

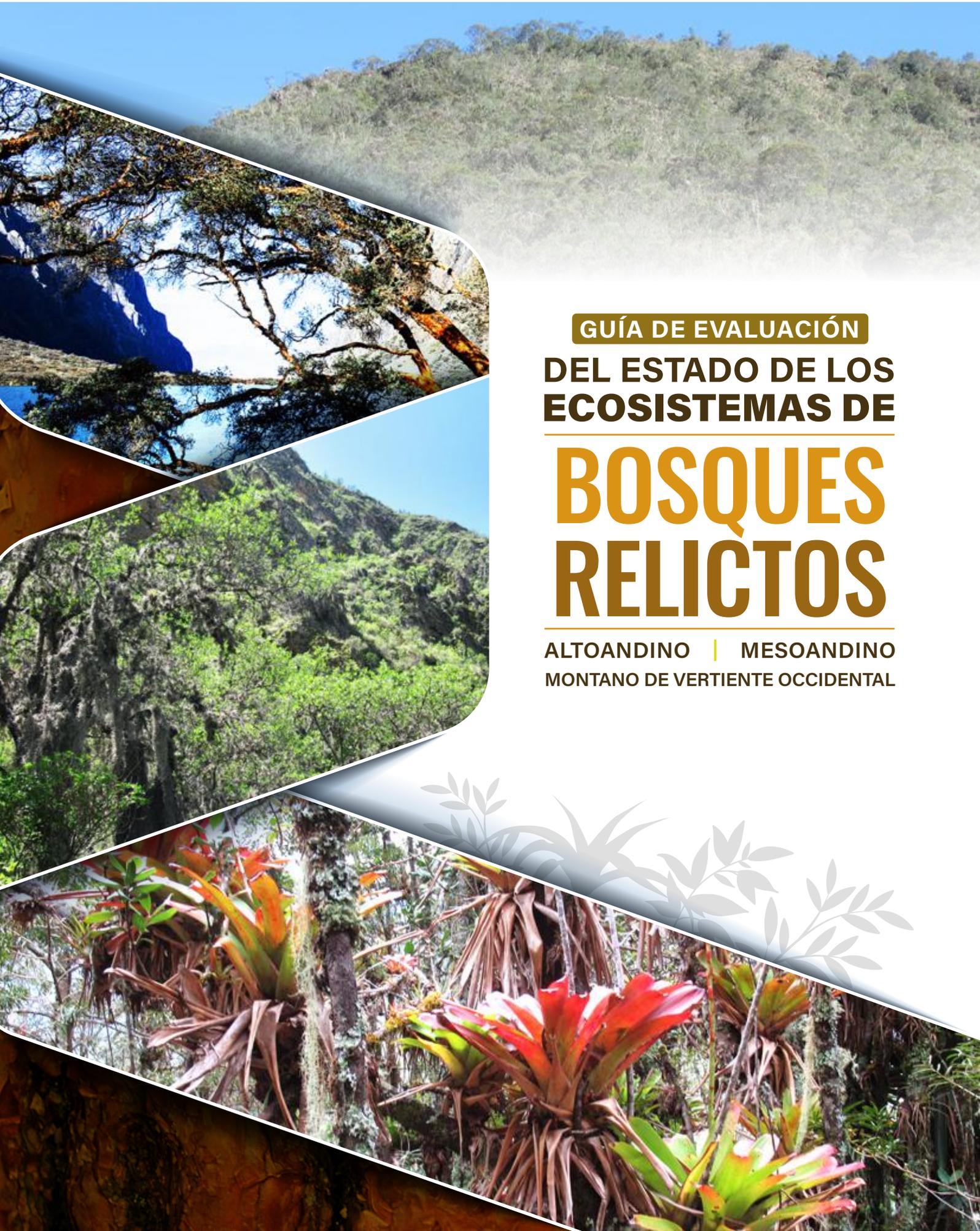


PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024



**GUÍA DE EVALUACIÓN**  
**DEL ESTADO DE LOS**  
**ECOSISTEMAS DE**

# **BOSQUES** **RELICTOS**

**ALTOANDINO | MESOANDINO**  
**MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL**





Queñual (*Polylepis spp.*) en la laguna de Llanganuco, en Ancash.  
Foto: Dickens Rondán - PROMPERÚ





Bosque relicto mesoandino.  
Foto: MINAM



PERÚ  
Ministerio  
del Ambiente



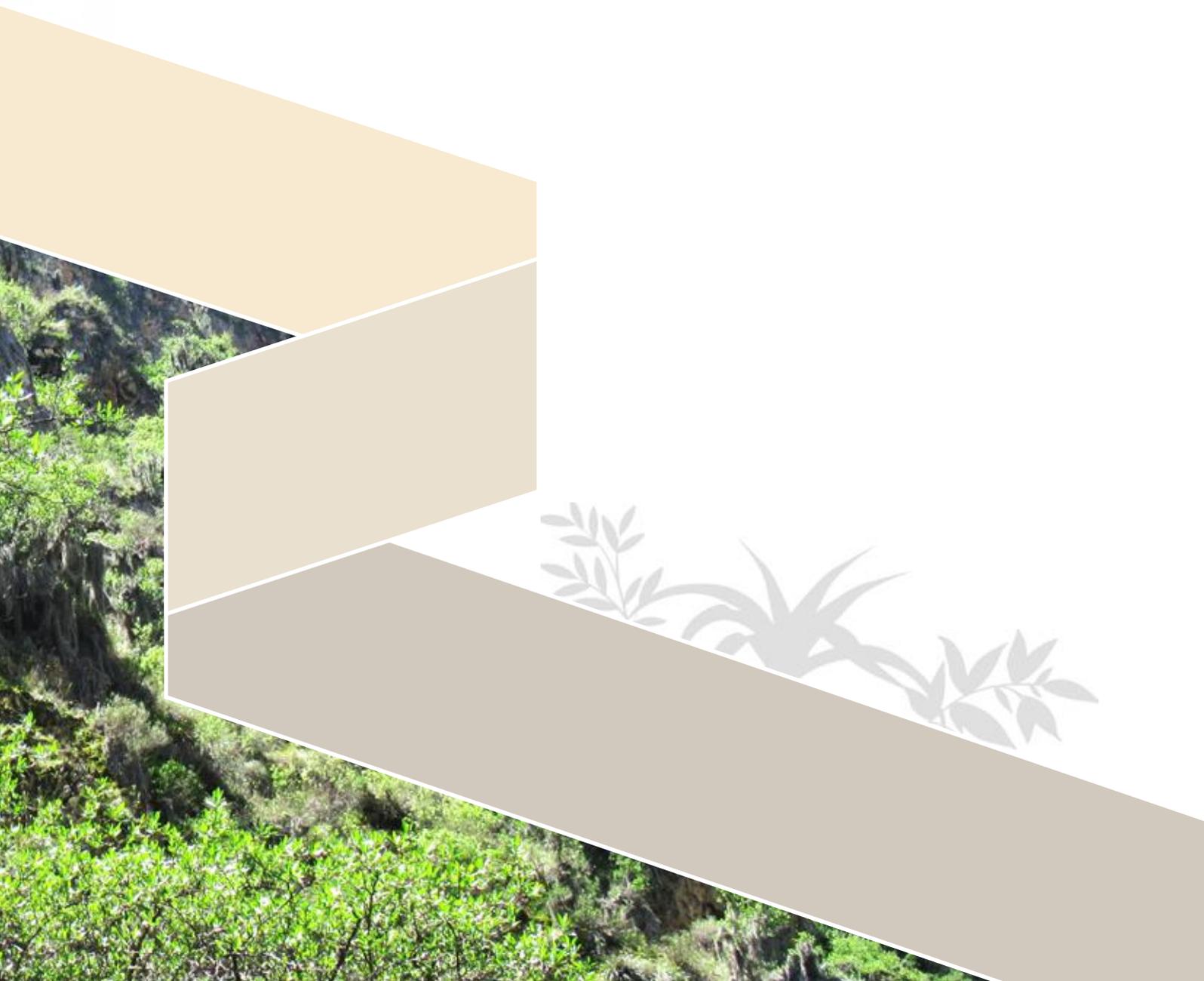
BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024

