



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

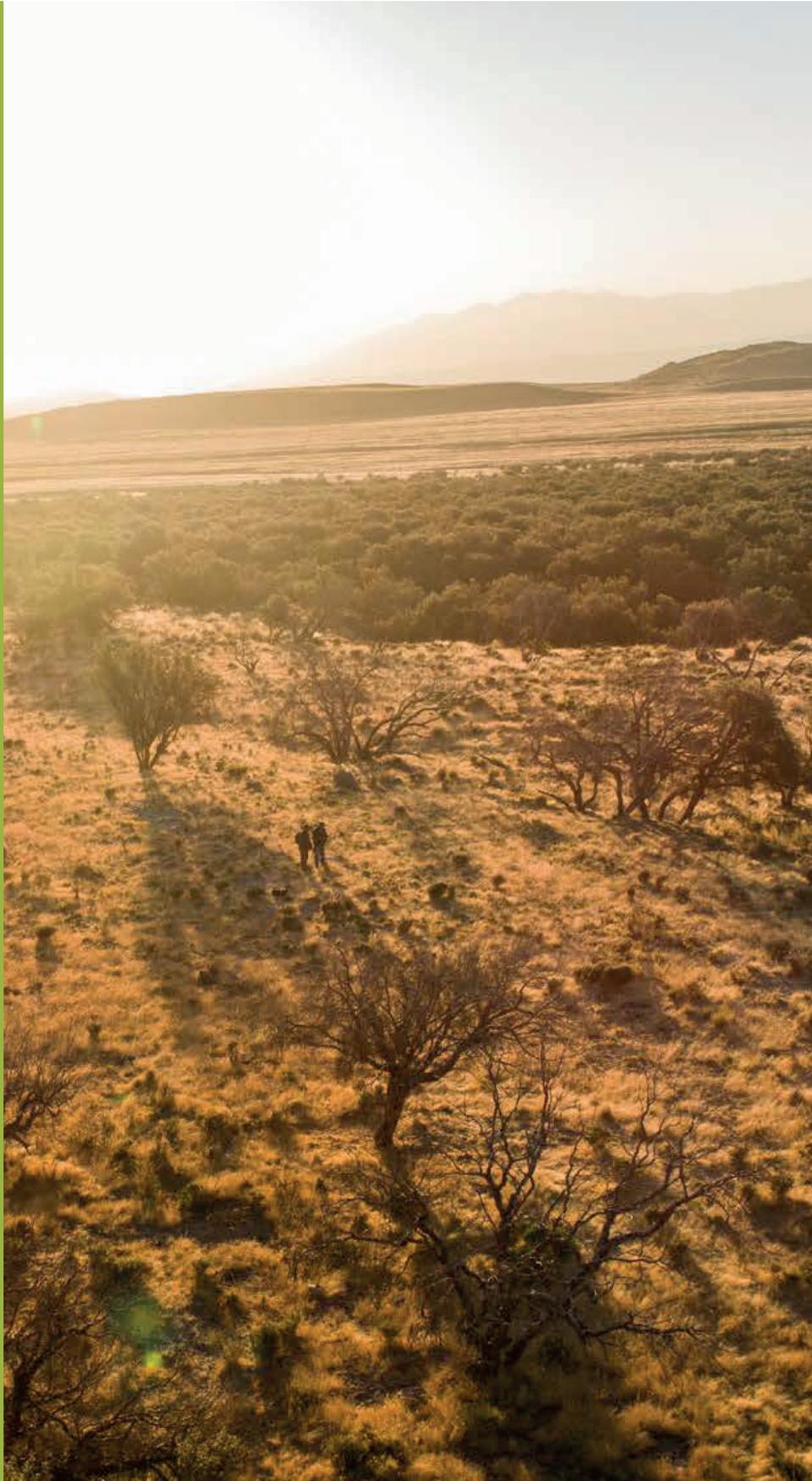
Canada



**FOREST
TRENDS**

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

Estudio de evaluación del estado del ecosistema



**Infraestructura
Natural**

para la Seguridad Hídrica



**Imperial College
London**

Autores

Hubert Orlando Portuguese Yactayo¹, Abel Aucasime Orihuela², Alex Roger Zambrano Ramírez², Zoila Yessica Armas Benites² y Claudía Lebel Castillo²

Colaborador

Héctor León Hinostroza¹

Supervisión editorial

Gabriel Rojas Guillén²

Cuidado de edición



Diseño y diagramación

Roger Ramirez Miranda

Corrección de estilo

Antonio Luya Cierzo y Ximena Basadre Málaga

Foto de portada

Denis Justo Mayhua Coaquira

Forest Trends Association

RUC: 20603007396

Calle Los Ángeles 395, Miraflores

Lima, Perú

Desarrollo de contenidos: abril 2021 a noviembre del 2022

Ira edición: junio del 2024

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.º 2025-00594

Afiliaciones

¹ Experto temático

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

³ Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña, Trujillo - Perú

⁴ Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas, Junín - Perú

Agradecimientos

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

Fernando Momiy², Gena Gammie² y Fernando León². Asimismo, agradecemos el apoyo y coordinación para los trabajos en campo a Alberto Marquina¹ y Emerson Salinas¹; César Carpio³ y Tito Rioja³ del Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña (Pejeza); la Junta de Usuarios del distrito de Riego del Valle Zaña; y a Abdías Villoslada⁴ y Hulfer Lázaro⁴ de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas (RPNYC).

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

ARCC	Autoridad para la Reconstrucción con Cambios
DAP	Diámetro a la altura del pecho
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
Minam	Ministerio del Ambiente del Perú

Índice

Presentación

I. Consideraciones generales

- I.1 Objetivo
 - I.2 Alcance
 - I.3 Definiciones importantes
 - a. Degradación
 - b. Integridad del ecosistema
 - c. Condición ecológica
 - d. Atributos
 - e. Indicadores
-

II. Estudio de evaluación del estado del ecosistema

- 2.1 Fase inicial de gabinete
 - a. Elaboración del mapa de vegetación
 - b. Determinación de atributos del ecosistema
 - c. Determinación de indicadores del ecosistema
 - d. Determinación del valor relativo de los atributos y los indicadores
 - e. Valores de referencia de los indicadores
 - f. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores
 - g. Escala de valoración del estado de conservación/degradación del ecosistema
 - 2.2 Fase de campo
 - a. Levantamiento de información de campo
 - 2.3 Fase final de gabinete
 - a. Análisis y procesamiento de datos
 - b. Cálculo del estado de conservación o degradación
-

Bibliografía

Anexos

- Anexo 1. Glosario
- Anexo 2. Matrices

Índice de mapas

Mapa 1. Mapa de zonas de vida de la cuenca media-alta del río Zaña

Mapa 2. Ejemplo de mapa del estado de conservación de áreas prioritarias en la cuenca del río Zaña

Índice de gráficos

Gráfico 1. Diagrama del proceso de evaluación del estado de los ecosistemas

Gráfico 2. Diagrama bioclimático de Holdridge

Gráfico 3. Unidades muestrales para los ecosistemas boscosos (izquierda y centro) y de matorral andino (derecha)

Gráfico 4. Transectos con 100 puntos de registro (izquierda) y parcelas de 1 m² (derecha), aplicables al muestreo de los ecosistemas pajonal de puna y césped de puna

Gráfico 5. Medición del DAP irregular

Gráfico 6. Medición del DAP con deformaciones

Gráfico 7. Medición del DAP en terreno inclinado

Gráfico 8. Medición de *Árbeora laevis* por debajo del DAP, con y sin tronco principal (izquierda y derecha)

Índice de tablas

Tabla 1. Relación de algunas zonas de vida con la generación de tipos de vegetación

Tabla 2. Atributos ecosistémicos: indicadores por tipo de ecosistema y tipos de bosque

Tabla 3. Atributos ecosistémicos: indicadores por tipo de ecosistemas arbustivos y tipos de vegetación

Tabla 4. Escala de importancia de atributos e indicadores

Tabla 5. Valor relativo de los atributos y los indicadores del ecosistema de bosque montano de vertiente occidental

Tabla 6. Valor relativo de los atributos y los indicadores del bosque semiárido y bosque subhúmedo

Tabla 7. Valor relativo de los atributos y los indicadores del bosque montano de vertiente occidental

Tabla 8. Valor relativo de los atributos y los indicadores del ecosistema de bosque relicto altoandino

Tabla 9. Valor relativo de los atributos y los indicadores del matorral árido

Tabla 10. Valor relativo de los atributos y los indicadores del matorral semiárido, matorral subhúmedo y matorral húmedo

Tabla 11. Valor relativo de los atributos y los indicadores del pajonal de puna y césped de puna

Tabla 12. Valor de referencia de indicadores por tipo de vegetación boscosa según el ecosistema

Tabla 13. Valores de referencia de indicadores por tipo de vegetación arbustiva y vegetación herbácea según el ecosistema

Tabla 14. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del bosque árido

Tabla 15. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del bosque semiárido y bosque subhúmedo

Tabla 16. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del bosque semiárido y bosque subhúmedo

Tabla 17. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del bosque relicto altoandino

Tabla 18. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del matorral árido

Tabla 19. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del matorral semiárido, matorral subhúmedo y matorral húmedo

Tabla 20. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores de pajonal de puna y césped de puna

Tabla 21. Escala de valoración del estado de conservación/degradación del ecosistema

Tabla 22. Lista de especies invasoras

Tabla 23. Ejemplo de evaluación del estado de conservación/degradación de un pajonal de un bosque estacionalmente seco árido o semiárido

Tabla 24. Ejemplo de evaluación del estado de conservación/degradación de un pajonal de puna húmeda

Índice de fotografías

Fotografía 1. Ejemplo de identificación y registro de especies arbóreas.

Fotografía 2. Composición florística: gramíneas y graminoides, hierbas y arbustos.

Fotografía 3. Especies invasoras: *Astragalus uniflorus* (izquierda) y *Margyricarpus* sp. (derecha)

Fotografía 4. Medición de la cobertura aérea en pajonal de puna húmeda y en bosque relicto altoandino

Fotografía 5. Medición del DAP en bosques en general

Fotografía 6. Cobertura de piso en el bosque relicto altoandino

Fotografía 7. Regeneración natural (izquierda) y profundidad o espesor del mulch (derecha)

Fotografía 8. Presencia de cárcavas en los ecosistemas de bosque estacionalmente seco subhúmedo (izquierda y centro) y césped de puna (derecha)

Fotografía 9. Presencia de movimiento en masa (izquierda), piedras (centro) y suelos (derecha)

Fotografía 10. Cambio de uso del suelo (conversión del bosque a agricultura)

Presentación

El Perú, megadiverso y vulnerable al cambio climático, debe integrar en su desarrollo un enfoque de Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) hidrometeorológicos, alineando políticas y compromisos internacionales de Gestión de Riesgos de Desastres (GRD) y promoviendo la conservación de la biodiversidad para aprovechar los servicios ecosistémicos. La Autoridad Nacional de Infraestructura (ANIN), en el marco del acuerdo de Gobierno a Gobierno entre el Perú y el Reino Unido, se encarga de la ejecución de proyectos para reducir riesgos en diecisiete (17) cuencas vulnerables del Perú.

Forest Trends, a través del Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica (NIWS por sus siglas en inglés), brinda asistencia técnica para elaborar estudios definitivos de infraestructura natural. Ante la falta de metodologías, Forest Trends ha desarrollado guías para orientar estos procesos, disponibles en la *Serie de Guías para la Elaboración de Estudios Definitivos de Infraestructura Natural con Enfoque en Gestión del Riesgos de Desastres*.

Como parte de esta serie, este documento se centra en la importancia de realizar un análisis preciso del estado de los ecosistemas en áreas de intervención afectadas por factores que condicionan y desencadenan riesgos, como inundaciones y movimientos de masa.

Esta guía se fundamenta en lo desarrollado por el Ministerio del Ambiente (Minam) del Perú, que desde el 2016 ha estado elaborando metodologías para facilitar la evaluación del estado de diversos ecosistemas. Actualmente, existen guías específicas para ecosistemas altoandinos, de yunga, bosque seco, bofedal, bosque de llanura amazónica, bosques relictos altoandinos y bosques relictos montanos de vertiente occidental, las dos últimas categorías desarrolladas en colaboración con el proyecto NIWS¹. Estas metodologías han demostrado ser altamente versátiles en el monitoreo y evaluación de los ecosistemas, por lo que han sido adaptadas a las inversiones en infraestructura natural dentro de la gestión de riesgos de desastres, ajustando ciertos atributos e indicadores.

La metodología descrita en esta guía ha sido validada en las cuencas del río Piura (departamento de Piura), río Cañete (departamento de Lima) y río Zaña (departamento de Lambayeque). Se basa en las áreas de intervención previamente definidas, utilizando la guía de localización de áreas de intervención y detalla el proceso que abarca desde el diseño del muestreo y la recolección de atributos e indicadores en el campo hasta el procesamiento de datos en gabinete, la estimación del estado del ecosistema y, finalmente, la identificación de posibles medidas de aplicación.

