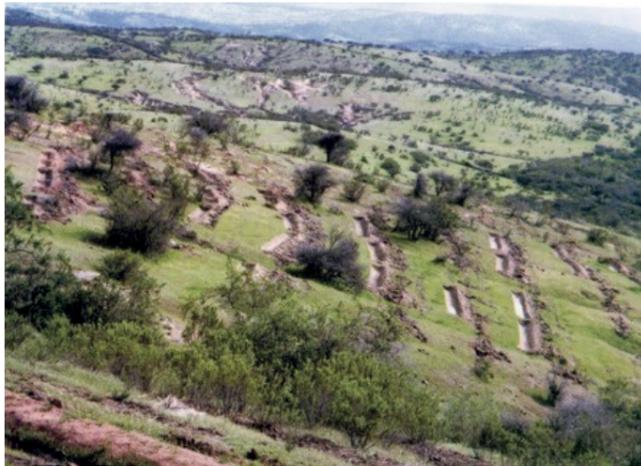


Foto: Franke JICA

Figura 9. Zanjas de infiltración limpias, con buen mantenimiento para revegetación de áreas con pastos naturales en la microcuenca Shullcas



Foto: J. Guerrero, 2010.

2.8. Barreras vivas

Las barreras vivas son plantaciones de arbustos de crecimiento permanente, que se siembran en las laderas en dos (2) o tres (3) hileras en curvas de nivel, transversalmente a la pendiente y espaciadas a la distancia suficiente para disminuir la velocidad de la escorrentía, retener y acumular los sedimentos que pueden formar un terraplén, de tal manera que con el tiempo se constituya en una terraza de formación lenta. Funcionan mejor en pendientes menores al 12 %. Cuando se instalan en pendientes entre 12 a 50 % deben ir acompañadas por obras de conservación de suelos estructurales, como las zanjas de infiltración, o como complemento a los muros de las terrazas de formación lenta o de los andenes.

Periodo

Si se va a realizar el recalce, la época adecuada para hacerlo es al inicio de la temporada de lluvias (diciembre o enero). Este se debe efectuar todos los años después de la etapa de ejecución.

Costos

Ver costos de establecimiento como referencia para las podas de mantenimiento y de recalce en el ítem 6.1.7 de la guía 4.

Descripción de la actividad

Las principales actividades para el mantenimiento de las barreras vivas son el recalce y la poda:

- i) Realizar el recalce o resiembra de las especies de la barrera viva que no han prosperado, porque las barreras vivas deben ser continuas a lo largo de la pendiente..
- ii) La poda de mantenimiento de las barreras vivas debe realizarse de acuerdo con lo indicado en el ítem 6.1. de la guía 4. Se deberá tener en cuenta que los árboles tienen que ser podados hasta una altura máxima de 2 m, para evitar el efecto de la sombra que podría perjudicar a los cultivos entre las barreras vivas (reducción de la copa).

2.9. Implementación de sistemas forestales para uso sostenible

Las operaciones de mantenimiento en estos sistemas agroforestales tienen como finalidad eliminar ramas secas

o enfermas, aclarar las ramas, reducir la copa y regular la floración y fructificación. Son fundamentales para garantizar el buen funcionamiento complementario de los árboles instalados (frutales nativos) dentro de los sistemas agrícolas y de pastizales, de manera permanente. En estos sistemas, los árboles están dentro del predio agrícola en diferentes arreglos espaciales (cerco de la chacha), junto a los muros de piedra de los andenes o a las pircas de las terrazas de formación lenta, cumpliendo diferentes funciones, tales como proteger los cultivos de los vientos fuertes o de las heladas.

La principal actividad de mantenimiento para estos sistemas forestales para uso sostenible es la poda de ramas secas o enfermas, que requiere mayor meticulosidad que las plantaciones forestales, porque no solo se trata de árboles nativos sino de árboles frutales nativos, los cuales tienen requerimientos de poda diferentes a los de las plantaciones forestales. También podría ser realizada por una brigada forestal y que la persona encargada de la poda sea un profesional calificado en frutales nativos, como capulí, pajuro, sauco, entre otros.