**GUÍA DE EVALUACIÓN**

**DEL ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS DE**

# **BOSQUES RELICTOS**

ALTOANDINO | MESOANDINO | MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL





## GUÍA DE EVALUACIÓN

### DEL ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS DE

# BOSQUES RELICTOS

ALTOANDINO | MESOANDINO | MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL

#### AUTOR:

Ministerio del Ambiente  
Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales  
Dirección General de Ordenamiento Territorial y de la Gestión Integrada de los Recursos Naturales  
Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio

#### EDITADO POR:

© Ministerio del Ambiente (MINAM)  
Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales  
Dirección General de Ordenamiento Territorial y de la Gestión Integrada de los Recursos Naturales  
Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio  
Av. Antonio Miroquesada 425, Magdalena del Mar, Lima- Perú

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:** [www.digitalworldperu.com](http://www.digitalworldperu.com)

Primera edición, setiembre del 2022

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú n.° 2022-08988

Esta publicación fue posible gracias al generoso 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, como parte del Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica, liderado por Forest Trends junto a sus socios Condesan, Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), EcoDecisión y el Imperial College London. Los contenidos son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de USAID, ni del Gobierno de los Estados Unidos de América ni del Gobierno de Canadá.





## EQUIPO DE EDICIÓN TEMÁTICA:

### DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE

#### LOS RECURSOS NATURALES:

Doris Guardia Yupanqui  
Tatiana Pequeño Saco  
William Llactayo León  
Luis Alberto Quispe Canchanya  
Pedro Raúl Tinoco Rodríguez  
German Arturo Marchand Laynes  
Walter Fajardo Olivares

### CONSORCIO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA ECORREGIÓN ANDINA

#### (CONDESAN):

Francisco Román Dañobeytia  
Víctor Alarcón Jibaja  
Zarela Estabridis Dávila

#### EcoDecisión

Margaret Stern

#### CONSULTOR:

Hubert Portuguez Yactayo



## AGRADECIMIENTOS:

### EXPERTOS EN ECOSISTEMAS DE BOSQUE RELICTO

Abdias Villoslade	Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas
Beatriz Fuentealba	Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña - INAIGEM
César Cáceres	Investigador en ecosistemas de montaña
César Gonzales	Investigador en ecosistemas de montaña
Christian Contreras	The Nature Conservancy - TNC
Constantino Aucca	Asociación Ecosistemas Andinos - ECOAN
David Ocaña	Investigador en ecosistemas de montaña
Luis Albán	HELVETAS PERU
Manuel Guarigata	Centro para la Investigación Forestal Internacional - CIFOR
Oscar Cuya	Instituto Especializado de Investigación de Ecosistemas y Recursos Naturales - INERN
Próspero Yance	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR
Tatiana Boza	Instituto de la Naturaleza, Tierra y Energía (INTE-PUCP)
Wilfredo Mendoza	Museo de Historia Natural



# CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>12</b>	<b>5.1</b>	<b>Ecosistemas del bosque relicto</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>ALCANCE</b>	<b>12</b>	<b>5.1.1</b>	<b>Bosque relicto montano de vertiente occidental</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>BASE LEGAL</b>	<b>13</b>	<b>5.1.2</b>	<b>Bosque relicto altoandino</b>	<b>22</b>
			<b>5.1.3</b>	<b>Bosque relicto mesoandino</b>	<b>28</b>
			<b>5.2</b>	<b>Servicios Ecosistémicos que proveen los Bosques Relictos: altoandino, mesoandino y montano de vertiente occidental</b>	<b>33</b>
			<b>5.3</b>	<b>Integridad y funcionalidad del ecosistema</b>	<b>36</b>
			<b>5.4</b>	<b>Valor ecológico</b>	<b>36</b>
			<b>5.5</b>	<b>Degradación</b>	<b>37</b>
			<b>5.6</b>	<b>Valor de referencia</b>	<b>37</b>
			<b>5.7</b>	<b>Atributos del ecosistema</b>	<b>38</b>
			<b>5.8</b>	<b>Indicadores del ecosistema</b>	<b>41</b>

## 6 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 51

6.1 Consideraciones metodológicas	51
6.1.1 Personal de campo y gabinete	51
6.1.2 Materiales y equipos	52
6.1.3 Atributos e indicadores	53
6.1.4 Valores relativos de atributos e indicadores	54
6.1.5 Puntaje de indicadores	58
6.1.6 Valores de referencia	59
6.1.7 Puntaje de los indicadores relacionado a los valores de referencia	62
6.1.8 Valores del estado o valor ecológico del ecosistema	69
6.2 Procedimiento metodológico	70
6.2.1 Etapa inicial de gabinete	70
6.2.1.1 Estratificación del bosque	70
6.2.1.2 Diseño de muestreo	71
6.2.2 Etapa de campo	75
6.2.2.1 Medición de indicadores en campo	75
6.2.3 Etapa post campo	95
6.2.3.1 Procesamiento de datos	95
6.2.3.2 Cálculo del valor ecológico	96

## 7 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 97

## 8 GLOSARIO 103

## 9 ANEXOS 106





Trocha en un bosque de Queñual (*Polylepis* spp.), en Huaraz en el departamento de Ancash.

Foto: Freepick



# 1

## INTRODUCCIÓN

El Ministerio del Ambiente, a través de la Dirección General del Ordenamiento Territorial Ambiental y de la Gestión Integrada de los Recursos Naturales (DGOTGIRN), ha elaborado la presente *Guía de evaluación del estado de los ecosistemas de bosque relicto: bosque relicto montano de vertiente occidental, bosque relicto altoandino y bosque relicto mesoandino, en concordancia con la metodología establecida en la Guía complementaria para la compensación ambiental: Ecosistemas Altoandinos*, aprobada con Resolución Ministerial 183-2016-MINAM, que establece la metodología de cálculo del valor ecológico de un determinado sitio.

De acuerdo con el Mapa Nacional de Ecosistemas (MINAM, 2018), estos tres ecosistemas constituyen bosques relictos o remanentes, con características biogeográficas que reflejan su proceso evolutivo relacionado al levantamiento de los Andes. Son considerados frágiles y vulnerables por su fraccionamiento y aislamiento, y muchos de ellos muestran estados de degradación, principalmente por factores antrópicos.

Estos ecosistemas andinos son de gran importancia ambiental, social y económica, porque proveen servicios ecosistémicos a la población, como regulación hídrica, regulación del

clima, control de la erosión y formación de suelo, captura y almacenamiento de carbono, suministro de agua dulce, producción de oxígeno, mantenimiento de hábitats de la flora y fauna silvestre, recreación, y provisión de productos forestales maderables y no maderables.

En consecuencia, la presente guía constituye una herramienta técnica, que contribuye a la generación de información para la toma de decisiones respecto a iniciativas de recuperación y/o conservación, a partir de la evaluación del estado actual o de salud de los ecosistemas, en términos ecológicos.



## 2 OBJETIVO

**Describir y orientar** el proceso de evaluación y estimación del estado de los ecosistemas de bosque relicto: bosque relicto montano de la vertiente occidental, bosque relicto altoandino y bosque relicto mesoandino, a partir de la aplicación de un conjunto de indicadores evaluados en campo.