¹ Disponibles en <https://geoservidor.minam.gob.pe/informacion-institucional/publicaciones/>. Y en <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/11909/RM-N-183-2016-MINAM1.pdf>



Consideraciones generales

1.1. Objetivo

El objetivo de esta guía es proporcionar directrices para elaborar estudios de evaluación del estado del ecosistema como parte del proceso de diagnóstico y evaluación de los ecosistemas susceptibles a inundación y movimiento de masas en las áreas de intervención de proyectos de infraestructura natural con enfoque de gestión de riesgo de desastres

1.2. Alcance

Esta guía está destinada a ser utilizada por especialistas técnicos de entidades públicas y privadas que promuevan y desarrollen intervenciones en infraestructura natural con un enfoque en la gestión de riesgos en las etapas de preinversión y en el desarrollo de estudios definitivos. Este documento se aplica específicamente a ecosistemas estacionalmente secos de colina y montaña, incluyendo sus subtipos árido o semiárido y subhúmedo, así como bosques montanos de la vertiente occidental, bosques relictos altoandinos, matorrales andinos, pajonales de puna húmeda y césped de puna

1.3. Definiciones importantes

La metodología hace uso de los conceptos de degradación, integridad del ecosistema, condición ecológica, atributos e indicadores.

a. Degradación

En el contexto nacional, son ecosistemas degradados los que han sufrido pérdida total o parcial de alguno de sus factores de producción (componentes esenciales), lo que altera su estructura y funcionamiento y disminuye su capacidad de proveer bienes y servicios. Esas pérdidas pueden originarse en cualquiera de sus componentes bióticos o abióticos y en sus diversas relaciones, debido, principalmente, a la sobreexplotación de los recursos naturales².

b. Integridad del ecosistema

Propiedad sintética del ecosistema como una totalidad, que incluye la presencia de todos los elementos y los procesos

que ocurren de manera adecuada. Es un concepto que expresa el grado en el que los componentes físicos, químicos y biológicos y sus relaciones (incluyendo la composición, la estructura y la función del ecosistema) están presentes y son capaces de mantener la autorrenovación del sistema. En la práctica, se asocia con el concepto de condición ecológica, ya que la máxima integridad del ecosistema es la referencia de la mejor condición ecológica (Fennessy *et al.*, 2007).

c. Condición ecológica

Busca cuantificar qué tanto un sitio dado se ha distanciado de la integridad ecológica ideal. Se puede definir como la capacidad de un ecosistema de mantener su complejidad y capacidad de auto organización ante presiones externas (cambios antrópicos). Se mide con base en la composición de las especies, las características fisicoquímicas y las funciones ecológicas en el sitio dado, y comparando los valores de un ecosistema similar; pero sin alteraciones humanas, que se utiliza como referencia. La condición ecológica resulta de la integración de los procesos químicos, físicos y biológicos que el ecosistema mantiene en el tiempo (Fennessy *et al.*, 2007).



Foto: Armando Molina

² https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/319848/RM_N__178-2019.pdf



Foto: Forest Trends

d. Atributos

Los atributos de un ecosistema natural son las características físicas, biológicas y funcionales que definen su estructura y funcionamiento. Estos atributos incluyen elementos como la diversidad de especies (biodiversidad), la estructura trófica (relaciones alimenticias), la productividad primaria (producción de biomasa vegetal), los ciclos biogeoquímicos (como el ciclo del carbono y del nitrógeno), la conectividad ecológica (interacciones entre hábitats), la resistencia y resiliencia ante perturbaciones, entre otros. Estos atributos son fundamentales para entender la salud y la capacidad de respuesta de un ecosistema frente a cambios ambientales y disturbios.

Los atributos del ecosistema en su conjunto deben proporcionar información sobre su estado (Pyke *et al.*, 2002).

e. Indicadores

Son los parámetros o las características de un ecosistema fáciles de evaluar, que brindan información acerca del estado del atributo y, en consecuencia, permiten el monitoreo del área. Cada indicador refleja el grado de alejamiento o cercanía del valor ecológico del área por evaluar, con respecto al valor del área de referencia (Minam, 2016).

Estudio de evaluación del estado del ecosistema

Se trata de un proceso que debe realizarse de manera sistemática (Gráfico 1) sobre las áreas que se encuentran en proceso de degradación, con el objetivo de evaluar en forma adecuada el estado del ecosistema y plantear las medidas apropiadas.

En esa perspectiva, se debe evaluar el estado de las áreas en proceso de degradación, lo que requiere disponer de criterios e indicadores objetivos.

Gráfico 1. Diagrama del proceso de elaboración del estudio de evaluación del estado de los ecosistemas

1° Elaboración de mapas de tipos de vegetación por tipo de ecosistema

2° Determinación de atributos e indicadores del ecosistema

3° Determinación del valor relativo (puntaje) de atributos e indicadores del ecosistema

4° Determinación de valores de referencia de los indicadores

5° Establecimiento de la escala valores de referencia

6° Establecimiento de la escala de valoración del estado del ecosistema (valor ecológico)

7° Diseño de muestreo

8° Medición de indicadores en campo

9° Procesamiento de datos y obtención de resultados/muestra/tipo de vegetación

10° Elaboración del mapa del estado del ecosistema

Fuente: Forest Trends.

Para la evaluación del estado de conservación o degradación de los ecosistemas comprendidos en las áreas prioritarias de intervención, con medidas de infraestructura natural como alternativa de control de inundaciones y movimientos en masa, se desarrollarán las actividades de gabinete y de campo que se exponen a continuación.

2.1. Fase inicial de gabinete

a. Elaboración del mapa de vegetación

Debido a determinada variabilidad florística, fisonómica y climática, que existe al interior de los ecosistemas comprendidos en el Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (Minam, 2019),

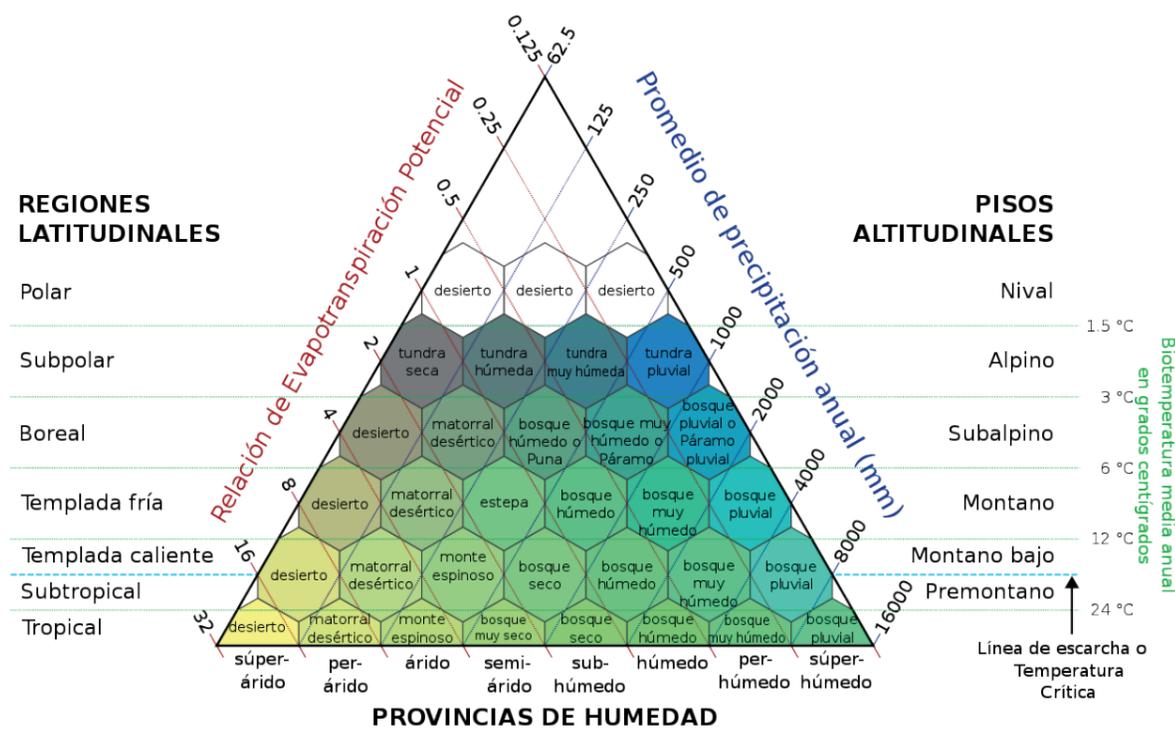
amerita definir en su interior los tipos de vegetación o cobertura vegetal que conforman, con el objetivo de lograr mayor exactitud y precisión en los resultados del estudio de evaluación del estado de los ecosistemas. Estos tipos de vegetación pueden ser delimitados utilizando los límites de las zonas de vida del Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976 e INRENA, 1995), los cuales resultan de la integración de parámetros climáticos relacionados con la vegetación natural. Las zonas de vida ubicadas en diferentes pisos altitudinales expresan determinados valores por su condición de humedad en el suelo, denominadas "provincias de humedad", tal como se muestra en el Diagrama Bioclimático de Holdridge (Gráfico 2).

El primer paso consiste en trasladar las zonas de vida del Mapa Ecológico del Perú hacia el área a evaluar, para conocer cuáles les corresponde y, con ello, debido a la mayor escala cartográfica de trabajo, se trazarán los límites altitudinales correspondientes para cada zona de vida, obteniendo, de esta manera, un nuevo mapa, tal como se muestra en el ejemplo (Mapa 1).

El siguiente paso es generar un mapa de vegetación a nivel de formaciones vegetales, como bosques matorrales y herbazales, utilizando como referencia las unidades del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú y, con el apoyo de

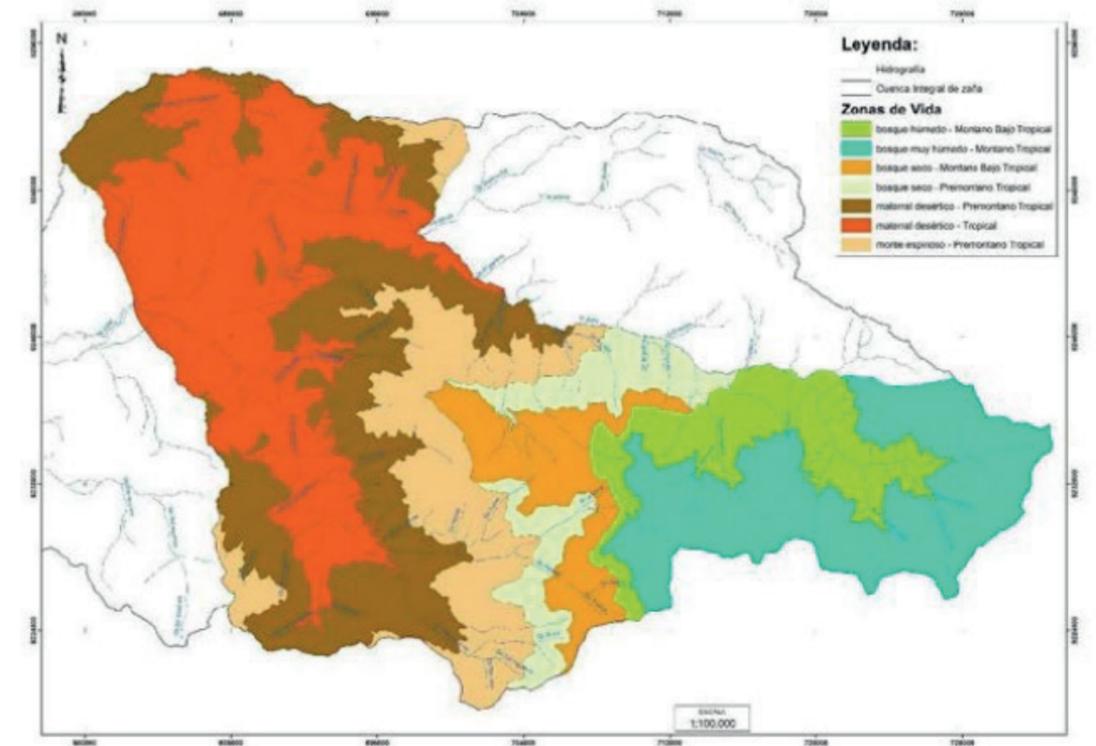
imágenes satelitales de alta resolución espacial y haciendo un traslape con el nuevo mapa de zonas de vida, se obtendrá uno tal como será. Luego, este mapa de vegetación se superpone con el nuevo mapa de zonas de vida y, de esta manera, se obtiene tipos de vegetación relacionados con la condición de humedad de las zonas de vida y que, al mismo tiempo, formará parte de su nomenclatura. El ejemplo (Mapa 1) muestra el resultado de este proceso, específicamente para la región latitudinal tropical. Por su parte, la Tabla 1 muestra la relación de algunas zonas de vida con su condición de humedad y la generación de tipos de vegetación.

Gráfico 2. Diagrama bioclimático de Holdridge



Fuente: ONERN 1976, INRENA 1995.

Mapa 1. Mapa de zonas de vida de la cuenca media-alta del río Zaña



Fuente: Forest Trends.

Tabla 1. Relación de algunas zonas de vida con la generación de tipos de vegetación

Zona de vida	Condición de humedad	Ecosistema	Tipo de vegetación
Matorral desértico - Tropical, matorral desértico - Premontano tropical, matorral desértico - Montano bajo tropical	Árido	Matorral andino, bosque estacionalmente seco de colina y montaña	Matorral andino árido, bosque árido
Matorral desértico - Montano tropical, estepa espinosa - Tropical monte espinoso - Premontano tropical	Semiárido	Matorral andino, bosque estacionalmente seco de colina y montaña	Matorral andino semiárido, bosque semiárido
Estepa - Montano tropical, bosque seco - Premontano tropical, Bosque seco - Montano bajo tropical	Subhúmedo	Matorral andino, bosque estacionalmente seco de colina y montaña	Matorral andino subhúmedo, bosque subhúmedo
Bosque húmedo - Montano bajo tropical, bosque húmedo - Montano tropical, páramo húmedo - Subalpino tropical	Húmedo	Matorral andino, bosque montano de vertiente occidental, bosque relicto altoandino, pajonal de puna húmeda	Matorral andino húmedo, bosque húmedo, bosque relicto altoandino, pajonal de puna, césped de puna

Fuente: ONERN 1976; INRENA 1995; MINAM (2019) / Fuente: Forest Trends

b. Determinación de atributos del ecosistema

Los atributos son cualidades del ecosistema que expresan su condición, estado o capacidad para cumplir procesos y funciones ecológicas, como flujo de materia y energía (ciclo de nutrientes, fotosíntesis o ciclo hidrológico), y su capacidad de recuperación ante disturbios.

Para la determinación de los atributos de los ecosistemas objeto de evaluación se utilizaron como referencia las guías de evaluación del estado de los ecosistemas, entre estos, pajonal de puna, césped de puna, tolar, bofedal, bosque relicto altoandino, bosque relicto montano de vertiente occidental y bosque seco (Minam, 2016, 2019a, 2019b, 2019c y 2019d).

A continuación, se describen los atributos del ecosistema:



Florística

En los ecosistemas de gran diversidad florística, las distintas especies existentes mantienen la estabilidad del ecosistema



Integridad biótica

Este atributo expresa la capacidad del ecosistema para mantener los procesos ecológicos clave, como el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes y la resistencia a las perturbaciones causadas por eventos naturales y antrópicos (Minam, 2016). También representa el potencial para brindar servicios ecosistémicos de provisión, regulación, entre otros.

o seguro biológico (freno a especies invasoras, soporte debido a la pérdida de determinadas especies, entre otros). Por ello, su presencia expresa productividad; resistencia al cambio climático; aprovechamiento de la luz solar; los nutrientes y la humedad del suelo; resistencia al estrés por sequía estacional o cambios bruscos de temperatura; resistencia a plagas y enfermedades, acidificación, salinidad, erosión, entre otros. Esta situación aporta estrategias propias de respuesta y resistencia a las perturbaciones ambientales (Minam, 2016; Josse *et al.*, 2009).