Periodo

La poda de los árboles en estos sistemas forestales para uso sostenible se debe realizar al inicio de la campaña agrícola/forestal (noviembre o diciembre), y estará en función de los requerimientos de luz/sombra de los cultivos, que son el objetivo principal del sistema productivo; en este caso, los árboles generalmente son frutales nativos (sauco, capulí, mote mote, pajuro, etc.) y los forestales tienen un rol complementario.

Costos

Las tablas 33 y 34 presentan los costos aproximados de la mano de obra y de las herramientas, equipos e insumos para la poda de mantenimiento de sistemas forestales para uso sostenible.

Tabla 33. Costo de mano de obra para la poda de mantenimiento para sistemas forestales para uso sostenible (12 ha)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Una brigada de poda mantenimiento (12 ha/día)				
Técnico forestal/fruticultor	Jornal	1	100	100
Peones	Jornal	6	85	510
Total				610

Fuente: Forest Trends



Foto: Douglas Walsh

Tabla 34. Costos aproximados de herramientas, equipos e insumos para la poda de mantenimiento para sistemas forestales para uso sostenible

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Equipos y/o herramientas				
Tijera de podar	Unidad	6	30	180
Sierra de podar	Unidad	6	40	240
Machete	Unidad	3	15	45
SERRUCHO CURVO	Unidad	2	30	60
Tijera pico de loro	Unidad	6	20	120
Sierra de arco de 21 in	Unidad	2	70	140
Flete				
Combustible (gasolina)	Galón	20	25	500
Insumos				
Cicatrizante de poda	Litro	1	80	80
Unidad	Unidad	5	10	50
Total				1415

Fuente: Forest Trends

En este caso, el equipo de poda debe ser especializado en poda de frutales nativos, cuyo objetivo es mejorar la producción para que las agricultoras y los agricultores tengan una mayor oferta de productos para su alimentación y para el mercado.

Descripción de la actividad

En estos sistemas forestales para uso sostenible existen diferentes sistemas de poda (ítem 6.1. de la guía 4):

- Poda de ramas enfermas, ramas laterales o raleo.
- Reducción de la copa.

Poda sincrónica

Poda mixta para permitir la sombra y la luz adecuadas para la producción de los cultivos. El árbol cumple un rol complementario, porque el objetivo principal de este sistema es el cultivo, dando como resultado la obtención de frutos nativos, forraje, varillas, hojas, tintes y leña, entre otros.

La poda en los sistemas forestales para uso sostenible de protección con especies nativas para uso sostenible comprende las siguientes tareas:

i) Cortar con mucho cuidado las ramas laterales y apicales de los árboles frutales nativos; la mayoría de los cortes se pueden hacer con tijeras de podar de mano para realizar cortes limpios y precisos.

ii) Cortar las ramas con diámetros mayores a 0,5 in utilizando un serrucho de poda previamente desinfectado.

iii) Aplicar a la zona de cortes un sellador para evitar que aparezcan enfermedades.

Poda debe ser sincrónica (raleo, despuntes): regulando el sombreado que dan los árboles a los cultivos –caso agroforestería (árboles están alrededor de las chacras)– inicio de campaña agrícola. *Ejemplo, el árbol del aliso se poda cuando alcanza una altura de 3 a 4 m, si está sembrado en los bordes de chacras con cultivos de maíz.* (Dwson,1979).

En el caso de que se hayan plantado árboles de frutales nativos (eritrina, capulí, sauco, etc.) entonces las podas deben ser para lograr una buena floración y fructificación, además de las podas sanitarias.

2.10. Implementación de sistemas de pasturas para uso sostenible

La medida de reforestación de tierras degradadas, además de los macizos forestales, se puede hacer también mediante la instalación de sistemas agrosilvopastoriles (integrando los cultivos, los árboles, el pasto y el ganado) o silvopastoriles utilizando árboles nativos, de manera complementaria a la revegetación con pastos nativos.