## 3 ALCANCE

La presente guía es una herramienta de **alcance nacional, regional, local** y demás entidades públicas y privadas que promueven y desarrollan acciones de conservación y/o recuperación (remediación, rehabilitación o restauración) de los ecosistemas de bosque relicto y sus servicios ecosistémicos.





# 4

## BASE LEGAL



- ✦ Constitución Política del Perú.
- ✦ **Ley n.° 26839** - Ley sobre la Conservación y el Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica.
- ✦ **Ley n.° 26821** – Ley de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales del Territorio.
- ✦ **Ley n.° 28245** – Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- ✦ **Ley n.° 28611** – Ley General del Ambiente.
- ✦ **Ley n.° 29763** – Ley Forestal y de Fauna Silvestre.
- ✦ **Ley n.° 27446** – Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- ✦ **Ley n.° 27972**- Ley Orgánica de Municipalidades.
- ✦ **Ley n.° 30215** – Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos.
- ✦ **Decreto Legislativo n.° 1013**, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.
- ✦ **Decreto Legislativo n.° 1252** que crea el Sistema Nacional de programación multianual y gestión de inversiones y deroga la ley n.° 27293, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública.
- ✦ **Decreto Legislativo n.° 1432** que modifica el D. L. n.° 1252 INVIERTE.PE
- ✦ **Decreto Supremo n.° 008-2005-PCM** que aprueba el Reglamento de la Ley n.° 28245 – Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.





- 🍃 **Decreto Supremo n.° 012-2009-MINAM**, que aprueba la Política Nacional del Ambiente.
- 🍃 **Decreto Supremo n.° 019-2009-MINAM**, que aprueba el Reglamento de la Ley n.° 27446.
- 🍃 **Decreto Supremo n.° 018-2015-MINAGRI**, que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal.
- 🍃 **Decreto Supremo n.° 021-2015-MINAGRI**, que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal y de Fauna Silvestre en Comunidades Nativas y Campesinas.
- 🍃 **Decreto Supremo n.° 0009-2016-MINAM**, que aprueba el Reglamento de la Ley n.° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos.
- 🍃 **Decreto Supremo n.° 027-2017-EF** Reglamento del INVIERTE.PE
- 🍃 **Decreto Supremo n.° 022-2021-MINAM**, que aprueba la Sección Primera del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.
- 🍃 **Resolución Ministerial n.° 153-2021-MINAM**, que aprueba la Sección Segunda del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.





Bosque relicto mesoandino dominado por especies arbóreas de la especie *Delostoma integrifolia*, con inclusión de cactáceas columnares  
Foto: MINAM



Es común la presencia de musgos y líquenes en las cortezas de los árboles en los bosques relictos montaños de vertiente occidental.  
Foto: MINAM



# 5

## MARCO CONCEPTUAL



### 5.1

#### **ECOSISTEMAS DEL BOSQUE RELICTO: ALTOANDINO, MESOANDINO Y MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL**

Los bosques relictos son ecosistemas fraccionados por causas antrópicas y/o naturales. Son considerados como frágiles por el alto grado de aislamiento geográfico en que se encuentran, por su ubicación en terrenos inestables y por la poca respuesta de recuperación o regeneración natural que presentan ante disturbios. Al mismo tiempo presentan un alto grado de vulnerabilidad, por un lado, debido a su ubicación topográfica con una geodinámica muy activa y al estar expuestos a fuertes presiones antrópicas, como el cambio de uso del suelo y la extracción forestal ilegal.

Por otro lado, el efecto del calentamiento global como la desglaciación, sequías, incendios forestales, etc., constituyen una seria amenaza a estos ecosistemas fraccionados de montaña, con probabilidad de cambio progresivo de su estructura y funcionamiento, posible desplazamiento a otras altitudes con espacios de ocupación limitados y pérdida de hábitats y especies de flora y fauna silvestre (Uribe, 2015; Peterson *et al* 2005; Felicísimo *et al* 2011 y García-Valdez, 2016). Estos ecosistemas se extienden en una superficie de 272 642 ha según el Mapa Nacional de Ecosistemas (MINAM, 2018).

## 5.1.1 BOSQUE RELICTO MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL

### EVOLUCIÓN HISTÓRICA



El levantamiento de la Cordillera de los Andes generó una gran cantidad de hábitats de alturas que no existían antes, como los páramos y bosques de nieblas. Autores como Gentry (1982a, b) afirman que la vegetación de los Andes tropicales proviene en un 50 % de especies que derivaron de plantas de tierras bajas tropicales, así como también de plantas de latitudes altas en Suramérica (Van Der Hammen y Hooghiemstra, 2001; Churchill et al, 1995; Graf, 1994). Esto formó distintas provincias, por la presencia de las barreras geográficas que aparecieron a lo largo del proceso.

La gradiente altitudinal de las laderas ha sido considerada como un motor de especiación, ya que se generaron una multitud de microambientes derivados (Gentry 1982a; Hoorn et al., 2010b). Por ello, hoy en día constituye una formación vegetal única en el mundo, tanto por su composición florística como por las particularidades evolutivas que han desembocado en altos niveles de endemismo y diversidad biológica.

### ÁMBITO GEOGRÁFICO



Los bosques de los Andes tropicales, se extienden desde Venezuela a Bolivia y el norte de Argentina. En el Perú, el ecosistema bosque relictos montano de la vertiente occidental (MINAM, 2018) se extiende al noreste con una superficie de 90 703 ha (figura n.º 4), de las cuales el 12.9 % se encuentra protegida por el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (anexo n.º 1). Comprende los departamentos de La Libertad, Lambayeque, Cajamarca y Piura, desde aproximadamente 2200 a 3200 m s. n. m.

Este bosque recibe alta humedad proveniente del Océano Pacífico transportado por los vientos alisios y se caracteriza por su alta fitodiversidad y un índice de endemismo muy elevado. Esto lo han demostrado los escasos inventarios florísticos realizados en las regiones de Cajamarca y Piura, al oeste del río Marañón y al sur de la deflexión del Huancabamba (Gentry 1989; Dillon 1994; Dillon et al 1995; Sagástegui et al., 2003), citados por Weigend et al., (2006).

La humedad también es recibida del Atlántico, que logra pasar a la región occidental debido a la menor altitud que presenta la cordillera, lo cual propicia una exuberante y densa cobertura boscosa, con niebla persistente (“bosque de neblina”). Según el Mapa Ecológico del Perú (Onern 1976; Inrena 1995), comprende dos zonas de vida ubicadas en la región latitudinal Tropical, tales como: bosque húmedo - Montano Bajo y bosque muy húmedo - Montano, las cuales involucran precipitaciones anuales que van desde aproximadamente 1000 hasta 2000 mm y biotemperaturas medias anuales desde 6 hasta 16 °C.



## FLORA Y FAUNA



Este bosque es siempreverde, denso, con buena cobertura aérea, con alturas máximas de 15 – 20 m (figura n.º 1). Está conformada por una gran diversidad de especies de plantas vasculares y no vasculares. Entre las vasculares predominan las angiospermas sobre las gimnospermas y pteridofitas, en sus diversas formas biológicas o formas de vida vegetal, destacando el componente arbóreo cuyos tallos suelen estar cubiertos por parches de musgos, líquenes y epífitas (orquídeas, bromelias, aráceas), luego se encuentran en menor proporción helechos arborescentes y ocasionalmente palmeras de porte arbóreo, algunas lianas y un estrato arbustivo y herbáceo en el sotobosque. Asimismo, es característica la presencia de un manto de musgos que cubren la superficie del suelo.