Estabilidad física

Es una cualidad del ecosistema que le permite mantener su integridad física y biológica frente a procesos desestabilizadores, como la erosión, movimientos de masa y demás.



Vulnerabilidad

Expresa la exposición de los ecosistemas a determinados peligros o amenazas de carácter antrópico.

c. Determinación de indicadores del ecosistema

Los indicadores son variables o características observables de un ecosistema que brindan información acerca del estado actual de los atributos. Su observación periódica permite el monitoreo (Minam, 2016). La suma de sus valores posibilita estimar el valor ecológico o estado de conservación/degradación del ecosistema, teniendo como base valores de referencia (ecosistemas conservados).

Como referencia para la determinación de los indicadores, también se han tomado las guías de evaluación del estado de los ecosistemas elaboradas por el Minam. Para esto, se han considerado los siguientes criterios:

- Relación directa con su integridad y funcionalidad.
- Relación directa con los procesos geodinámicos externos.
- Permanencia en el tiempo.
- Sensibilidad y existencia de respuestas predecibles ante perturbaciones.
- Facilidad de interpretación.
- Facilidad de medición.
- Uso de materiales y equipos no complicados y de bajo costo.

A continuación, se describen los indicadores seleccionados:



Riqueza (número de especies)

En el sentido de riqueza florística, expresa la productividad y la estabilidad del ecosistema o seguro biológico (freno a las especies invasoras, soporte ante la pérdida de especies y el cambio climático). Denota estrategias de resistencia al estrés por sequía estacional, cambios bruscos de temperatura, plagas y enfermedades, acidificación, salinidad, erosión, entre otros.



Composición florística

Se refiere a las formas biológicas o formas de vida vegetal que presentan las especies, con sus propias estrategias funcionales y capacidades para absorber nutrientes y convertirlos en biomasa para aprovechar mejor la luz solar y la humedad del suelo (Minam, 2016). Es aplicable a los ecosistemas de pajonal y césped de puna.



Cobertura aérea

Este parámetro mide el espacio aéreo ocupado por la expansión horizontal de la copa de los árboles, la corona o canopia de los arbustos, gramíneas y gramínoideas y herbáceas. Se relaciona con la estructura y la capacidad de la vegetación de captar y regular la entrada de energía solar vital para los procesos de desarrollo de las plantas (germinación, crecimiento, floración, fructificación, defoliación-foliación y demás). Asimismo, se relaciona con el control de la erosión del suelo, sobre todo en el periodo de lluvias. Un mayor porcentaje de cobertura indicará mayor nivel de conservación del ecosistema y mejores condiciones para el establecimiento de la regeneración natural y, con este, para la renovación de la biota.



Área basal

Es un parámetro que estima la dominancia de los árboles en el bosque. Permite calcular el potencial volumétrico del bosque en términos maderables y la biomasa vegetal aérea. Árboles con tronco de buenos diámetros indican poca o baja perturbación del ecosistema y, por lo tanto, su capacidad para brindar servicios ecosistémicos. También brinda información acerca de su estructura poblacional, es decir, datos sobre la presencia o falta de individuos jóvenes que asegure la futura población del bosque, al mismo tiempo que de individuos maduros que actúen como semilleros (Lamprecht, 1990).



Cobertura del piso

Es la cobertura vegetal del estrato inferior del bosque, que puede estar formada —dependiendo del tipo de ecosistema— por una cubierta de herbáceas, arbustos, musgos o helechos, incluyendo la regeneración natural de especies arbóreas. Esta cubierta cumple la función de proteger al suelo de la erosión, regular la velocidad de la escorrentía superficial y favorecer la infiltración del agua en el suelo durante el periodo de lluvias. Esta cubierta vegetal protege al suelo de la erosión y conserva mejor su humedad; asimismo, contribuye a la formación del mulch.



Altura de la canopia

Referida a la altura de las gramíneas y graminoides, así como a los arbustos del pajonal, césped de puna y arbustos del matorral andino. Refleja el vigor de las plantas y el potencial del sitio

para sostener un crecimiento adecuado de todas las especies. Existe una relación entre la altura de la planta y la longitud del sistema radicular: Raíces profundas y bien ramificadas se asocian a una buena aireación, grado de porosidad y retención de humedad a lo largo del perfil del suelo (Minam, 2016).



Regeneración natural

Referido a un determinado porcentaje de la regeneración natural de las especies arbóreas que han conseguido establecerse definitivamente en el terreno, garantiza la renovación del bosque y, en consecuencia, su sostenibilidad ecológica (Lamprecht, 1990). Para fines de esta guía, se considera regeneración natural a aquellos individuos que superen los 25 cm de altura hasta individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP³) < 5 cm.



Plantas invasoras

Son plantas que aparecen de forma progresiva cuando el ecosistema ha sufrido perturbaciones de origen antrópico o natural y que terminan reemplazando a las especies originales. Pueden ser plantas nativas que están suprimidas o latentes en la misma comunidad vegetal, o plantas exóticas o introducidas.



Mulch (cobertura orgánica o mantillo)

Capa orgánica superficial del suelo formada por restos fraccionados de partes vegetales (hojas, flores, frutos, semillas, raíces secundarias, etc.), los cuales se encuentran en proceso de descomposición para convertirse luego en suelo orgánico. La cantidad de este material depositado indica el



potencial del ecosistema para generar nutrientes. Esta capa orgánica, además de proteger al suelo de la erosión, cumple un papel importante en el mejoramiento de las características químicas y físicas (mayor infiltración, mayor retención y regulación del agua).



Suelo desnudo

Es el espacio carente de vegetación. Expresa la discontinuidad de la cobertura vegetal y la exposición a los procesos de erosión, así como la pérdida de la capacidad de conservar la humedad.



Erosión del suelo

Pérdida de suelo del ecosistema, que afecta la estabilidad física y provoca, a la vez, la pérdida de capacidad de generar nutrientes, almacenar agua y regular la escorrentía superficial.



Movimientos de masa

Procesos exógenos que ocurren sobre la superficie, como deslizamientos, derrumbes y caídas de roca. Se relacionan



Incendio forestal

Este indicador refiere al fuego de gran magnitud que se propaga sin control a través de la vegetación, afectando seriamente a la flora, fauna y microorganismos del suelo. El incendio forestal produce la pérdida o degradación del ecosistema eliminado o limitando su capacidad de brindar servicios ecosistémicos.



Cambio de uso del suelo

Este indicador califica el proceso de cambio de uso del suelo, es decir, el de eliminación del bosque (deforestación), matorral o pajonal, para dar paso a otras actividades, como la ampliación de la frontera agrícola-pecuaria, expansión urbana, carreteras, entre otros. Las tablas 2 y 3 muestran la relación de atributos e indicadores por tipo de ecosistemas y por tipo de vegetación presentes en las cuencas de estudio, que permitirán evaluar el estado actual de conservación o degradación de los ecosistemas.

3 El DAP se mide, exactamente, a 1,30 m de altura respecto del suelo.

Tabla 2. Atributos ecosistémicos: indicadores por tipo de ecosistema y tipos de bosque

Atributos	Indicadores	Ecosistema matorral andino					Ecosistema pajonal de puna húmeda
		Matorral árido	Matorral semiárido	Matorral subhúmedo	Matorral húmedo	Pajonal de puna	Césped de puna
Florística	Riqueza (número de especies)	X	X	X	X	X	X
	Composición florística (%)					X	X
Integridad biótica	Cobertura aérea (%)	X	X	X	X	X	X
	Altura de la canopia (cm)	X	X	X	X	X	X
	Plantas invasoras (%)	X				X	X
Estabilidad de suelo	Profundidad de mulch (cm)		X	X	X		
	Suelo desnudo (%)					X	X
	Erosión del suelo	X	X	X	X	X	X
	Movimiento en masa	X	X	X	X	X	X
Vulnerabilidad	Incendio forestal	X	X	X	X		
	Cambio de uso del suelo	X	X	X	X		

Fuente: Forest Trends

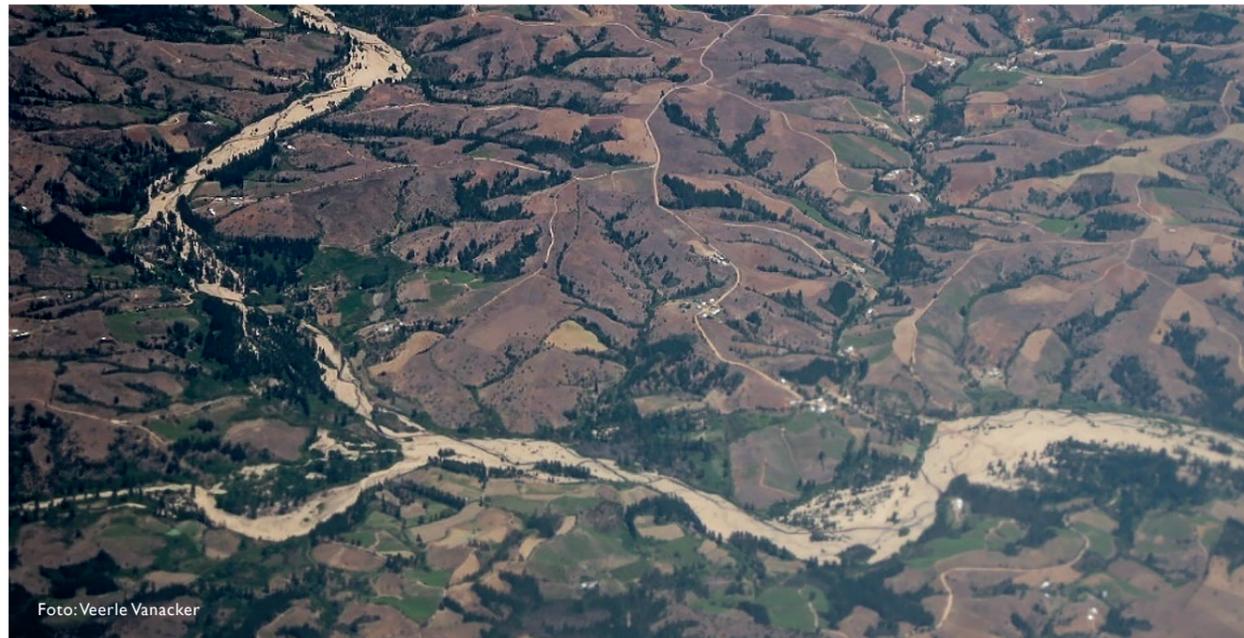


Tabla 3. Atributos ecosistémicos: indicadores por tipo de ecosistemas arbustivos y tipos de vegetación

Atributos	Indicadores	Ecosistema matorral andino					Ecosistema pajonal de puna húmeda
		Matorral árido	Matorral semiárido	Matorral subhúmedo	Matorral húmedo	Pajonal de puna	Césped de puna
Florística	Riqueza (número de especies)	X	X	X	X	X	X
	Composición florística (%)					X	X
Integridad biótica	Cobertura aérea (%)	X	X	X	X	X	X
	Altura de la canopia (cm)	X	X	X	X	X	X
	Plantas invasoras (%)	X				X	X
Estabilidad de suelo	Profundidad de mulch (cm)		X	X	X		
	Suelo desnudo (%)					X	X
	Erosión del suelo	X	X	X	X	X	X
	Movimiento en masa	X	X	X	X	X	X
Vulnerabilidad	Incendio forestal	X	X	X	X		
	Cambio de uso del suelo	X	X	X	X		

Fuente: Forest Trends

No se han considerado todos los indicadores para la totalidad de los ecosistemas estudiados, por las siguientes razones:

- No fue necesario considerar el número de especies (riqueza específica) en el bosque relicto altoandino debido a que es florísticamente homogéneo, es decir, está representado por el único género *Polylepis* y que en una determinada zona puede estar conformado por una, dos o tres especies, lo cual no es un indicativo que exista relación con algún nivel de degradación o conservación del ecosistema.
- El bosque componente arbóreo constituye el grupo funcional dominante en todas sus formas, resultando ser de menor importancia las otras formas de vida vegetal existentes en el bosque, por lo que no se consideraron como indicadores en la presente guía.
- En lo que respecta al área basal, los matorrales y los herbazales no tienen fuste o tronco, por lo tanto, este

parámetro no aplica. Estimar la altura de los árboles resulta ser complicado, por eso no ha sido considerado como indicador.

- Las plantas invasoras significan un verdadero peligro para los herbazales; al ser altamente competitivas, pueden reemplazar a las plantas originales y deseables, que cumplen una buena función estabilizadora del terreno; sin embargo, en los bosques y matorrales, estas plantas son poco competitivas. La cobertura de piso no aplica al pajonal y al césped de puna, ya que a su vez se mide otro indicador como es el suelo desnudo. El bosque montano de vertiente occidental, en diferentes grados de conservación, siempre mantiene una cobertura de piso. En el bosque estacionalmente seco de colina y montaña la cobertura de piso es de carácter estacional, por lo que resulta inaplicable.

- La evaluación de la regeneración natural en los bosques heterogéneos y herbazales es complicada, tanto por la identificación botánica de los individuos como por la fuerte competencia intraespecífica que existe, lo que no garantiza su establecimiento final. Por el contrario, en el bosque relicto altoandino, al tratarse de un bosque florísticamente homogéneo, la competencia intraespecífica prácticamente no existe, existiendo mayor probabilidad de su establecimiento definitivo, además que no es complicada su identificación botánica.
- El mulch tiene una presencia insignificante en el bosque estacionalmente seco de colina y montaña y en el matorral andino. Por su parte, en los herbazales, debido a que su capa orgánica superficial es muy delgada, no se justifica medir su profundidad.

d. Determinación del valor relativo de los atributos y los indicadores

La determinación del valor relativo de los atributos y los indicadores del ecosistema se basa en una escala —que se muestra en la Tabla 4— de importancia aplicable a todos los ecosistemas materia de la presente guía.