Descripción de la medida

Las actividades de mantenimiento de los sistemas agrosilvopastoriles se realizan con la finalidad de que los árboles cumplan de manera permanente sus funciones de protección como bordes de las parcelas o potreros de las perso-

nas dedicadas a la agricultura y la ganadería, considerando principalmente podas sincrónicas para regular la sombra que requieren los pastos y el ganado. En el caso de que el arreglo espacial de los árboles esté como barrera rompevientos, la poda también será la principal actividad de mantenimiento, con la finalidad de regular la permeabilidad adecuada de la barrera, así como la competencia entre los árboles que forman barreras rompevientos, etc.

Costo

La mano de obra y el costo para la poda de los sistemas de pasturas para uso sostenible es igual a la que descrita para los sistemas forestales para uso sostenible de protección con especies nativas para uso sostenible.

Bibliografía

Borrelli, P. y Oliva, G. (2001). Efectos de los animales sobre los pastizales. En P. Borelli y G. Oliva (Eds.). *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral* (pp. 98-128). Buenos Aires: Centro Regional Patagonia Sur INTA.

Carrasco Jiménez, J. (2019). Técnicas de control de cárcavas [Diapositiva Power Point]. <https://es.slideshare.net/mchambihuacani/control-de-carcavas-21809272>.

Carrillo, H. (1999). *Plan de desarrollo forestal para la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay*. IDMA Apurímac, <http://www.idmaperu.org/ampay/forestal.htm>

Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo. (2015). *Programa de Desarrollo Ganadero. Haciendo sostenible la ganadería altoandina*. Arequipa: DESCO, Minsur.

Forest Trends. (2020). *Herramienta de identificación Rápida de Oportunidades para la Infraestructura Natural en la Gestión de Riesgos de Desastres (HIRO GRD)* [Diapositiva PowerPoint] Recuperado de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2020/04/GUIA-HIRO-GRD.pdf](https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2020/04/GUIA-HIRO-GRD.pdf).

Forest Trends. (2022). *Inducción* [Diapositiva PowerPoint].

Huwasquiche, J. y Kómetter, R. (2018). *El aporte de los saberes comunales andinos en la regeneración de bosques andinos en la mancomunidad Saywite Choquequirao Ampay, región Apurímac-Perú*. Lima: Programa Bosques Andinos de COSUDE. Recuperado de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bosquesandinos.org/wp-content/uploads/2018/01/Rescate-de-Saberes-07-bosques-andinos.pdf](https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bosquesandinos.org/wp-content/uploads/2018/01/Rescate-de-Saberes-07-bosques-andinos.pdf)

Layten, C. (2022). *Guía técnica para el diseño de medidas de zanjas de infiltración, diques para el control de cárcavas y terrazas de formación lenta en proyectos de infraestructura natural en el marco de la gestión de riesgos a desastres* [Informe técnico]. Forest Trends.

Locatelli, B., Homberger, J. M., Ochoa-Tocachi, B. F., Bonnesoeur, V., Román, F., Drenkhan, F., Buytaert, W. (2020). *Impactos de las zanjas de infiltración en el agua y los suelos de los Andes: ¿Qué sabemos? Resumen de políticas, Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica*. Lima: Forest Trends.

Mayorga, J. (enero-junio, 2014). Recuperación del sistema de andenería en el ámbito de la microcuenca Chucumayo, distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, departamento de Lima. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas (UNMSM)*, 17(33)

Ministerio del Ambiente. (2015). *Lecciones de la tierra. Una travesía de aprendizaje por comunidades rurales del Perú que se enfrentan con éxito frente al cambio climático*. Lima: MINAM, COSUDE, PACC Perú.

Ministerio del Ambiente. (2016). *Decreto Supremo n.º 007-2016-MINAM. Estrategia nacional sobre bosques y cambio climático*. Lima. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-007-2016-minam/>

Ministerio del Ambiente. (2018). *Decreto Supremo n.º 017-2018-MINAM. Lineamientos para la incorporación de criterios sobre infraestructura natural y gestión de riesgo en un contexto de cambio climático en el marco de la reconstrucción con cambios*. Lima.

Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/235781-017-2018-minam>
http://www.bosques.gob.pe/archivo/ff3f54_ESTRATEGIACAMBIOCLIMATICO2016_ok.pdf

Ministerio del Ambiente. (2021). *Guía para la incorporación de medidas de restablecimiento de infraestructura natural en actividades del programa presupuestal PPO068-PREVAED*. Lima: MINAM.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). *Cartillas para la conservación de suelos. Zanjas de Infiltración. Manual de zanjas de infiltración*. Ayacucho: MINAM, AGRORURAL.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). *Decreto Supremo n.º 020-2015-MINAGRI. Reglamento para la gestión de las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales*. Lima. Recuperado de <https://www.midagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2015/13919-decreto-supremo-n-020-2015-minagri>

Ministerio de Agricultura y Riego y Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2018a). *Lineamientos para la restauración de ecosistemas forestales degradados y otros ecosistemas de vegetación silvestre*. RDE 083-2018-MINAGRI-SERFOR. Lima: MINAGRI, SERFOR.

Ministerio de Agricultura y Riego y Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2018b). *Orientaciones para la restauración de ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre*. Lima: MINAGRI, SERFOR.

Núñez, E., de la Cruz, H. y Proaño, R. (2018). *Buenas prácticas para la recuperación de pastizales de altura*. Lima: CONDESAN.

Ocaña, D. (2005). *Desarrollo forestal campesino en la región andina del Perú*. Lima: FAO Holanda.

Oficina de Cooperación Suiza en América Central. (2010). *Manual de bioingeniería. Reduciendo riesgos y adaptándonos al cambio climático*. Lima: COSUDE.

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural. (2021a). *Andenes para la vida. Inventario y caracterización de los andenes en los andes tropicales del Perú*. Lima: AGRORURAL.

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural. (2021b). *Cuencas para la vida. Experiencias de infraestructura natural y productiva para la gestión de recursos naturales y la reducción de la vulnerabilidad ante riesgos de desastres. Periodo 1981-2020*. Lima: AGRORURAL.

Programa de Desarrollo Rural Sostenible de Cajamarca. (2005). *Tecnologías de manejo y conservación de recursos naturales, para reducir la vulnerabilidad a fenómenos naturales y socio-naturales*. PDRS-GIZ.

Pretell, J. (1985). *Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana*. Lima: MINAGRI.

Romero-Díaz, A., Díaz-Pereira, E. y De Vente, J. (2019). Servicios ecosistémicos proporcionados por el control de cárcavas. Una revisión. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 45 (1), pp. 333-366.

Reynel, C. y Felipe-Morales, C. (1987). *Agroforestería tradicional en los Andes del Perú*. Lima: Instituto Nacional Forestal y de Fauna, FAO.

Reynel, C. y León, J. (1990). Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Lima: FAO/HOLANDA/ INFOR.

Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas. (1985) *Manual técnico de conservación de suelos*. Lima: PNCSACH, Convenio Perú-AID n.º 527-0220.

Sin autor. (febrero, 2021a). *Especificaciones técnicas de infraestructura natural. Revegetación de áreas degradadas*. [Guía inédita]. Forest Trends.

Sin autor. (febrero, 2021b). *Especificaciones técnicas de infraestructura natural. Reforestación con producción de plántones*. [Guía inédita]. Forest Trends.

Santiago, J. (2014). *Las cárcavas en la Ciudad de Bolívar*. Escuela de Ciencias de la Tierra [Diapositiva PowerPoint]. <https://sli-deployer.es/slide/71953/1/images/1/LA+EROSI%C3%93N+EN+C%C3%81R+CAVAS+EN+CIUDAD+BOL%C3%8DVAR.jpg>

Society for Ecological Restoration International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Taboada, L. (2011). *Prácticas de conservación de suelos en laderas*. Lima: AGRORURAL.

Vásquez Villanueva, A. (2000). *Manejo de cuencas altoandinas* [tomo I y II]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.



Foto: Forest Trends



Foto: Forest Trends

www.infraestructuranatural.pe

El proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica promueve la conservación, restauración y recuperación de los ecosistemas a nivel nacional, formando alianzas con organizaciones públicas y privadas para reducir los riesgos hídricos como sequías, inundaciones y contaminación del agua.

El proyecto es promovido y financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Gobierno de Canadá y liderado por Forest Trends, junto a sus socios CONDESAN, la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), e investigadores del Imperial College London.



<https://www.forest-trends.org/publications/serie-guias-IN-para-GRD>