Incluye además la presencia de varios grupos de fauna silvestre como “oso de anteojos” (*Tremarctos ornatus*), “puma” (*Puma concolor*), “jaguar” (*Panthera onca*) y “tigrillo” (*Leopardus pardalis*); *Odocoileus virginianus* “venado cola blanca”, aves como el “quetzal de cabeza dorada” (*Pharomachrus auriceps*), “gallito de las rocas” (*Rupicola peruviana*), “guácharo” (*Steatornis caripensis*) y “pava de monte” (*Penelope montagnii*) y numerosos reptiles, batracios y peces (Sagástegui *et al.* 2003).

## AMENAZAS



Entre los factores que amenazan a este singular ecosistema, se menciona principalmente a la actividad agropecuaria, la cual requiere habilitar nuevas áreas fértiles para instalar cultivos agrícolas y ganadería, para lo cual deforesta, mediante la tala y quema de los árboles y demás elementos del bosque, incluyendo la pérdida de la población faunística. Esta actividad es cada vez mayor, debido al incremento de la población urbana y rural.

Otro factor de amenaza es la extracción selectiva de árboles valiosos con fines comerciales. Asimismo, la caza de animales silvestres para obtener carne y piel constituye otra amenaza al ecosistema.

Son escasos los datos sobre la tasa de deforestación de este ecosistema boscoso; sin embargo, al hacer un análisis interpretativo de las imágenes satelitales se puede observar la huella de deforestación que es notable.

FIGURAN°1

# BOSQUE RELICTO MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL



Bosque ubicado cerca al Refugio de Vida Silvestre Bosques Nublados de Udima, en Cajamarca.

Foto: MINAM



Flora característica del bosque relicto montano de vertiente occidental. *Tillandsia* sp. (foto superior derecha y foto inferior izquierda), musgo (foto inferior izquierda)  
Foto: MINAM

## 5.1.2 BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

### EVOLUCIÓN HISTÓRICA



El bosque relictos altoandino se encuentra distribuido en los Andes Tropicales y Subtropicales de América del Sur, siendo los Andes Tropicales del Centro los más antiguos y elevados (aproximadamente 50 millones de años) y los Andes de Norte relativamente más jóvenes (aproximadamente 25 millones de años) y más pequeños (Van Der Hammen, 1974). Abarcan desde Venezuela hasta el norte de Argentina y Chile (Simpson 1979).

La historia paleoecológica muestra que el género arbóreo *Polylepis*, dominante en este tipo de ecosistema, apareció en la Cordillera Oriental hace unos tres millones de años y conformó bosques de amplia distribución entre 1.5 y 1.2 millones de años. Es probable que la radiación adaptativa de este género haya sido resultado de las fluctuaciones climáticas durante el período pleistocénico, forzando a las especies a migrar repetidamente a localidades con condiciones ecológicas favorables, así como fragmentando las distribuciones de especies (Fjeldså 1995, Kessler 1995a).

Durante los periodos glaciales del Pleistoceno, ocurrió una etapa de alteración ecológica causando la diferenciación entre taxones y la propagación de distintas especies de alta montaña (Simpson, 1975). Luego, en el periodo postglacial del Holoceno (hace 11 000 años atrás), ocurrieron los principales cambios ambientales en las zonas altas de los Andes centrales, relacionados con la variabilidad climática, afectando severamente la cobertura forestal, además de que estas zonas comenzaron a ser colonizadas (Kuentz et al., 2011).

Algunos autores asumen que el origen geográfico de *Polylepis*, se encuentra en el bosque húmedo montano más que en la puna. Las especies más primitivas están distribuidas a lo largo de laderas andinas húmedas, las especies de edad media en las cordilleras de Ecuador y Perú y las especies jóvenes en las cordilleras altas y la zona de puna de Perú y Bolivia (Navarro 2010).

### ÁMBITO GEOGRÁFICO



El bosque relictos altoandino se extiende en el Perú de sur a norte, en una superficie de 156 974 ha (MINAM, 2018), de las cuales el 99 % se encuentran protegidas por el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Sinanpe). Ocupa terrenos ondulados hasta con fuertes y escarpadas pendientes, en un rango altitudinal de aproximadamente 3500 hasta los 5000 m s. n. m., incluyendo a la puna seca y a la puna húmeda, así como a las siguientes zonas de vida en sus tres regiones latitudinales (Tropical, Subtropical y Templado Cálido): matorral desértico-Subalpino, páramo húmedo-Subalpino, páramo muy húmedo-Subalpino, páramo pluvial-Subalpino, tundra húmeda-Alpina, tundra muy húmeda-Alpina y tundra pluvial-Alpina; las zonas donde se distribuyen presentan precipitaciones anuales que van desde aproximadamente 250 mm hasta aproximadamente 2000 mm y temperaturas medias anuales desde 1.52 hasta 6 °C (Onern 1976; Inrena 1995). El bosque se desarrolla en suelos que pueden ser de origen glaciar (morrenas), residual (areniscas) y coluvio-aluvial (derrubios) de material volcánico y sedimentario, pero no necesariamente suelos volcánicos.



## FLORA Y FAUNA



El bosque altoandino se caracteriza por ser altamente fragmentado y muy distante entre los parches, cuya densidad de estos es variable, encontrándose desde bosques ralos hasta densos (figura n.º 2). Su altura es variable y va desde 2 m (zonas con déficit hídrico) hasta 12 m (zonas con exceso de humedad), es decir, se ve influenciada principalmente por la humedad del suelo.

La flora está conformada por muchas especies de plantas vasculares (angiospermas y pteridofitos) en sus diversas formas biológicas o formas de vida vegetal, destacando el componente arbóreo quien domina el espacio aéreo, le siguen los elementos arbustivos, herbáceos, epífitas, trepadoras, entre otras. Asimismo, en los ambientes más húmedos se incluyen elementos no vasculares, como los musgos (sobre los árboles, rocas y suelo) y hepáticas.

El género *Polylepis* (Rosaceae) domina este tipo de bosque relictivo, reportándose 21 especies para el Perú (Mendoza & Cano, 2012, Ames *et al.* 2019). La especie *Polylepis multijuga* es una de las más primitivas, ha colonizado a lo largo de los Andes hasta el sur del Perú donde actualmente hay una gran concentración de especies de *Polylepis*.

Por otro lado, el bosque es frecuentado por un centenar de aves, así como, la presencia de anfibios, reptiles e insectos. Entre los mamíferos podemos citar a *Lycalopex culpaeus* "zorro andino", *Conepatus chinga* "zorillo", *Lagidium peruanum* "viscacha", e *Hippocamelus antisensis* "taruca". (Servat *et al.*, 2002).

## AMENAZAS



Aún es muy discutido las causas de la fragmentación y reducción de este bosque. Unos autores afirman que esos bosques sufrieron un proceso de degradación y retroceso debido a actividades humanas como la quema del bosque para convertirlos en pastizales para el pastoreo de llamas, tarucas y vicuñas, produciendo cambios ecológicos muy significativos (Ansión, 1986; Gade, 1999; Herrera & Ali, 2009). Asimismo, se menciona que las sociedades prehispánicas utilizaban la madera del bosque como leña y para la construcción de diversos productos como telares, puentes, techos, instrumentos musicales, figuras, armas de mano, herramientas para la agricultura (*chaquitacla*) y como forma de tributo (Ansión, 1986; Gade, 1999; Capriles, 2002). Otros autores, como Reinson, *et al.* (2013), afirman que existen estudios polínicos realizados en bosques de *Polylepis*, que demuestran que nunca constituyeron masas forestales continuas, más bien mosaicos de pastizales y fragmentos de bosquecillos de tamaños diversos. Sin embargo, los mismos autores mencionan que existen estudios temporales realizados que registran reducción de la superficie boscosa (Fjeldsa & Kensler, 2004), debido a factores antrópicos y climáticos.