Tabla 4. Escala de importancia de atributos e indicadores

Valor	Rango
1	Igualmente importante
2	Ligeramente importante
3	Moderadamente importante
4	Fuertemente importante

En el Anexo 2 se muestran las diez (10) matrices empleadas para el cálculo del peso y el valor relativo (puntaje) de los atributos y los indicadores de los ecosistemas de bosque estacionalmente seco de colina y montaña, bosque montano de vertiente occidental, bosque relicto altoandino, matorral andino, pajonal de puna húmeda y todos a nivel de tipos de vegetación. Este valor relativo se refiere al máximo valor o puntaje asignado a cada atributo e indicador, cuya suma total es 100 %, como se muestra en las tablas del 5 a la 11.

Tabla 5. Valor relativo de los atributos y los indicadores del ecosistema de bosque montano de vertiente occidental

Atributo	Indicadores	Valor relativo (%)
Florística (14)	Número de especies arbóreas	14,00
Integridad biótica (48)	Cobertura aérea (%)	19,00
	Área basal (m ² /0,10 ha)	19,00
	Cobertura arbustiva (%)	10,00
Estabilidad física (29)	Erosión del suelo	14,50
Vulnerabilidad (9)	Movimiento de masa	14,50
	Incendio forestal	4,50
	Cambio de uso del suelo	4,50
Total		100,00

Fuente: Forest Trends

Tabla 6. Valor relativo de los atributos y los indicadores del bosque semiárido y bosque subhúmedo

Atributo	Indicadores	Valor relativo (%)
Florística (14)	Número de especies arbóreas	14,00
Integridad biótica (48)	Cobertura aérea (%)	19,50
	Área basal (m ² /0,10 ha)	19,00
	Cobertura aérea arbustiva (%)	10,00
Estabilidad física (29)	Profundidad del mulch (cm)	5,00
	Erosión del suelo	11,00
	Movimiento de masa	13,00
Vulnerabilidad (9)	Incendio forestal	4,50
	Cambio de uso del suelo	4,50
Total		100,00

Fuente: Forest Trends

Tabla 7. Valor relativo de los atributos y los indicadores del bosque montano de vertiente occidental

Atributo	Indicadores	Valor relativo (%)
Florística (14)	Número de especies arbóreas	14,00
Integridad biótica (48)	Cobertura aérea (%)	24,00
	Área basal (m ² /0,10 ha)	24,50
Estabilidad física (29)	Profundidad del mulch (cm)	5,00
	Erosión del suelo	12,00
	Movimiento de masa	12,00
Vulnerabilidad (9)	Incendio forestal	4,50
	Cambio de uso del suelo	4,50
Total		100,00

Fuente: Forest Trends

Tabla 8. Valor relativo de los atributos y los indicadores del ecosistema de bosque relicto altoandino

Atributo	Indicadores	Valor relativo (%)
Integridad biótica (54)	Cobertura aérea (%)	19,00
	Área basal (m ² /0,04 ha)	20,00
	Regeneración natural (%)	10,00
	Cobertura de piso (%)	5,00
Estabilidad física (34)	Profundidad del mulch (cm)	7,00
	Erosión del suelo	14,00
	Movimiento de masa	13,00
Vulnerabilidad (12)	Incendio forestal	6,00
	Cambio de uso del suelo	6,00
Total		100,00

Fuente: Forest Trends

Tabla 9. Valor relativo de los atributos y los indicadores del matorral árido

Atributo	Indicadores	Valor relativo (%)
Florística (14)	Número de especies arbustivas	14,00
Integridad biótica (48)	Cobertura aérea (%)	28,00
	Cobertura de gramíneas (%)	7,00
	Altura de la canopia (cm)	13,00
Estabilidad física (29)	Erosión del suelo	15,00
	Movimiento de masa	14,00
Vulnerabilidad (9)	Incendio forestal	4,50
	Cambio de uso del suelo	4,50
Total		100,00

Fuente: Forest Trends

Tabla 10. Valor relativo de los atributos y los indicadores del matorral semiárido, matorral subhúmedo y matorral húmedo

Atributo	Indicadores	Valor relativo (%)
Florística (14)	Número de especies	14,00
Integridad biótica (48)	Cobertura aérea (%)	28,00
	Cobertura de gramíneas (%)	7,00
	Altura de la canopia (cm)	13,00
Estabilidad física (29)	Profundidad del mulch (cm)	4,00
	Erosión del suelo	14,00
	Movimiento de masa	11,00
Vulnerabilidad (9)	Incendio forestal	4,50
	Cambio de uso del suelo	4,50
Total		100,00

Fuente: Forest Trends



Foto: Forest Trends

Tabla 11. Valor relativo de los atributos y los indicadores del pajonal de puna y césped de puna

Atributos	Indicadores	Valor relativo (%)
Florística (7.5)	Riqueza (número de especies):	-
	Gramíneas y gramínoideas	5,00
	Arbustos	2,00
	Hierbas	1,00
Florística (7.5)	Composición:	-
	Gramíneas y gramínoideas (%)	4,00
	Arbustos (%)	2,00
	Hierbas (%)	1,00
Integridad biótica (54)	Cobertura aérea (%)	27,00
	Altura de la canopia (cm)	14,00
	Plantas invasoras (%)	13,00
Estabilidad física (31)	Suelo desnudo (%)	12,00
	Erosión del suelo	13,00
	Movimiento de masa	6,00
Total		100,0

Fuente: Forest Trends

e. Valores de referencia de los indicadores

La evaluación del estado de conservación o degradación de un ecosistema requiere conocer un estado de referencia ("estado ideal"), de preferencia de la misma zona, con el cual se pueda comparar. En este caso, los valores de referencia de los tipos de vegetación derivados de los ecosistemas del mapa nacional (Minam, 2019) se han obtenido de las áreas mejor conservadas, esto es, de aquellas que presentan buen desarrollo de sus características biológicas y físicas y poca o nula intervención antrópica, excepto cuando están bajo

manejo. En las tablas 12 y 13 se muestran los valores de referencia definidos para los indicadores de cinco (5) tipos de ecosistemas y sus respectivos tipos de vegetación, valores que provienen de información de parcelas evaluadas en campo como parte de la validación de la presente guía, así como de información secundaria proveniente de estudios realizados en ecosistemas equivalentes (Inrena, 1998; Minam, 2011; Minam, 2016; Masías, 2017) en las mismas zonas o en otros ámbitos.

Tabla 12. Valor de referencia de indicadores por tipo de vegetación boscosa según el ecosistema

Atributos	Indicadores	Bosque estacionalmente seco de colina y montaña			Bosque montano de vertiente occidental	Bosque relicto altoandino
		Bosque árido	Bosque semiárido	Bosque subhúmedo		
Florística	Riqueza (número de especies)	3	7	10	20	
Integridad biótica	Cobertura aérea (%)	35	50	60	85	60
	Área basal (m²)	0,5	1,5	3,0	8,0	0,5 / 1,0
	Cobertura de piso (%)					50 / 60
	Cobertura arbustiva (%)	25	50	60		
	Regeneración natural (%)					25
Estabilidad del suelo	Profundidad del mulch (cm)		3	5	15	5 / 10
	Erosión del suelo	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
	Movimiento de masa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Vulnerabilidad	Incendio forestal	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Cambio de uso del suelo	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: Forest Trends

Nota: En el bosque relicto altoandino, los menores valores de área basal, cobertura de piso y profundidad del mulch aplican cuando se ubica en la zona de vida páramo muy húmedo y los mayores valores cuando se ubica en la zona de vida páramo pluvial.

Tabla 13. Valores de referencia de indicadores por tipo de vegetación arbustiva y vegetación herbácea según el ecosistema

Atributos	Indicadores	Ecosistema matorral andino				Ecosistema pajonal de puna húmeda	
		Matorral árido	Matorral semiárido	Matorral subhúmedo	Matorral húmedo	Pajonal	Césped de puna
Florística	Riqueza	x	x	x	x		
	Composición florística (%)					x	x
Integridad Biótica	Cobertura aérea (%)	x	x	x	x	x	x
	Altura de la canopia (cm)	x	x	x	x	x	x
	Plantas invasoras (%)					x	x
Estabilidad del suelo	Profundidad de mulch (cm)		x	x	x		
	Suelo desnudo (%)					x	x
	Erosión del suelo	x	x	x	x	x	x
	Movimiento de masa	x	x	x	x	x	x
Vulnerabilidad	Incendio forestal	x	x	x	x		
	Cambio de uso del suelo	x	x	x	x	x	x

Fuente: Forest Trends

Aquí, algunas especificaciones respecto a los valores de referencia:

- Para el caso del ecosistema bosque estacionalmente seco de colina y montaña, los valores de referencia provienen de varias parcelas evaluadas en el departamento de Piura, lugar donde se encuentra la mayor superficie de este ecosistema. Para evaluar en el departamento de Tumbes este ecosistema podría tener variaciones en los valores de ciertos indicadores debido a su proximidad al ecosistema bosque tropical del Pacífico, por lo que se recomienda levantar parcelas de referencia.
- En lo que respecta al bosque montano de vertiente occidental, los valores provienen de pocas parcelas

levantadas en la cuenca de Zaña y de información complementaria vertida por expertos evaluadores de dicho ecosistema. En este caso no hay mucha variabilidad entre los departamentos que cuentan con este ecosistema, por lo que esos valores podrían tomarse como estándar, sin que ello restrinja el levantamiento de nuevas parcelas de referencia cuando se trate de futuras evaluaciones en cuencas adyacentes.

- En lo que se refiere al bosque relicto altoandino, su amplia distribución geográfica a nivel nacional (incluye varias zonas de vida) influye en su morfología, clima y suelo, debido a lo cual los valores de referencia varían. En esta guía se aplicarán para los bosques de este tipo

ubicados en las zonas de vida páramo muy húmedo subalpino (condición del suelo perhúmedo) con menores valores en algunos indicadores y a páramo pluvial subalpino (condición de humedad superhúmedo) con mayores valores, no aplicando a las zonas de vida que presentan condiciones de humedad húmedo y subhúmedo.

- Los valores de referencia del pajonal de puna provienen de la guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas altoandinos (Minam, 2016), la cual se basó en una amplia base de datos nacional. Teniendo en cuenta que existen algunas diferencias entre los pajonales de puna seca, puna húmeda y jalca, se

recomienda complementar dichos valores cuando se evalúen los tipos de pajonales mencionados.

- Los valores de referencia son asignados de acuerdo con el tamaño de las parcelas utilizadas para su evaluación, tal como se muestra en el diseño de muestreo.

f. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores

El valor relativo o puntaje máximo asignado a cada indicador se clasifica en clases o rangos de valores de referencia, los cuales permiten darle su respectivo puntaje a un determinado indicador cuando se mide en una evaluación de campo, como se observa en la Tabla 14.



Foto: Forest Trends

Tabla 14. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del bosque árido

Indicador	Rango de valores de referencia	Puntaje
Número de especies arbóreas (riqueza)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	4,70
	60 - 84 % del valor de referencia	9,40
	≥ 85 % del valor de referencia	14,00
Cobertura aérea (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	6,30
	60-89 % del valor de referencia	12,00
	≥ 90 % del valor de referencia	19,00
Área basal (m ² /0,10 ha)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	6,30
	60-89 % del valor de referencia	12,70
	≥ 90 % del valor de referencia	19,00
Cobertura arbustiva (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-79 % del valor de referencia	5,00
	> 80 % del valor de referencia	10,00
Erosión del suelo	Severa	0,00
	Moderada	4,80
	Ligera	9,60
	Nula	14,50
Movimiento de masa	Presencia	0,00
	Ausencia	14,50
Incendio forestal	Presencia	0,00
	Ausencia	4,50
Cambio de uso del suelo	Presencia	0,00
	Ausencia	4,50

Fuente: Forest Trends

Tabla 15. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del bosque semiárido y bosque subhúmedo

Indicador	Rango de valores de referencia	Puntaje
Número de especies arbóreas (riqueza)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	4,70
	60-84 % del valor de referencia	9,30
	≥ 85 % del valor de referencia	14,00
Cobertura aérea (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	6,30
	60-89 % del valor de referencia	12,70
	≥ 90 % del valor de referencia	19,00
Área basal (m ²)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	6,30
	60-89 % del valor de referencia	12,70
	≥ 90 % del valor de referencia	19,00
Cobertura aérea arbustiva	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-79 % del área de referencia	5,00
	≥ 80 % del valor de referencia	10,00
Profundidad del mulch (cm)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-79 % del valor de referencia	2,50
	> 80 % del valor de referencia	5,0
Erosión del suelo	Severa	0,00
	Moderada	3,70
	Ligera	7,30
	Nula	11,00
Movimiento de masa	Presencia	0,00
	Susencia	13,00
Incendio forestal	Presencia	0,00
	Ausencia	4,50
Cambio de uso del suelo	Presencia	0,00
	Ausencia	4,50

Fuente: Forest Trends

Tabla 16. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del bosque semiárido y bosque subhúmedo

Indicador	Rango de valores de referencia	Puntaje
Número de especies arbóreas (riqueza)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	4,70
	60-84 % del valor de referencia	9,30
	≥ 85 % del valor de referencia	14,00
Cobertura aérea arbórea (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	8,00
	60-89 % del valor de referencia	16,00
	≥ 90 % del valor de referencia	24,00
Área basal (m ² /0,25 ha)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	8,00
	60-89 % del valor de referencia	16,00
	≥ 90 % del valor de referencia	24,00
Profundidad del mulch (cm)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	1,70
	60-90 % del valor de referencia	3,30
	> 90 % del valor de referencia	5,00
Erosión del suelo	Severa	0,00
	Moderada	4,00
	Ligera	8,00
	Nula	12,00
Movimiento de masa	Presencia	0,00
	Ausencia	12,00
Incendio forestal	Presencia	0,00
	Ausencia	4,50
Cambio de uso del suelo	Presencia	0,00
	Ausencia	4,50

Fuente: Forest Trends

Tabla 17. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del bosque relicto altoandino