A la fecha aún existen amenazas, como es la tala de árboles para la fabricación de carbón y

en menor proporción para leña. Los leñadores prefieren troncos y ramas de menor diámetro, debido a que presentan menos problemas para su corta, trozado y transporte, más aún si la extracción es manual. Los carboneros, por el contrario, requieren de ramas o fustes gruesos para obtener un producto aceptable mercantilmente, por lo que recurren a talar el árbol entero.

La extracción leñera para uso doméstico no elimina el árbol, sólo lo achaparra y cambia la configuración del bosque; los carboneros, en cambio, sí hacen desaparecer al árbol y, por lo tanto, al bosque. Existen también otras clases de leñadores a los que se ha convenido en llamar arrieros-leñadores y leñadores industriales, los cuales procuran llevar ramas gruesas de diámetros mayores a 5 cm o rajadas de madera a los centros de venta o de consumo. Los arrieros-leñadores son aquellos que transportan leña a lomo de llamas a mercados de consumo comunal rural. Entre los leñadores industriales están los camioneros que transportan la leña a otros lugares para hacer carbón o a mercados comunales rurales.

La quema de los pastos por la actividad ganadera suele afectar a los bosques de “queñoa”, con el objetivo de obtener pastos suaves y frescos. Antúnez de Mayolo (1981) explica que en la legislación inca existieron disposiciones en las que se prohibió la quema



de pastos y la tala de los árboles. La ganadería nativa no necesitaba quemar para procurar pastos a los animales en la época de estiaje. El Virrey Toledo recogió esta última y prohibió la tala de los árboles que en forma masiva efectuaban los hispanos para alimentar los hogares de minas y poblados.

Esta práctica de quema afecta a la regeneración natural del bosque, principalmente de las especies arbóreas, así como la diversidad florística (en cantidad y calidad) de las pasturas al ser alcanzados por el fuego, afectando al mismo tiempo a la fauna silvestre que se cobija. Principalmente los pastores de ganado vacuno se ven precisados a quemar los pastos cada 1-3 años para evitar a sus animales el tener que comer pastos pobres en nutrientes y de hojas duras. La quema mantiene fragmentado a los bosques, mientras que las yemas protegidas de las gramíneas rebrotan con facilidad, no sucediendo lo mismo con otras familias de hierbas. Por otro lado, probablemente desde la época incaica hasta que últimamente comenzaron a ser reemplazados por el “eucalipto”, los troncos de *Polylepis* “queñua” han sido utilizados para apuntalar los socavones de las minas metalíferas. Por ejemplo, en algunos escritos del año 1885, se señalan que las “queñuas” servían para fundir metales de las minas de Huancavelica; en este caso, era el mineral el

que se llevaba a fundir a los bosques situados a 40-50 km de distancia (Frimer y Moller (1989). En la quebrada Rurichinchay (Ancash), la queñua se continúa utilizando como leña para fundir plata, a pesar de la doble prohibición legal y estar dentro del Parque Nacional Huascarán.

El sobrepastoreo es otro factor que afecta al bosque, especialmente cuando se pastorea con ganado exótico (vacuno, ovino), reduciendo la presencia de la regeneración natural del bosque, generando la erosión del suelo, la compactación del suelo por el pisoteo excesivo y pérdida de la diversidad de la flora endémica.

Asimismo, la extracción de musgos con fines comerciales constituye una amenaza del ecosistema debido a la disminución de esta cubierta en el suelo, la cual forma parte del “mantillo”. Esta capa protege al suelo contra la erosión y facilita el proceso de infiltración. De igual modo, la disminución de la cubierta de musgos en la superficie de los troncos disminuirá el efecto de regulación hídrica del bosque.

En algunos casos, la instalación de pequeñas parcelas de cultivo al interior del bosque también limita el proceso de regeneración natural del bosque, la capacidad de infiltración del agua y propicia el proceso de erosión del suelo, principalmente en las zonas con fuertes pendientes.

FIGURAN°2

## ECOSISTEMA BOSQUE RELICTO ALTOANDINO



Bosque ubicado frente al Parque Nacional Huascarán donde destaca el Queñoal (*Polylepis spp.*), ubicado en Chavín de Huántar, Ancash.

Foto: MINAM



Paisaje características de un bosque relicto altoandino. Foto: MINAM



Flora característica del bosque relicto altoandino. *Gynoxis* sp. (foto superior izquierda), *Miconia* media (foto superior derecha) "musgo" (foto inferior izquierda)  
Foto: MINAM

## 5.1.3 BOSQUE RELICTO MESOANDINO

### EVOLUCIÓN HISTÓRICA



Existe escasa información respecto a la biogeografía de este bosque relictado fraccionado; sin embargo, se puede asumir que tenga el mismo origen del bosque altoandino o del bosque montano occidental, es decir, producto del levantamiento de los Andes Centrales y de los posteriores periodos interglaciares producidos en el Pleistoceno (hace dos millones de años).

Algunos autores como Simpson (1975) citado por Reynel *et al.* (2013), diferencia dos episodios en el tiempo que dieron origen a estos bosques relictos en el territorio peruano:

Hasta hace unos 15 – 10 millones de años previo a la elevación de los Andes hasta la altitud de intercepción de la humedad procedente del Este, habría sido posible que este flanco, por encima de 1500 m, estuviese cubierto por una franja de bosque subhúmedo a subxerófilo con cierta continuidad. Posteriormente se habría desencadenado la fragmentación de las formaciones vegetales de esta vertiente. Este efecto habría producido el aislamiento de poblaciones, así como la conformación de abundante endemismo observable en este relictado.

Un segundo episodio sucedió hace unos dos millones de años, bajo la influencia de los eventos glaciales del Pleistoceno. Estos habrían agudizado el patrón climático en la vertiente occidental, ocasionando disminuciones de la precipitación de las tierras cerca al mar. Sincrónicamente, se habrían producido incrementos de éstas a partir de los 2000 m, determinando la expansión de vegetación allí emplazada. La precipitación en las partes altas habría sido mayor que la actual durante esos periodos. Esto habría determinado la expansión de los bosques y una mayor continuidad de la vegetación por encima de los 2000 m con un contrapunto durante los episodios interglaciares de temperaturas cálidas. Como resultado de este proceso, se habría promovido la formación de relictos aislados en la vertiente occidental. Las comunidades vegetales y especies en general sometidas a una situación de aislamiento, habría incrementado la diferenciación entre sí, regidas por procesos alopatricos, como el caso emblemático del “Bosque de Zárate” (Koepcke, 1958; Koepcke, 1961; Simpson, 1974, 1975, 1986. Citados por Reynel, Pennington y Särkinen).

### ÁMBITO GEOGRÁFICO



Según el Mapa Nacional de Ecosistemas (MINAM, 2018), este ecosistema se extiende en una superficie de 24 965 ha, de las cuales el 0.25 % se encuentran protegidas por el Sinanpe (anexo n.º 1).

Una porción de este bosque se ubica en la vertiente occidental de los Andes, ubicado en las cuencas del río Rímac y río Cañete (Lima), así como en el ámbito de la Laguna Parinacochas (Ayacucho). Otra porción de estos bosques fragmentados se encuentra en la vertiente oriental de los Andes, como en la cuenca del río Chalhuanca (Apurímac).

Los bosques de la zona occidental se distribuyen aproximadamente desde los 2600 hasta los 3700 m s. n. m., correspondiendo a las zonas de vida estepa espinosa – Montano Bajo Tropical y estepa – Montano Tropical, ubicadas en las regiones latitudinales Tropical y Subtropical). Las precipitaciones anuales oscilan desde los 250 mm en las zonas más secas (provincia de humedad: Semiárido) hasta los 500 mm (provincia de humedad: Subhúmedo) (Onern, 1976; Inrena 1995).

Los bosques de la zona oriental se distribuyen aproximadamente de 2900 – 3900 m.s.n.m. correspondiente a la zona de vida bosque húmedo – Montano Subtropical (provincia de humedad: Húmedo) (Onern, 1976; Inrena 1995). En las dos zonas el bosque se ubica en laderas montañosas con fuertes pendientes, hasta escarpadas, de difícil acceso.



## FLORA Y FAUNA



La vegetación de este ecosistema se caracteriza por el dominio de comunidades arbóreas (figura n.º 3), principalmente conformadas por *Kagenckia lanceolata* “lloque”, *Escallonia resinosa* “chachacomo” y *Delostoma dentau*, las cuales forman comunidades puras en determinados lugares y en otros de manera mixta, siendo característico la presencia de una epífita (*Tillandsia usneoides*) que se extiende densamente sobre los árboles a manera de largas barbas.

En cuanto a la fauna silvestre, se registra mamíferos mayores como, *Conepatus chinga* “añaz”, *Lycalopex culpaeus* “zorro andino”, *Leopardus jacobita* “gato andino”, *Puma concolor* “puma”, etc.

## AMENAZAS



Existen amenazas a este ecosistema, principalmente por la actividad agrícola, que, debido a la falta de tierras, deforestan el bosque para convertirlas en áreas de cultivo. Asimismo, el pastoreo por parte de animales domésticos compacta y erosionan los suelos, así como, limitan el desarrollo de la regeneración natural del bosque, principalmente de las especies arbóreas.

Otro factor de amenaza es la extracción de especies forestales valiosas con diferentes usos, como, por ejemplo, madera, herramientas de labranza, carbón, y leña.



FIGURAN°3

## ECOSISTEMA BOSQUE RELICTO MESOANDINO



Bosque relict mesoandino en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, en Yauyos, Lima.

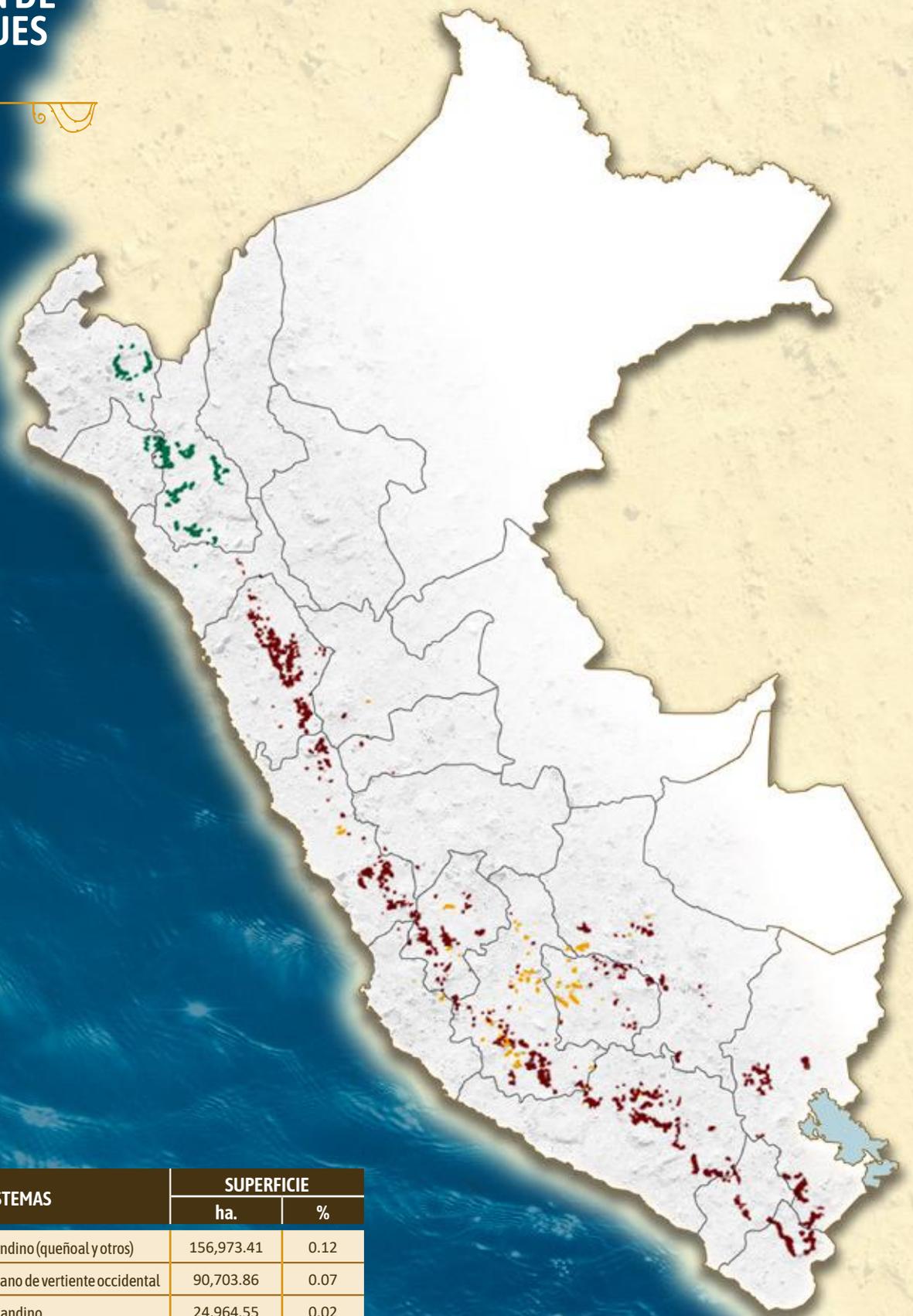
Foto: MINAM



Flora característica del bosque relicto altoandino. *Gynoxis* sp. (foto superior izquierda), *Miconia* media (foto superior derecha) “musgo” (foto inferior izquierda)  
Foto: MINAM

FIGURAN° 4

# MAPA DE UBICACIÓN DE LOS BOSQUES RELICTOS



ECOSISTEMAS	SUPERFICIE	
	ha.	%
 Bosque relicto altoandino (queñoal y otros)	156,973.41	0.12
 Bosque relicto montano de vertiente occidental	90,703.86	0.07
 Bosque relicto mesoandino	24,964.55	0.02

Fuente: Mapa Nacional de Ecosistemas

## 5.2

### SERVICIOS ECOSISTÉMICOS QUE PROVEEN LOS BOSQUES RELICTOS: ALTOANDINO, MESOANDINO Y MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL

#### a. Servicios de provisión



El hombre obtiene del ecosistema el recurso necesario para satisfacer sus necesidades alimentarias, a través la recolección, la caza o cultivo de alimentos.



Hay plantas con potencial farmacéutico que son usados como medicina para curar diversas enfermedades.



El ecosistema provee una gran cantidad de materiales, que incluye la madera, fibras de plantas silvestres, biocombustibles, entre otros.



Recurso que es proporcionado por el ecosistema, que en la parte baja de la cuenca es uno de los servicios más valorados.

#### b. Servicios de regulación

##### REGULACIÓN HÍDRICA

Que se da inicio con la intercepción por parte de la copa de los árboles, tanto de la precipitación proveniente del Océano Pacífico como también de la humedad que pueda derivar de la Amazonía, que logra pasar a la vertiente occidental por su menor elevación. Luego se produce el escurrimiento lento del agua a través del tronco con parches de musgos y líquenes, así como el escurrimiento a través de la gran cantidad de epífitas que existen sobre las ramas y tronco de los árboles. Finalmente, el agua se filtra a través del mantillo o “mulch” que cubre la superficie del suelo y del mismo suelo orgánico.