Indicador	Rango de valores de referencia	Puntaje
Cobertura aérea (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	6,70
	60-89 % del valor de referencia	13,30
	≥ 90 % del valor de referencia	19,00
Área basal (m ² /0,04 ha)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	6,70
	60-89 % del valor de referencia	13,30
	≥ 90 % del valor de referencia	20,00
Regeneración natural (%)*	< 4 % de los árboles evaluados	0,00
	5-14 % de los árboles evaluados	3,30
	15-25 % de los árboles evaluados	6,70
	> 25 % de los árboles evaluados	10,00
Cobertura de piso (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	2,50
	60-89 % del valor de referencia	5,00
	≥ 90 % del valor de referencia	5,00
Profundidad del mulch (cm)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	2,30
	60-89 % del valor de referencia	4,70
	≥ 90 % del valor de referencia	7,00
Erosión del suelo	Severa	0,00
	Moderada	4,70
	Ligera	9,40
	Nula	14,00
Movimiento de masa	Presencia	0,00
	Ausencia	13,00
Incendio forestal	Presencia	0,00
	Ausencia	6,00
Cambio de uso del suelo	Presencia	0,00
	Ausencia	6,00

Fuente: Forest Trends

Tabla 18. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del matorral árido

Indicadores	Rango de valores de referencia	Valor relativo
Número de especies (riqueza)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	4,70
	60-84 % del valor de referencia	9,30
	≥ 85 % del valor de referencia	14,00
Cobertura aérea (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	9,30
	60-89 % del valor de referencia	18,70
	≥ 90 % del valor de referencia	28,00
Altura de la canopia (cm)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	4,30
	60-89 % del valor de referencia	8,70
	≥ 90 % del valor de referencia	13,00
Cobertura aérea de gramíneas (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-69 % del valor de referencia	3,50
	≥ 70 % del área de referencia	7,00
Erosión del suelo	Severa	0,00
	Moderada	5,00
	Ligera	10,00
	Nula	15,00
Movimiento de masa	Presencia	0,00
	Ausencia	7,00
Incendio forestal	Ausencia	0,00
	Presencia	4,50
Cambio de uso del suelo	Ausencia	0,00
	Ausencia	4,50

Fuente: Forest Trends

Tabla 19. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores del matorral semiárido, matorral subhúmedo y matorral húmedo

Indicadores	Rango de valores de referencia	Valor relativo
Número de especies (riqueza)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	4,70
	60-84 % del valor de referencia	9,30
	≥ 85 % del valor de referencia	14,00
Cobertura aérea arbustiva (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	9,30
	60-89 % del valor de referencia	18,70
	≥ 90 % del valor de referencia	28,00
Cobertura aérea de gramíneas (%)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-69 % del valor de referencia	3,50
	≥ 70 % del área de referencia	7,00
Altura de la canopia arbustiva (cm)	< 30 % del valor de referencia	0,00
	30-59 % del valor de referencia	4,30
	60-89 % del valor de referencia	8,70
	≥ 90 % del valor de referencia	13,00
Profundidad del mulch (cm)	< 30 del valor de referencia	0,00
	30-69 % del valor de referencia	2,00
	≥ 70 % del valor de referencia	4,00
Erosión del suelo	Severa	0,00
	Moderada	4,70
	Ligera	9,30
	Nula	14,00
Movimiento de masa	Presencia	0,00
	Ausencia	5,50
Incendio forestal	Ausencia	0,00
	Presencia	4,50
Cambio de uso del suelo	Ausencia	0,00
	Ausencia	4,50

Fuente: Forest Trends

Tabla 20. Escala de valores de referencia y puntaje de los indicadores de pajonal de puna y césped de puna

Indicadores	Rango de valores de referencia	Valor relativo
Riqueza		
Gramíneas y gramínoideas	< 20 % del valor de referencia	0,00
	20-50 % del valor de referencia	2,50
	51-80 % del valor de referencia	5,00
	> 80 % del valor de referencia	5,00
Hierbas	< 20 % del valor de referencia	0,00
	20-70 % del valor de referencia	0,50
	> 20 % del valor de referencia	1,00
Arbustos	< 20 % del valor de referencia	0,00
	20-70 % del valor de referencia	1,00
	> 20 % del valor de referencia	2,00
Composición florística		
Gramíneas y gramínoideas (%)	< 20 % del valor de referencia	0,00
	20-50 % del valor de referencia	1,70
	51-80 % del valor de referencia	3,30
	> 80 % del valor de referencia	5,00
Hierbas (%)	< 20 % del valor de referencia	0,00
	20-70 % del valor de referencia	0,50
	> 70 % del valor de referencia	1,00
Arbustos (%)	< 20 % del valor de referencia	0,00
	20-70 % del valor de referencia	1,00
	> 20 % del valor de referencia	2,00
Cobertura aérea	< 20 % del valor de referencia	0,00
	20-55 % del valor de referencia	9,70
	56-90 % del valor de referencia	19,30
	> 90 % del valor de referencia	29,00
Altura de canopia (cm)	< 25 % del valor de referencia	0,00
	25-69 % del valor de referencia	3,50
	≥ 70 % del área de referencia	7,00
Plantas invasoras (%)	3 veces mayor que el valor de referencia	0,00
	2 veces mayor que el valor de referencia	9,00
	Igual o menor que el valor de referencia	18,00
Suelo desnudo (%)	3 veces mayor que el valor de referencia	0,00
	2 veces mayor que el valor de referencia	6,00
	Igual o menor que el valor de referencia	12,00
Erosión del suelo	Severa	0,00
	Moderada	4,70
	Ligera	9,30
	Nula	14,00
Movimiento de masa	Presencia	0,00
	Ausencia	5,00

Fuente: Forest Trends

g. Escala de valoración del estado de conservación/degradación del ecosistema

La Tabla 21 muestra una escala de valoración o calificación del

estado de conservación/degradación de los ecosistemas, sobre la base de la suma total de los valores relativos o puntajes obtenidos por cada indicador en una evaluación de campo.

Tabla 21. Escala de valoración del estado de conservación/degradación del ecosistema

Escala	Valor relativo (%)	Conservación	Degradación*
0-2	00-20	Muy pobre	Muy alto
2-4	20-40	Pobre	Alto
4-6	40-60	Regular	Medio
6-8	60-80	Bueno	Bajo
8-10	80-100	Muy bueno	Muy bajo

Fuente: Forest Trends

Los objetivos del muestreo de campo son dos: verificar las evidencias de niveles de susceptibilidad de las áreas definidas como prioritarias, como presencia de movimientos en masa e inundaciones, y recoger información cualitativa y cuantitativa de los indicadores del estado de conservación/degradación del ecosistema.

El levantamiento de información se efectúa a través del muestreo, que permite aproximarse a la realidad de la población objeto.

Debido a la probable dispersión que presentan las áreas definidas como prioritarias en el proceso de micro localización, se utilizará un muestreo de carácter intencional, es decir, se instalarán los puntos de muestreo en determinadas áreas prioritarias que representen a los ecosistemas involucrados, teniendo en cuenta la accesibilidad y la estabilidad del terreno.

Para el cálculo del número mínimo de parcelas o unidades por evaluar, se tomará como referencia la fórmula establecida en la segunda edición de la *Guía de inventario de la flora y vegetación* (Minam, 2016):

$$n = a + b (s)$$

Donde:

n = número de unidades muestrales

a = constante igual a 5

b = constante igual a 0,001

s = superficie del bosque por evaluar

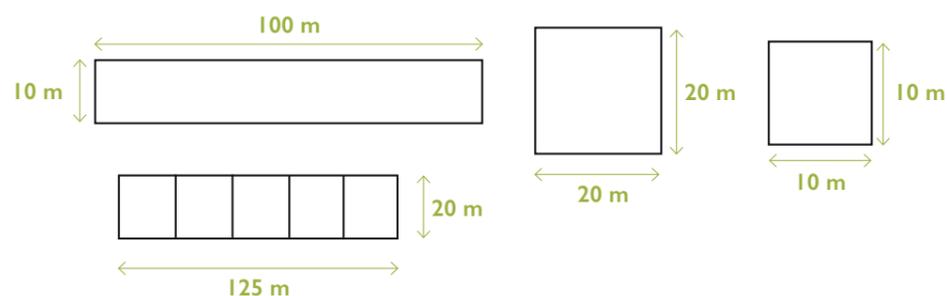
Para los ecosistemas boscosos montano de vertiente occidental y estacionalmente seco, las unidades muestrales o parcelas tomarán forma rectangular; y para las de bosque relicto altoandino y matorral andino, forma cuadrada. Las dimensiones se han determinado con la Guía de inventario de la flora y vegetación (Minam, 2016) como referencia. A continuación, se presentan con algunas variantes:

- Bosque montano de vertiente occidental = 0,25 ha
- Bosque relicto altoandino = 0,04 ha

- Bosque estacionalmente seco = 0,10 ha
- Matorral andino = 100 m²
- Pajonal de puna y césped de puna = transecto con 100 puntos de registro y parcelas de 1 m²

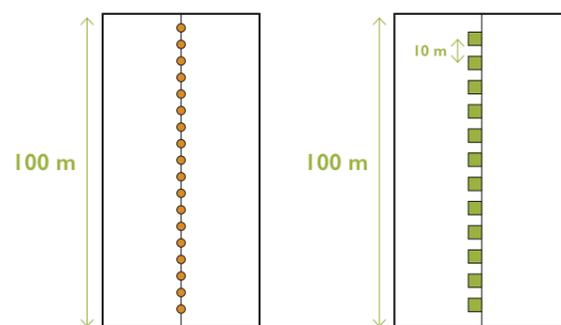
En el Gráfico 3 se observa el diseño de las unidades muestrales para los ecosistemas boscosos y de matorral andino; y, en el Gráfico 4, el diseño de las unidades muestrales para evaluar los ecosistemas pajonal de puna y césped de puna (transectos a la izquierda y subparcelas de 1 m² a la derecha).

Gráfico 3. Unidades muestrales para los ecosistemas boscosos (izquierda y centro) y de matorral andino (derecha)



Fuente: Forest Trends

Gráfico 4. Transectos con 100 puntos de registro (izquierda) y parcelas de 1 m² (derecha), aplicables al muestreo de los ecosistemas pajonal de puna y césped de puna



Fuente: Forest Trends

2.2 Fase de campo

a. Levantamiento de información de campo

Este levantamiento requiere que se siga un procedimiento

adecuado para cada actividad de identificación por realizar. En primer lugar, el equipo técnico mínimo que efectúe la evaluación debe estar integrado por los o las siguientes especialistas:



Jefe/a del equipo evaluador
ingeniero/a forestal, biólogo/a,
agronomo/a o ingeniero/a ambiental



Especialista en medición forestal
Ingeniero/a forestal, biólogo/a,
agronomo/a o ingeniero/a ambiental



Guías, trocheros, medidores, entre otros
(4) personas no especialistas

En segundo lugar, se requiere contar con los siguientes materiales y equipos:

- Mapa de ecosistemas o cobertura vegetal
- Mapa de zonas de vida
- Mapa de las áreas prioritarias por evaluar
- Imagen satelital de alta resolución espacial (> 2,5 m)
- Huincha de hule de 50 m de largo y huincha metálica de 3 m de largo
- Forcípula o cinta diamétrica
- Anillo censador de 2,5 cm de diámetro
- Cuadrante metálico de 1 m²
- Lampa recta
- Formularios y tablero de mano
- Indicador de sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés)
- Brújula
- Cámara fotográfica

Además, antes de levantar la información es necesario coordinar con las autoridades locales (comunidades campesinas, municipalidades y demás) a fin de informarles del objetivo del trabajo y obtener su autorización para el ingreso en los respectivos predios.

Asimismo, con el mapa de áreas prioritarias que contiene la ubicación geográfica de los puntos de muestreo (coordenadas), elaborado como base en la fase inicial de gabinete, se procede, con el apoyo del GPS, a la ubicación en el terreno. En los siguientes apartados se describe la forma de medir los indicadores establecidos para evaluar el estado de conservación o degradación.

Riqueza (número de especies)

Se registra a todos las plantas consideradas para la evaluación que se hallan dentro de cada parcela muestral de 0,10 ha, con sus respectivos nombres (científico y vulgar). En el caso del bosque relicto montano de vertiente occidental, además de los árboles, se incluyen los helechos arborescentes y las palmeras arborescentes, todos a partir de 10 cm de DAP. En los tipos de bosque que comprende el ecosistema de bosque estacionalmente seco de colina y montaña se registrará, además de los árboles a partir de 5 cm de DAP, a las especies arbustivas mayores de 20 cm de altura en subparcelas de 100 m² (una por parcela). En el bosque relicto altoandino, se registrarán solamente a las especies arbóreas a partir de 5 cm de DAP. En los matorrales se registrarán a todas las especies arbustivas, suculentas (cactáceas) de porte arborescente y árboles si lo hubiera. Finalmente, en el pajonal y césped de

puna se registrarán a las especies de gramíneas, gramínoideas, herbáceas y arbustivas, teniendo la *Guía de inventario de la flora y vegetación* (Minam, 2016a) como referencia.

En el caso de los bosques, si uno o más individuos se encuentran en el límite de la parcela, se tomará solo la porción

de la sección del tronco que se ubica dentro de esta (puede tratarse de uno o dos tercios).

La identificación de las especies botánicas (Fotografía 1) se hará de preferencia, en el mismo campo y confirmadas en la fase final de gabinete.

Fotografía 1. Ejemplo de identificación y registro de especies arbóreas.



Composición florística

Se registran los grupos funcionales en los tipos pajonal y céspeped de puna, tales como gramíneas y gramínoideas, hierbas y

arbustos (Fotografía 2). Mediante el método de "transección al paso", el registro se efectúa en los 100 puntos del transecto de 100 m.

Fotografía 2. Composición florística: gramíneas y gramínoideas, hierbas y arbustos.



Especies invasoras

Se registran en el pajonal y en el césped de puna las especies invasoras nativas que se muestran en la Tabla 22 en los

100 puntos de evaluación del transecto. En la Fotografía 3 figuran algunas de las especies invasoras mencionadas.

Fotografía 3. Especies invasoras: *Astragalus uniflorus* (izquierda) y *Margyricarpus sp.* (derecha).



Tabla 22. Lista de especies invasoras

Familia	Especie
Asteraceae	<i>Werneria nubigena</i>
Asteraceae	<i>Perezia multiflora</i>
Asteraceae	<i>Senecio spinosus</i>
Cactaceae	<i>Opuntia flocosa</i>
Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum molle</i>
Fabaceae	<i>Astragalus garbancillo, A. uniflorus</i>
Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i>
Juncaceae	<i>Luzula racemosa</i>
Malvaceae	<i>Malva sp.</i>
Rosaceae	<i>Margyricarpus strictus,</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago sericea</i>
Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i>
Urticaceae	<i>Urtica flabellata</i>

Fuente: Forest Trends

Cobertura aérea

Así se designa a la proporción que ocupan las copas de los árboles en términos de área y que se expresa en porcentaje. La cobertura aérea se estima midiendo en cada parcela la proyección de la copa de todos los árboles sobre el suelo, a través de dos mediciones en forma de cruz, para luego obtener un promedio de diámetro y, con ello, aplicar en gabinete la fórmula del área del círculo.

En el caso de los bosques, cuando estos son densos por su naturaleza, las copas de los árboles suelen entrecruzarse, lo que complica la medición de su proyección en el suelo. Esto lleva a efectuar una estimación visual del porcentaje de cobertura aérea mediante imágenes satelitales de alta resolución espacial: 1: 5000 (Fotografía 4). Otra alternativa

de estimación de la cobertura aérea es el recurso a tomas fotográficas con gran acercamiento desde puntos o ángulos estratégicos.

En el caso del matorral andino, se realiza la medición directa del diámetro de la corona de los individuos en dos puntos en forma de cruz y, con el promedio, se calcula el área y se expresa la cobertura en porcentaje.

Para el caso de los ecosistemas de pajonal de puna y de césped de puna, el porcentaje de cobertura se estima directamente, observando el cuadrante de 1 m² (Fotografía 4). Estos cuadrantes se distribuyen a lo largo de un transecto de 100 m, con una separación de 10 m entre ellos, como se indicó anteriormente (Gráfico 4).

Fotografía 4. Medición de la cobertura aérea en pajonal de puna húmeda y en bosque relicto altoandino



Altura de la canopia

En el pajonal y en el césped de puna se mide la altura de las tres especies de plantas más importantes que caen en las 10 parcelas de 1 m² distribuidas a lo largo del transecto de 100 m utilizado para medir la cobertura aérea (Gráfico 4). En el caso del matorral andino se medirá la altura de todos los arbustos \geq a 20 cm y la altura de las gramíneas o graminoides dominantes (emergentes).

Área basal

De forma simultánea al registro de las especies arbóreas, se medirá su respectivo DAP para calcular, luego, en la fase de gabinete, el área basal de cada individuo (Fotografía 5). El DAP en las parcelas de 0,25 ha para el bosque montano de vertiente occidental será a partir de 10 cm y para los bosques estacionalmente seco de colina y montaña y relicto altoandino a partir de 5 cm.

Cuando el DAP sea irregular, se harán dos medidas en forma de cruz (Gráfico 5). Se procederá igual cuando el tronco presente deformaciones, bifurcaciones o aletas (Gráfico 6), o cuando el terreno esté inclinado (Gráfico 7) (Kometter, 2005).

En ciertos tipos de bosques suelen presentarse árboles con ramificaciones de dimensiones similares a las del tronco principal. Si se tratase de un tronco principal por deba-

jo del DAP y con ramificaciones (Gráfico 8, izquierda), se medirá el DAP del tronco principal libre de ramas en el punto medio de su altura y, luego, las ramas a una distancia de 50 cm desde su base, a partir de 5 cm de DAP. Otra situación es aquella donde no existe un tallo principal, sino solo ramificaciones desde la base del terreno (Gráfico 8, derecha); en este caso, se medirán todas las ramas a una distancia de 50 cm desde su base, a partir de 10 cm de DAP (Kometter, 2005).

Fotografía 5. Medición del DAP en bosques en general



Gráfico 5. Medición del DAP irregular

Si el árbol tiene forma irregular, tomar más de una medición y obtener el promedio.

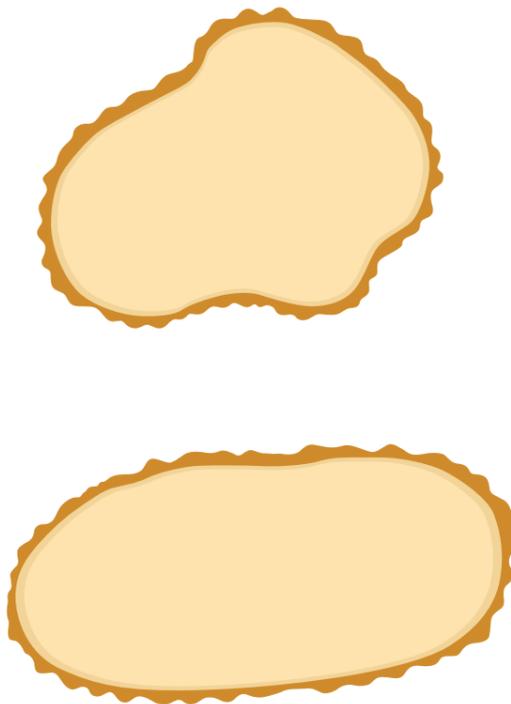
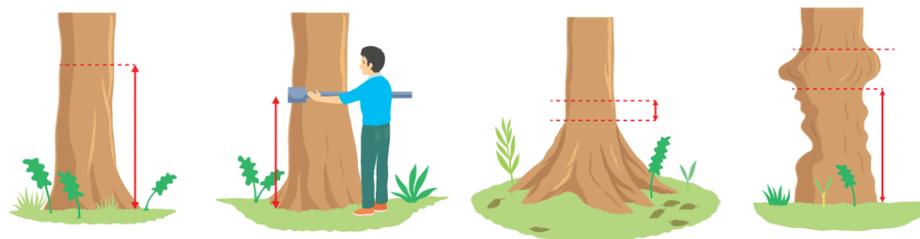


Gráfico 6. Medición del DAP con deformaciones

Si el árbol no presenta aletas o deformaciones en la base, medir el DAP a 1,30 m del suelo.

Si el árbol presenta aletas o deformaciones, medir a 30 cm por encima de las aletas o deformaciones.



Si el árbol está bifurcado por encima del DAP, medir a 1,30 m del nivel del suelo. Cuando está bifurcado por debajo del DAP, medir a 1 m partiendo de la bifurcación, como si fueran dos árboles separados.

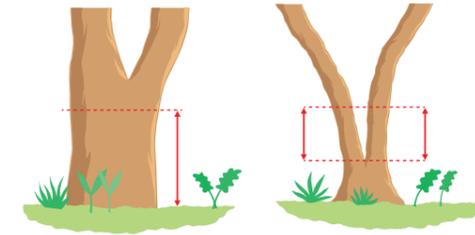


Gráfico 7. Medición del DAP en terreno inclinado

Si el árbol se encuentra sobre una pendiente, medir el DAP ubicándose en la parte más alta de la pendiente. Si el árbol está inclinado, medir el DAP sobre el lado superior en forma perpendicular al eje del fuste del árbol.



Gráfico 8. Medición de ramas por debajo del DAP, con y sin tronco principal (izquierda y derecha)



Fuente: Masías, 2017

Cobertura de piso

La cobertura de piso se estima en el bosque relicto altoandino y se refiere la vegetación del estrato inferior del bosque, que puede estar formada por hierbas, briofitas, helechos, musgos o arbustos). La estimación de la cobertura aérea se hace directamente en forma visual en subparcelas de 4 m² y dividida en 4 cuadrantes sobre las cuales se estima el porcentaje (%) de cobertura de cada uno de ellos

para obtener el promedio. Es importante registrar el tipo de vegetación que domina en el piso.

Regeneración natural

El registro de la regeneración natural del bosque relicto altoandino se hace a partir de los individuos de 25 cm de altura y de hasta < 5 cm de DAP (Fotografía 6, izquierda), en cada subparcela de 10 m x 10 m ubicada en el centro de la parcela de 400 m².

Fotografía 6. Cobertura de piso en el bosque relicto altoandino



Profundidad del mulch

El mulch o capa constituida por material orgánico muerto y en proceso de degradación (hojas, hierbas, epífitas, briofitas o raíces secundarias) se mide a través de la profundidad que alcanza hasta llegar al suelo orgánico (suelo

negro), utilizando una cinta métrica metálica. Este indicador se aplica a los ecosistemas de bosque montano de la vertiente occidental, bosque relicto altoandino y bosque estacionalmente seco de colina y montaña (Fotografía 7, derecha).

Fotografía 7. Regeneración natural (izquierda) y profundidad o espesor del mulch (derecha)



Erosión del suelo

La estimación de la pérdida del suelo se hace mediante la apreciación visual de evidencias (Fotografía 8), tanto en las parcelas de muestreo como en un radio de influencia de alrededor de 100 m en torno a ellas, cuando se presentan fuertes procesos de erosión (cárcavas), pudiendo ser detectados directamente en el terreno cuando se trata de los ecosistemas de matorral andino y pajonal de puna húmeda, siendo necesario el uso de imágenes de alta resolución espacial cuando se trata de bosques.

La erosión se clasifica así en los siguientes niveles:

- Nula: cuando no hay signos de remoción de partículas.
- Leve: cuando hay remoción y arrastre laminar de partículas de suelo casi imperceptible (lavado del suelo superficial), observándose pequeños canaliculos.
- Moderada: cuando hay remoción y arrastre perceptible de suelo, observándose pequeñas depresiones en el suelo superficial desnudo.
- Fuerte: cuando se observan surcos o cárcavas (grietas a diferentes profundidades).

Fotografía 8. Presencia de cárcavas en los ecosistemas de bosque estacionalmente seco subhúmedo (izquierda y centro) y césped de puna (derecha)



Movimiento de masa

El Movimiento de masa se estimará mediante la apreciación visual de evidencias (Fotografía 9), tanto en las parcelas de muestreo como en un radio de influencia

de aproximadamente 100 m alrededor de ellas, sea en forma directa en el campo o a través de imágenes satelitales de alta resolución espacial (fase inicial de gabinete).

Fotografía 9. Presencia de Movimiento de masa (izquierda), piedras (centro) y suelos (derecha)



Incendio de la cobertura vegetal

La calificación (presencia/ausencia) de un incendio forestal causada por quemas de la cobertura vegetal se realiza dentro de un radio de 200 m, respecto a la ubicación de la parcela de muestreo. Cuando se trata de bosques poco accesibles la detección de las áreas afectadas se pueden identificar con imágenes satelitales en gabinete.

Cambio de uso del suelo

La calificación (presencia/ausencia) del cambio de uso del suelo en el ecosistema, sea de uso agrícola, pecuario, expansión urbana, carreteras, minería, entre otros, se realiza dentro de un radio de 200 m respecto a la ubicación de la parcela de muestreo (Figura 16).

Fotografía 10. Cambio de uso del suelo (conversión del bosque a agricultura)



2.3. Fase final de gabinete

a. Análisis y procesamiento de datos

En esta fase se procesarán todos los datos cualitativos y cuantitativos de las variables obtenidos en campo, para encontrar el valor promedio de sus repeticiones.

En cuanto a las especies vegetales con identificación parcialmente en campo, serán completadas recurriendo a la bibliografía y complementada con fotografías tomadas en campo.

El área basal de los árboles registrados en cada parcela muestral se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$A = \pi r^2$$

Donde:

A = Área basal del tronco (m²)

r = Radio de la sección del tronco (m) = DAP/2

Para el cálculo de la cobertura aérea de los árboles se realiza directamente en campo haciendo las mediciones diámetros en cruz, para luego obtener el promedio y aplicar la misma fórmula utilizada para el área basal. Este valor resultante en m² será expresado en términos de porcentaje (%). En el caso de la estimación con imágenes satelitales, esta será directamente en porcentaje (%) de manera visual. Del mismo modo, para el caso del matorral andino y pajonal de puna húmeda, la estimación de la cobertura aérea se hace directamente de manera visual en el campo.

En lo que respecta al cálculo de la regeneración natural, el número de las pequeñas plantas registradas representará un porcentaje respecto del número total de árboles registrados en la parcela, considerado como el 100 %.

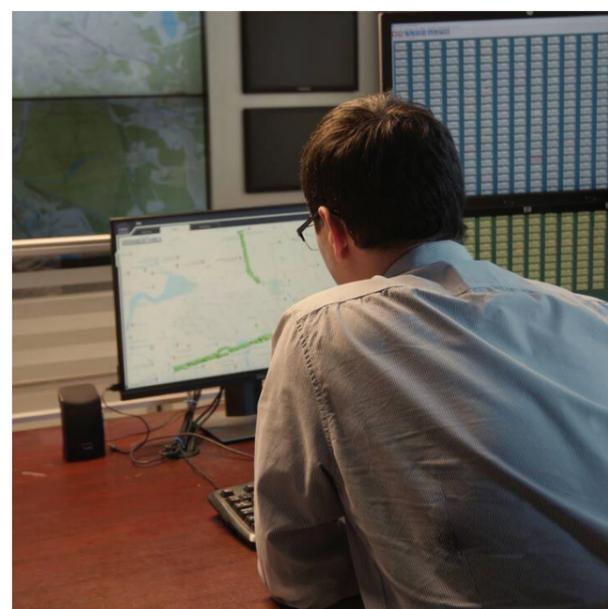
b. Cálculo del estado de conservación o degradación

Una vez obtenidos y procesados los datos cuantitativos y cualitativos de los indicadores, se procede a determinar los puntajes de estos últimos según la escala de puntajes