En cuanto a la hojarasca y la cubierta de musgos que cubren al suelo, éstos son capaces de almacenar grandes cantidades de agua, que liberan posteriormente durante los períodos secos (Tobón *et al.*, 2008). Una vez que el agua atraviesa la capa de hojarasca o de musgos y alcanza la superficie del suelo, puede seguir dos vías: se infiltra en el suelo y fluye a través de éste, o se escurre superficialmente. Esto está controlado por la capacidad de infiltración de cada suelo en particular, las características de la precipitación, el estado de humedad del suelo y la pendiente.

La gruesa capa superficial de musgos, así como de mantillo o “mulch” y el propio suelo orgánico, son capaces de almacenar hasta seis veces su peso seco. Asimismo, al presentar una alta tasa de infiltración, permite que la recarga del agua del suelo y de los acuíferos desde este ecosistema sea mayor, lo que provoca que se mantengan los caudales de los ríos incluso durante el verano, controlando al mismo tiempo las inundaciones que se dan en el periodo de mayor descarga (Tobón *et al.*, 2009; Avendaño, 2007) citados por Ecobona 2009.



### **PURIFICACIÓN DE AGUA**

---

El ecosistema se encarga de depurar y purificar las aguas, las cuales discurren hacia las quebradas y ríos que bajan a la costa, proveyendo positivamente de este recurso a la población para el consumo humano, la agricultura, el turismo, entre otros.



### **REGULACIÓN DEL CLIMA LOCAL**

---

Esto permite la absorción de gran cantidad de energía solar durante el día y la emite lentamente durante la noche; asimismo, el proceso de evapotranspiración del bosque refresca el intenso calor durante el día.



### **PROTECCIÓN DE PROCESOS DE EROSIÓN DE SUELO**

---

La cubierta vegetal de los bosques relictos previenen la erosión del suelo y es un factor clave para el control del proceso de degradación de la tierra, pérdida de fertilidad del suelo y desertificación.



### **REGULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE**

---

A través de la eliminación de contaminantes de la atmósfera.



## SECUESTRO Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

---

Estos ecosistemas contribuyen a la regulación del clima global mediante el secuestro y almacenamiento de gases de efecto invernadero. Siendo los árboles y toda la cubierta vegetal, quienes eliminan el dióxido de carbono de la atmósfera y lo retienen eficazmente en sus tejidos.

## POLINIZACIÓN

---

Servicio de vital importancia que permite la reproducción de las plantas.

### c. Servicios de soporte



el ciclo que mejor se conoce es el de carbono.



Proceso constante muy lento, que involucra la interacción entre el material parental, la biota, el clima, el relieve y el tiempo.

### d. Servicios culturales

#### RECREACIÓN Y TURISMO:

---

Dada su belleza paisajística y su accesibilidad desde la costa tiene un gran potencial ecoturístico, por su geomorfología especial, su variada flora y fauna silvestre.

#### VALORES ESPIRITUALES Y RELIGIOSOS

---

Diferentes componentes del ecosistema, están asociados a la espiritualidad y religiosidad de las personas.

#### VALORES ESTÉTICOS

---

Los ecosistemas y sus bellezas, permiten que las personas los disfruten, y son fuentes de inspiración para las artes, cultura y diseño.





## 5.3

### INTEGRIDAD Y FUNCIONALIDAD DEL ECOSISTEMA

---

Integridad se refiere a una propiedad sintética del ecosistema, como una totalidad, que incluye la presencia de todos los elementos y procesos ocurriendo 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, estructura y función del ecosistema) están presentes y son capaces de mantener la auto-renovación del sistema (Plenik, 2011). 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 (Fennesy *et al.*, 2007).

## 5.4

### VALOR ECOLÓGICO

---

Para evaluar la condición ecológica es necesario establecer un estado de referencia —una Línea de Base o «estado ideal»— con la cual se compara una situación que ha sido objeto de cambios. En la práctica, no resulta sencillo establecer un estado de referencia. Teóricamente, los bosques primarios podrían servir de línea de base, pero este método puede ser problemático a causa de las modificaciones que el ecosistema ha podido experimentar en el pasado. Los bosques que han sido ordenados con arreglo a criterios sostenibles con fines de producción podrían también servir de estado de referencia, aunque estos bosques puedan carecer de algunas de las especies, procesos, funciones y estructuras de los primarios. Además, todos los ecosistemas forestales están sujetos a cambios inherentes y a variaciones naturales, que les son característicos.



## 5.5

### DEGRADACIÓN

---

Los ecosistemas degradados son aquellos que han sufrido la pérdida total o parcial de alguno de sus factores de producción (componentes esenciales) que alteran su estructura y funcionamiento, disminuyendo por tanto su capacidad de proveer bienes y servicios ecosistémicos, que pueden suscitarse en cualquiera de sus componentes bióticos o abióticos y en sus diversas relaciones debido a la sobreexplotación de sus recursos naturales. En consecuencia, se dan efectos directos y negativos sobre el bienestar social de no tomar medidas que mejoren esta situación (R.M. n.º 178-2019-MINAM).