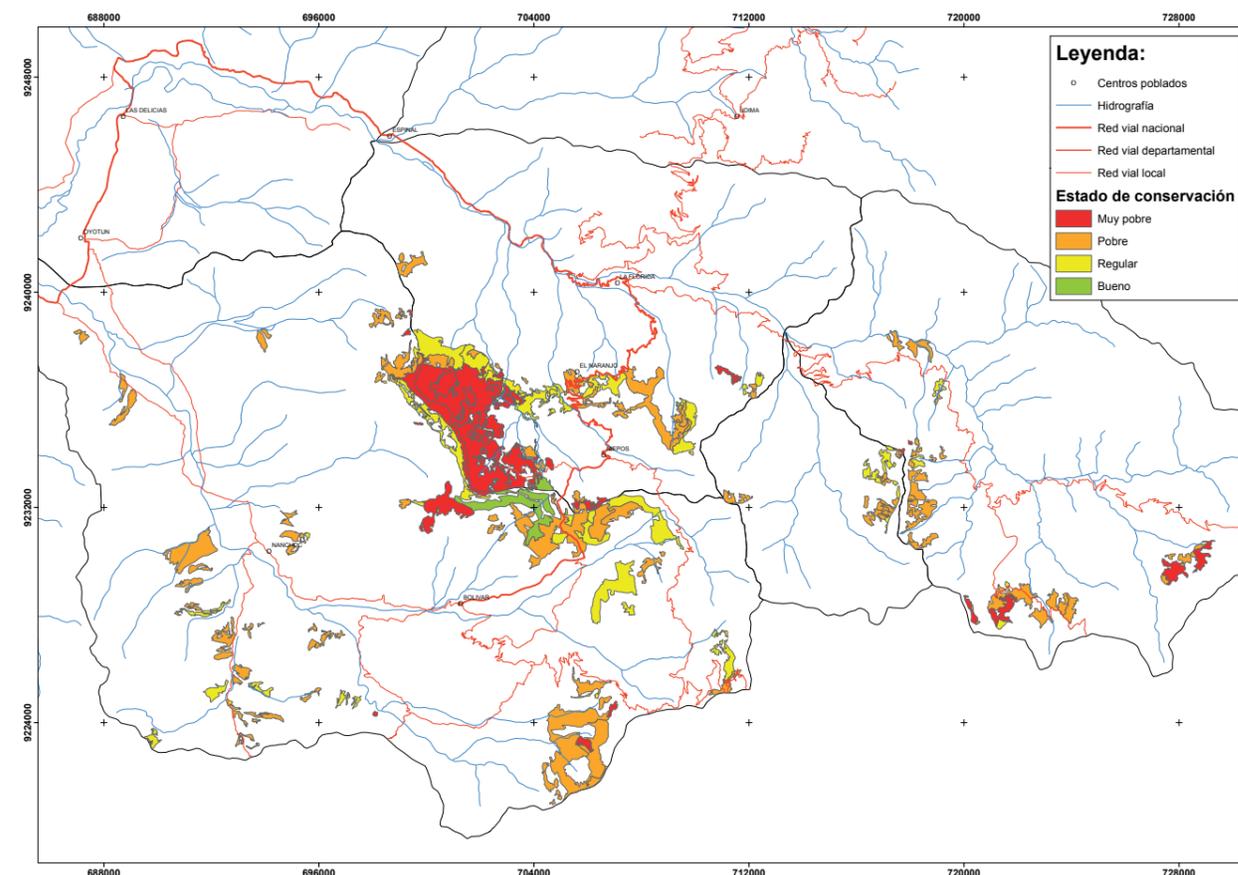
comparados con los valores de referencia establecidos, respectivamente. Por último, como ya se indicó (Cuadro 14), la suma de los puntos de los indicadores, obtenidos en la evaluación, se compara con la escala de calificación con el objetivo de obtener el estado de conservación o degradación de cada parcela evaluada.

Para representar espacialmente (mapa) el estado de conservación o degradación en todo el área o polígono de estudio se recurre a la extrapolación de valores a partir de los resultados obtenidos en las parcelas muestrales. El procedimiento consiste en agrupar espacialmente las parcelas con una misma calificación considerando un determinado radio de influencia hasta cerrar el polígono o área evaluada. Un ejemplo de este mapeo se muestra en el Mapa 2.

Esta forma de extrapolación, sobre la base de la similitud de valores de las muestras, debe ser consolidada y complementada con información proveniente de imágenes satelitales de alta resolución espacial que permita detectar áreas afectadas por procesos fuertes de erosión (cárcavas), movimientos en masa, cobertura aérea de bosques, cambio de uso del suelo, entre otros.



Mapa 2. Ejemplo de mapa del estado de conservación de áreas prioritarias en la cuenca del río Zaña



Fuente: Forest Trends

En la Tabla 23 se muestra un ejemplo de cálculo del estado de conservación de un bosque estacionalmente seco árido o semiárido. En la Tabla 24, el ejemplo corresponde a un pajonal de puna.

Tabla 23. Ejemplo de evaluación del estado de conservación/degradación de un pajonal de puna húmeda

Indicador	Área de referencia		Área evaluada	
	Valor*	Puntaje**	Valor	Puntaje
Número de especies arbóreas	7,0	14	4,0	4,70
Cobertura aérea (%)	50,0	19	25,0	6,30
Área basal (m ² /0,10 ha)	1,50	19	0,5	6,30
Cobertura aérea arbustiva (%)	25,00	10	15	5,0
Profundidad del mulch (cm)	3,00	5	1	2,5
Erosión del suelo	Nula	11	Moderada	11,0
Movimiento de masa	Ausencia	13	Ausencia	13,0
Incendio forestal	Ausencia	4,5	Ausencia	4,5
Cambio de uso del suelo	Ausencia	4,5	Ausencia	4,5
Puntaje relativo (%)	—	100	—	40,50
Escala 1-10	—	10	—	4,5
Estado de conservación		Muy bueno		Regular
Estado de degradación				Medio

*Tomado de la Tabla 9.

**Tomado de la Tabla 10.

Fuente: Forest Trends

Tabla 24. Ejemplo de evaluación del estado de conservación/degradación de un pajonal de puna húmeda

Indicador	Área de referencia		Área evaluada	
	Valor*	Puntaje**	Valor	Puntaje
Riqueza:				
Gramíneas y gramínoideas	23	5,0	12	3,3
Hierbas	13	1,0	8	0,5
Arbustos	2	2,0	2	2,0
Composición florística:				
Gramíneas y gramínoideas (%)	70,0	5,0	40,0	3,3
Hierbas (%)	29,0	1,0	20,00	0,5
Arbustos (%)	1,0	2,0	2,0	2,0
Cobertura aérea (%)	85,0	29,0	45,0	9,7
Altura de canopia (cm)	61,0	7,0	40,0	3,5
Plantas invasoras (%)	3,0	18,0	5,0	9,0
Suelo desnudo (%)	3,0	12,0	8,0	6,0
Erosión del suelo	Nula	14,0	Moderada	4,7
Movimiento de masa	Ausencia	5,0	Ausencia	5,0
Puntaje relativo (%)		100		49,5
Escala 1-10	—	10	—	4,95
Estado de conservación		Muy bueno		Regular
Estado de degradación				Medio

*Tomado de la Tabla 9.

**Tomado de la Tabla 15.

Fuente: Forest Trends

Bibliografía

Referencias citadas

Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, Del Ministerio Del Ambiente. (2011). *Inventario y evaluación del Patrimonio Natural en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba*. Lima: Ministerio del Ambiente.

Fennessy, M. S., Jacobs, A. D. y Kentula, M. E. (2007). An evaluation of rapid methods for assessing the ecological condition of wetlands. *Wetlands*, 27(3), 543-560. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2007\)27\[543:AEORMF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2007)27[543:AEORMF]2.0.CO;2)

Fidel, L., Villacorta, S., Zavala, B., Vilchez, M., Valderrama, P., Núñez, S., Luque, G., Rosado, M., Medina, L., Vásquez, J. y Ochoa, M. (27 de septiembre-1 de octubre de 2010). Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del Perú. XV Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos. Cusco: Sociedad Geológica del Perú.

Grupo de Trabajo para el Mapa Nacional de Ecosistemas (RM N° 125-2015-MINAM). Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio (DMERNT). (2018). Mapa nacional de ecosistemas. Lima: Ministerio de Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales.

Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inrena). (1998). Mapa de bosques secos del departamento de Piura. Memoria descriptiva. Lima: Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales.

Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacón-Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., Saito, J. y Tovar, A. (2009). *Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela*. Lima: Secretaría General de la Comunidad Andina.

Kometter, R. (2005). *Manual de censos forestales*. Lima: s. ed.

Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Posibilidades para un aprovechamiento sostenido*. Eschborn: GTZ. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

Masías Camino, V. M. (2017). *Consideraciones para la medición de diámetros y alturas de árboles vivos de Polylepis flavipila (Bitter) M. Kessler & Schmidt-Leb*. Lima, La Molina.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2016). *Guía complementaria para la compensación ambiental: Ecosistemas Altoandinos*. Lima: MINAM.

Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental. Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio. (2019). *Guía de evaluación del estado de Ecosistemas de bosque seco: Bosque estacionalmente seco de llanura, bosque estacionalmente seco de colina y montaña*. Lima: Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental. Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio.

Perú. Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Lima: Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

Pyke, D.A., Herrick, J. E., Shaver, P. y Pellant, M. (2002). Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. *Journal of Range Management*, 55(6), 584-597.

Weigend et al., 2006 (p. 6).

Referencias generales

Abundio Sagástegui, A., Sánchez Vega, I., Zapata Cruz, M. y Dillon, M. O. (2003). *Diversidad Florística del Norte de Perú*. Tomo II: bosques montanos. Trujillo: Fondo Editorial Universidad Privada Antenor Orrego.

Aucca, C. y Ferro, G. (2014). *Ecología, Distribución, Monitoreo y Estado de Conservación de los Bosques del género Polylepis (Rosaceae) en Perú*. Lima.

Beltrán, H. (2018). Catálogo de flora vascular del distrito de Laraos (Yauyos-Lima). *Arnaldoa*, 25(2), 565-596. Doi <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25214>.

Cardoza Vázquez, R., Cuevas Flores, L., García Carreón, J. S., Guerrero Herrera, J. A., González Olarte, J. C., Hernández Méndez, H., Lira Quintero, M. L., Jorge Luis Nieves Frausto, J. L., Tejeda Sartorius, C. y Vázquez Martínez, M. (2007). *Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas*. Zapopán: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Cruden, D.M. and Varnes, D.J. (1996) Landslide Types and Processes. In: Turner, A.K. and Shuster, R.L., Eds., *Landslides: Investigation and Mitigation, Transportation Research Board, Special Report n.º 247*, 36-75.

Chiroque Herrera, C., Arone Padilla, R. J. y Gómez Ávalos, J. C. (2015). *Evaluación geológica y geodinámica del centro poblado de Pijobamba. Provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad*. Lima: Ministerio del Ambiente.

Dillon, M. O. (1994). Bosques húmedos del norte del Perú. *Arnaldoa*, 2(1), 29-42.

Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, Del Ministerio Del Ambiente. (2011). *Inventario y evaluación del Patrimonio Natural de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas*. Lima: Ministerio de Ambiente.

Felícísimo, A. M., Muñoz, J., Villalba, C. J y Mateo, R. G. (2011). Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española. I. Flora y vegetación. Proyecciones de las áreas de distribución potencial de la flora amenazada y las especies forestales de la España peninsular por efecto del cambio climático. Madrid: Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Flores Flores, G. S. (2017). *Biogeografía de un bosque alto andino: historia e impactos del cambio climático en los queñuales peruanos* [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9057/FLORES_FLORES_BIOGEOGRAFIA_DE_UN_BOSQUE_ALTO_ANDINO_HISTORIA_E_IMPACTOS_DEL_CAMBIO_CLIMATICO_EN_LOS_QUE%3%91UALES_PERUANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

González del Tánago, M. y García de Jalón, D. (2001). *Restauración de ríos y riberas*. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar. Ediciones Mundi-Prensa.

Grupo de Trabajo para el Mapa Nacional de Ecosistemas (RM N° 125-2015-MINAM). Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio (DMERNT). (2018). *Mapa nacional de ecosistemas*. Lima: Ministerio de Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales.

Llatas-Quiroz, S. y López-Mesones, M. (2005). Bosques montanos-relictos en Kañaris (Lambayeque, Perú). *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 299-308.

Manchay Alberca, J. M. (2015). *Memoria descriptiva. Mapa de cobertura vegetal. Provincia Morropón - Ámbito Morropón. Convenio de Apoyo al PP 035 "Gestión sostenible de recursos naturales y diversidad biológica"*. Euro Eco Trade. Piura: Gobierno Regional Piura. Ministerio de Ambiente. Ministerio de Economía y Finanzas. Unión Europea.

Mendoza, W. y Cano, A. (2012). *El género Polylepis en el Perú. Taxonomía, Morfología y Distribución*. Editorial Académica Española.

Ministerio del Ambiente. (2015). *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Memoria descriptiva*. Lima: Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental. Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio. (2019). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bofedal*. Lima: Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental. Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio.

Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental. Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio. (2019). *Guía de evaluación del estado de Ecosistema de yunga: Bosques basimontano y montano*. Lima: Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental. Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio.

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). (1976). *Mapa ecológico del Perú: guía explicativa*. Lima.

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). (1989). *Inventario y evaluación de los recursos naturales de la microrregión de Yauyos: departamento de Lima*. Lima.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Publicación Geológica Multinacional N.º 4. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería.

Rasal Sánchez, M., Troncos Castro, J., Lizano Durán, C., Parihuamán Granda, O., Quevedo Calle, D., Rojas Idrogo, C. y Delgado Paredes, G. E. (2011). Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco La Menta y Timbes, región Piura, Perú. *Ecología Aplicada*, 10(2), 61-74.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2020). *Inventario nacional forestal y de fauna silvestre. Informes de resultados del Panel I. Panel I*. Lima: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

Tobón, C. (2009). *Los bosques andinos y el agua. Serie Investigación y Sistematización 4*. Quito: Programa Regional para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN.

Anexos

Anexo 1. Glosario

Bosque

Ecosistema en el que predominan especies arbóreas en cualquier estado de desarrollo, cuya cobertura de copa supera el 10 % en condiciones áridas o semiáridas o el 25 % en circunstancias más favorables (Ley 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, y sus reglamentos).

Briofitas

Plantas que tienen tallos y hojas, pero carecen de raíces y vasos. Los musgos son las briofitas más conocidas.

Cárcava

Tipo de erosión concentrada en surcos que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas.

Cohesión

Parámetro de resistencia de un suelo que expresa la fuerza por la cual las moléculas homogéneas de un cuerpo se adhieren unas a otras.

Deslizamiento

Movimiento de ladera hacia abajo de una masa de suelo o roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante.

Detrito

Sinónimo de derrubio. Material suelto con estructura desordenada y de baja plasticidad originado por procesos de movimientos en masa (coluviones), meteorización (suelo residual), transporte glacial, volcanismo explosivo (depósitos piroclásticos) o desechos antrópicos con estructura granular desordenada, como los estériles de minería. Los detritos también pueden contener una proporción significativa de material orgánico, incluyendo troncos y ramas de árboles o cualquier otra cubierta orgánica.

Flujo

Movimiento de masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido, pero que en principio se origina en otro movimiento como un deslizamiento o una caída.

Indicador

Componente del ecosistema que se puede observar y medir, y que se relaciona con uno o más atributos. Los indicadores pueden relacionarse con la respuesta que da el ecosistema ante un factor de degradación, pero también pueden ser resultado de la presencia del factor de degradación en sí mismo.

Meteorización

Designa a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y los suelos. Puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización *in situ* de las rocas subyacentes.

Anexo 2. Matrices

I. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de atributos: bosque montano de vertiente occidental y bosque estacionalmente seco de colina y montaña y matorral andino

Atributo	Florística	Integridad biótica	Estabilidad física	Vulnerabilidad	Total	Peso (%)	Valor relativo
Florística	1,00	0,25	0,25	2,00	3,50	13,91	14,00
Integridad biótica	4,00	1,00	3,00	4,00	12,00	47,69	48,00
Estabilidad física	3,00	0,33	1,00	3,00	7,33	29,13	29,00
Vulnerabilidad	0,50	0,50	0,33	1,00	2,33	9,26	9,00
Total					25,16	100,00	100,00

2. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de atributos: Bosque relicto altoandino

Atributo	Integridad biótica	Estabilidad física	Vulnerabilidad	Total	Peso (%)	Valor relativo
Integridad biótica	1,00	2,00	4,00	7,00	53,52	54,00
Estabilidad física	0,50	1,00	3,00	4,50	34,40	34,00
Vulnerabilidad	0,25	0,33	1,00	1,58	12,08	12,00
Total				13,08	100,00	100,00

3. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de atributos: pajonal y césped de puna

Atributo	Florística	Integridad biótica	Estabilidad física	Total	Peso (%)	Valor relativo
Florística	1,00	0,33	0,33	1,66	14,87	15,00
Integridad biótica	3,00	1,00	2,00	6,00	53,76	54,00
Estabilidad física	2,00	0,50	1,00	3,50	31,36	31,00
Total				11,16	100,00	100,00

Fuente: Forest Trends

4. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de indicadores: bosque semiárido y bosque subhúmedo

FLORÍSTICA					
Indicador					Valor relativo (%)
Riqueza					14,00

INTEGRIDAD BIÓTICA						
Indicador	Cobertura arbórea	Área basal	Cobertura arbustiva	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Cobertura arbórea	1,00	1,00	2,00	4,00	40,00	19,20
Área basal	1,00	1,00	2,00	4,00	40,00	19,20
Cobertura arbustiva	0,50	0,5	1,00	2,00	20,00	9,60
Total				10,00	100,00	48,00

ESTABILIDAD FÍSICA						
Indicador	Cobertura arbórea	Área basal	Cobertura arbustiva	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Profundidad del mulch	1,00	0,50	0,33	1,83	16,90	4,90
Erosión del suelo	2,00	1,00	1,00	4,00	36,93	10,71
Movimiento de masa	3,00	1,00	1,00	5,00	46,17	13,39
Total				10,83	100,00	29,00

VULNERABILIDAD					
Indicador	Incendio forestal	Cambio de uso del suelo	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Incendio forestal	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Cambio de uso del suelo	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Total			4,00	100,00	9,00

5. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de indicadores: bosque árido

FLORÍSTICA					
Indicador					Valor relativo (%)
Riqueza					14,00

INTEGRIDAD BIÓTICA						
Indicador	Cobertura de copa	Área basal	Cobertura arbustiva	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Cobertura arbórea	1,00	1,00	2	4,00	40,00	19,20
Área Basal	1,00	1,00	2	4,00	40,00	19,20
Cobertura arbustiva	0,50	0,50	1	2,00	20,00	9,60
Total				10,00	100,00	48,00

ESTABILIDAD FÍSICA					
Indicador	Cobertura de copa	Movimiento de masa	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Erosión del suelo	1,00	1,00	2,00	50,00	14,50
Movimiento de masa	1,00	1,00	2,00	50,00	14,50
Total			4,00	100,00	29,00

VULNERABILIDAD					
Indicador	Incendio forestal	Cambio de uso del suelo	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Incendio forestal	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Cambio de uso del suelo	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Total			4,00	100,00	9,00

6. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de indicadores: bosque montano de vertiente occidental

FLORÍSTICA						
Indicador						Valor relativo (%)
Riqueza						14,00

INTEGRIDAD BIÓTICA						
Indicador	Cobertura de copa	Área basal	Total	Peso (%)		Valor relativo (%)
Cobertura aérea	1,00	1,00	2,00	50,00		24,00
Área basal	1,00	1,00	2,00	50,00		24,00
Total			4,00	100,00		48,00

ESTABILIDAD FÍSICA						
Indicador	Profundidad del mulch	Erosión del suelo	Movimiento de masa	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Profundidad del mulch	1,00	0,33	0,50	1,83	15,47	4,49
Erosión del suelo	3,00	1,00	1,00	5,00	42,27	12,26
Movimiento de masa	3,00	1,00	1,00	5,00	42,27	12,26
Total				11,83	100,00	29,00

VULNERABILIDAD					
Indicador	Incendio forestal	Cambio de uso del suelo	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Incendio forestal	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Cambio de uso del suelo	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Total			4,00	100,00	9,00

Fuente: Forest Trends

7. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de indicadores: bosque relicto altoandino

INTEGRIDAD BIÓTICA							
Indicador	Cobertura aérea	Área basal	Regeneración natural	Cobertura de piso	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Cobertura aérea	1,00	1,00	2,00	4,00	8,00	36,36	19,64
Área basal	1,00	1,00	2,00	4,00	8,00	36,36	19,64
Regeneración natural	0,50	0,50	1,00	2,00	4,00	18,18	9,82
Cobertura de piso	0,25	0,25	0,50	1,00	2,00	9,09	4,91
Total					22,00	100,00	54,00

ESTABILIDAD DEL SUELO						
Indicador	Profundidad del mulch	Erosión del suelo	Movimiento de masa	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Profundidad del mulch	1,00	0,50	0,50	2,00	20,00	6,80
Erosión del suelo	2,00	1,00	1,00	4,00	40,00	13,60
Movimiento de masa	2,00	1,00	1,00	4,00	40,00	13,60
Total				10,00	100,00	34,00

VULNERABILIDAD					
Indicador	Incendio forestal	Cambio de uso del suelo	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Incendio forestal	1,00	1,00	2,00	50,00	6
Cambio de uso del suelo	1,00	1,00	2,00	50,00	6
Total			4,00	100,00	12,00

Fuente: Forest Trends

8. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de indicadores: matorral semiárido, matorral subhúmedo y matorral húmedo

FLORÍSTICA					
Indicador					Valor relativo (%)
Riqueza					14,00

INTEGRIDAD BIÓTICA						
Indicador	Cobertura aérea	Cobertura de gramíneas	Altura de la canopia	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Cobertura aérea	1,00	3,00	3,00	7,00	57,57	27,63
Cobertura de gramíneas	0,33	1,00	0,50	1,83	15,05	7,22
Altura de la canopia	0,33	2,00	1,00	3,33	27,38	13,14
Total				12,16	100,00	48,00

ESTABILIDAD DEL SUELO						
Indicador	Profundidad del mulch	Erosión del suelo	Movimiento de masa	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Profundidad del mulch	1,00	0,33	0,33	1,66	13,65	3,96
Erosión del suelo	3,00	1,00	2,00	6,00	49,34	14,31
Movimiento de masa	3,00	0,50	1,00	4,50	37,01	10,73
Total				12,16	100,00	29,00

VULNERABILIDAD					
Indicador	Incendio forestal	Cambio de uso del suelo	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Incendio forestal	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Cambio de uso del suelo	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Total			4,00	100,00	9,00

Fuente: Forest Trends

9. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de indicadores: matorral árido

FLORÍSTICA					
Indicador					Valor relativo (%)
Riqueza					14,00

INTEGRIDAD BIÓTICA						
Indicador	Cobertura aérea	Cobertura de gramíneas	Altura de la canopia	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Cobertura aérea	1,00	3,00	3,00	7,00	57,57	27,63
Cobertura de gramíneas	0,33	1,00	0,50	1,83	15,05	7,22
Altura de la canopia	0,33	2,00	1,00	3,33	27,38	13,14
Total				12,16	100,00	48,00

ESTABILIDAD DEL SUELO					
Indicador	Erosión del suelo	Movimiento de masa	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Erosión del suelo	1,00	1,00	2,00	50,00	14,50
Movimiento de masa	1,00	1,00	2,00	50,00	14,50
Total			4,00	100,00	29,00

VULNERABILIDAD					
Indicador	Incendio forestal	Cambio de uso del suelo	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Incendio forestal	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Cambio de uso del suelo	1,00	1,00	2,00	50,00	4,5
Total			4,00	100,00	9,00

Fuente: Forest Trends

10. Matriz para determinación de pesos y valor relativo de indicadores: pajonal y césped de puna

FLORÍSTICA						
Riqueza						
Indicador	Gramíneas y graminoide	Arbustos	Hierbas	Total	Peso (%)	Valor relativo
Gramíneas y graminoide	1.00	3.00	4.00	8.00	61.16	4.59
Arbustos	0.33	1.00	2.00	3.33	25.46	1.91
Hierbas	0.25	0.50	1.00	1.75	13.38	1.00
Total				13.08	100.00	7.50
Riqueza						
Indicador	Gramíneas y graminoide	Arbustos	Hierbas	Total	Peso (%)	Valor relativo
Gramíneas y graminoide	1.00	3.00	4.00	8.00	61.16	4.59
Arbustos	0.33	1.00	2.00	3.33	25.46	1.91
Hierbas	0.25	0.50	1.00	1.75	13.38	1.00
Total				13.08	100.00	7.50

INTEGRIDAD BIÓTICA						
Indicador	Cobertura aérea	Altura de canopia	Plantas invasoras	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Cobertura aérea	1.00	2.00	2.00	5.00	50.00	27.00
Altura de canopia	0.50	1.00	1.00	2.50	25.00	13.50
Plantas invasoras	0.50	1.00	1.00	2.50	25.00	13.50
Total				10.00	100.00	54.00

ESTABILIDAD FÍSICA						
Indicador	Suelo desnudo	Erosión del suelo	Movimiento de masa	Total	Peso (%)	Valor relativo (%)
Suelo desnudo	1.00	1.00	2.00	4.00	40.00	12.40
Erosión del suelo	1.00	1.00	2.00	4.00	40.00	12.40
Movimiento de masa	0.50	0.50	1.00	2.00	20.00	6.20
Total				10.00	100.00	31.00

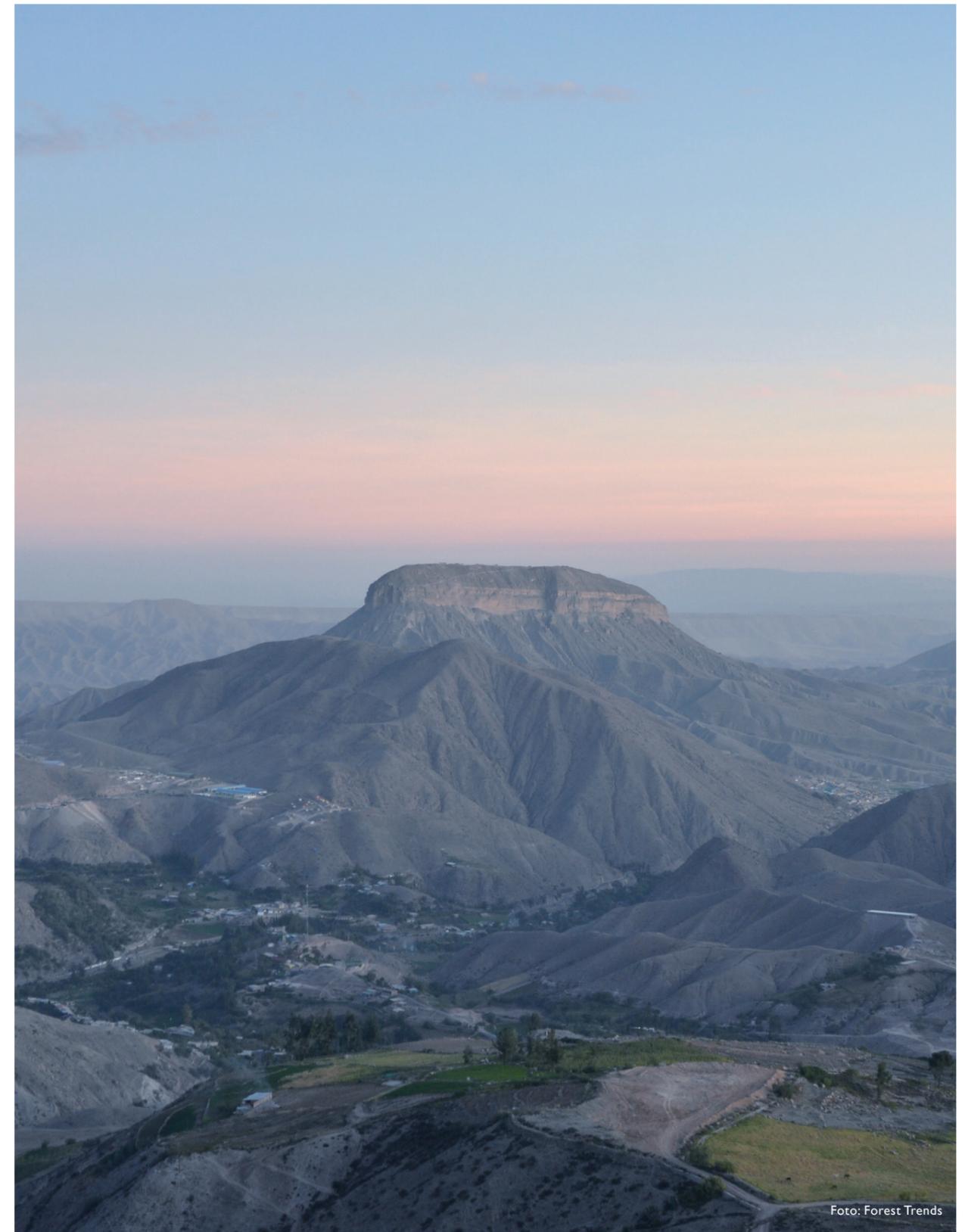


Foto: Forest Trends



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>