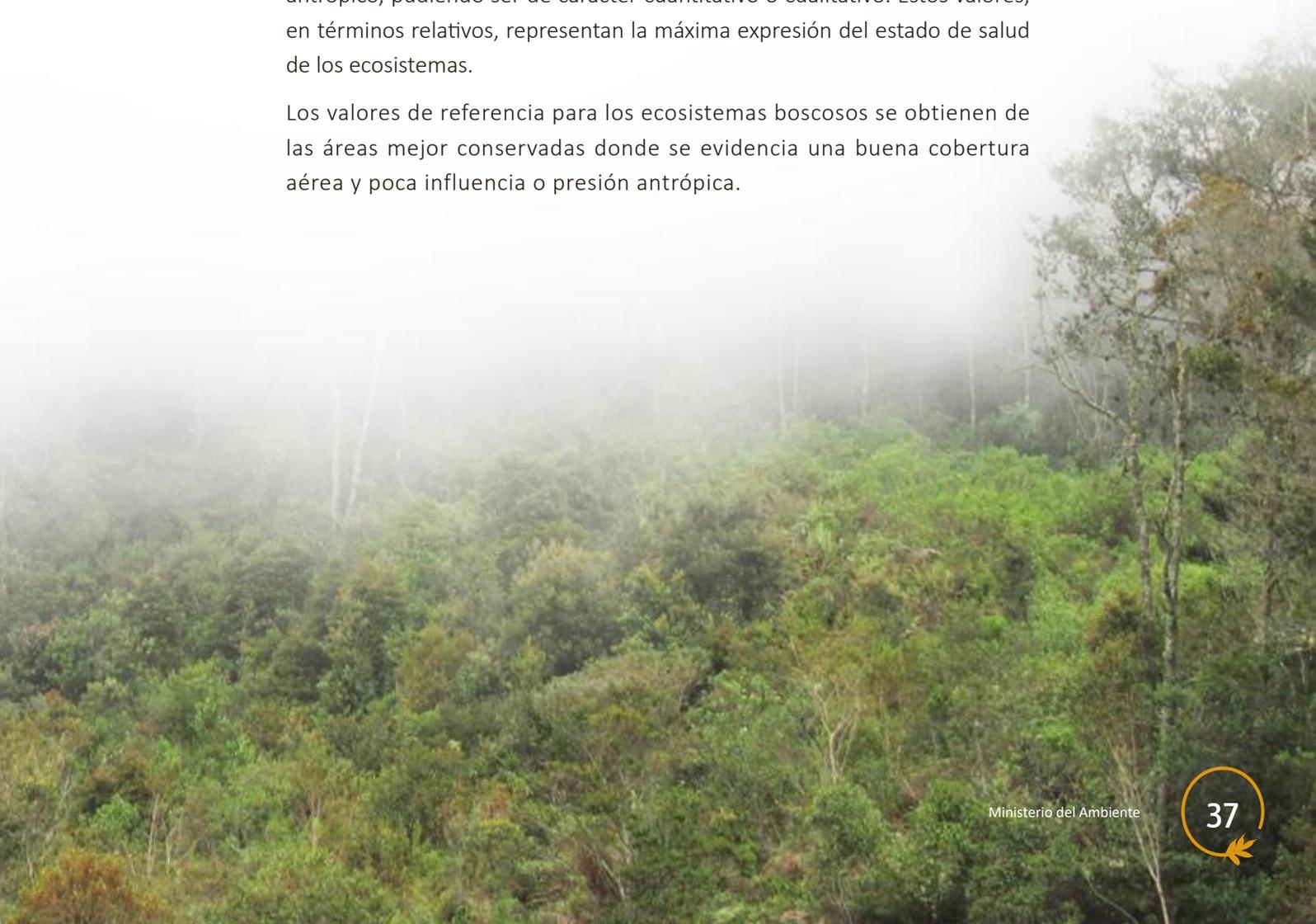
## 5.6

### VALORES DE REFERENCIA

---

Los valores de referencia de los indicadores para la evaluación de los ecosistemas son aquellos que expresan cierto grado de conservación, es decir, presencia nula o ligera perturbación, principalmente de carácter antrópico, pudiendo ser de carácter cuantitativo o cualitativo. Estos valores, en términos relativos, representan la máxima expresión del estado de salud de los ecosistemas.

Los valores de referencia para los ecosistemas boscosos se obtienen de las áreas mejor conservadas donde se evidencia una buena cobertura aérea y poca influencia o presión antrópica.



## ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE

Se deberá tomar en cuenta las variaciones que pueden tener los valores de referencia de determinados indicadores, según condiciones específicas como:



La ubicación geográfica de los ecosistemas



Pendiente



Humedad del suelo



Clima, entre otros.



Biodiversidad

Considerando lo anterior, la evaluación del estado o condición ecológica de un ecosistema de manera detallada requiere de conocer un estado de referencia («estado ideal»), de la misma zona, con la cual puede ser comparado; sin embargo, hay que tener presente también que los bosques primarios podrían haber sufrido modificaciones en el pasado.

## 5.7

### ATRIBUTOS DEL ECOSISTEMA

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

Para la determinación de los atributos del bosque relicto, se utilizó como referencia la *Guía complementaria para la compensación ambiental: Ecosistemas Altoandinos* (pajonal, césped, tolar y bofedal), *Guía de evaluación del estado de los ecosistemas de bofedal*, *Guía de evaluación del estado de los ecosistemas de bosque seco: bosque estacionalmente seco de llanura y bosque estacionalmente seco de colina y montaña*, *Guía de evaluación del estado de los ecosistemas de bosque de yunga: bosques basimontano y montano*, elaboradas y publicadas por el Ministerio del Ambiente (2016, 2018). Estos atributos definidos son de aplicación para los tres tipos de ecosistemas del bosque relicto, los cuales se describen a continuación:

## 5.7.1 FLORÍSTICA DEL SITIO

En los ecosistemas de gran diversidad florística, las distintas especies presentes mantienen la estabilidad del ecosistema. Asimismo, expresa productividad, resistencia al cambio climático, estrategias para aprovechar la luz solar, nutrientes y humedad del suelo; resistencia al estrés por sequía estacional, cambio brusco de temperatura, resistencia a plagas y enfermedades, acidificación, salinidad, erosión, etc.



Especie de flora característica del bosque relicto.  
Foto: MINAM

## 5.7.2 INTEGRIDAD BIÓTICA

Expresa la capacidad del ecosistema para mantener los procesos ecológicos claves como el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes, resistencia a las perturbaciones causadas por eventos naturales y antrópicos. Expresa el potencial para brindar servicios ecosistémicos de provisión, regulación, etc.

---

Presencia de vegetación epífita “musgo”,  
en el bosque relicto altoandino  
Foto: MINAM





Perfil de la capa superficial de suelo.

Foto: MINAM

### 5.7.3 **CONDICIÓN DEL SUELO**

También expresa la estabilidad y capacidad del ecosistema para mantener los procesos ecológicos claves como, el ciclo de nutrientes, ciclo hidrológico, principalmente. El suelo es el soporte del proceso de regeneración natural de las plantas y microorganismos, brindando condiciones físicas y químicas para el desarrollo de las plantas (nutrientes, agua).

### 5.7.4 **CONDICIÓN DEL PAISAJE**

Expresa a nivel de paisaje, la capacidad de resistir perturbaciones y amenazas, principalmente de carácter antrópico que se dan al interior y en el entorno del ecosistema.



Paisaje del bosque relicto montano de vertiente occidental.

Foto: MINAM

## 5.8

### INDICADORES DEL ESTADO DEL ECOSISTEMA

Los indicadores son componentes del ecosistema que pueden ser observados y medidos, y que se relacionan con uno o más atributos (Pyke *et al.*, 2002). Brindan información sobre el estado actual de los atributos, así como también de manera periódica mediante el monitoreo. La suma ponderada de sus valores permite estimar el valor ecológico o estado de conservación/degradación del ecosistema, teniendo como base valores de referencia (ecosistemas conservados).

Los indicadores pueden relacionarse con la respuesta que da el ecosistema ante un factor de degradación, pero también puede ser un indicador de la presencia del factor de degradación en sí mismo (Fenerssy *et al.*, 2007).

Igualmente, para la selección de indicadores, se utilizó como referencia la *Guía complementaria para la compensación ambiental: Ecosistemas Altoandinos (pajonal, césped, tolar y bofedal)*, *Guía de evaluación del estado de los ecosistemas de bofedal*, *Guía de evaluación del estado de los ecosistemas de bosque seco: bosque estacionalmente seco de llanura y bosque estacionalmente seco de colina y montaña*, *Guía de evaluación del estado de los ecosistemas de bosque de yunga: bosques basimontano y montano*, elaboradas y publicadas por el Ministerio del Ambiente (2016, 2018). Por lo tanto, la selección de indicadores dependió de los siguientes criterios:

- Que tengan relación directa con la integridad y funcionalidad del ecosistema.
- Que sean sensibles a los cambios sutiles del ecosistema.
- Que tengan una respuesta predecible ante el cambio.
- Que sean fácilmente medibles en campo.
- Que los valores obtenidos sean fácilmente interpretables.
- Que usen materiales e instrumentos no complicados ni costosos para su medición.





Arbusto presente en el en el ecosistema de bosque relicto mesoandino.

Foto: MINAM

De manera general, para los tres tipos de ecosistemas del BOSQUE RELICTO, se describen a continuación los siguientes INDICADORES:

### 5.8.1 INDICADOR DE LA FLORÍSTICA DEL SITIO

#### Riqueza

Se refiere a la cantidad o número de especies presentes en el ecosistema. Es el resultado de procesos evolutivos y que en la actualidad se encuentran en equilibrio dinámico, capaces de mantener la funcionalidad del ecosistema.

En la presente guía, se ha considerado un elemento de la diversidad del bosque como es la riqueza específica de la flora arbórea. Se puede considerar al árbol como el elemento dominante del bosque, con mejores estrategias respecto a las otras formas biológicas, como son en los procesos de regulación de la luz solar, capacidad para disponer los nutrientes y humedad del suelo, posibilidades de respuesta y resistencia a las perturbaciones ambientales (MINAM 2016, Ecobona 2009, Weigend *et al.* 2006).



En el caso del ecosistema

### BOSQUE RELICTO MONTANO DE LA VERTIENTE OCCIDENTAL,



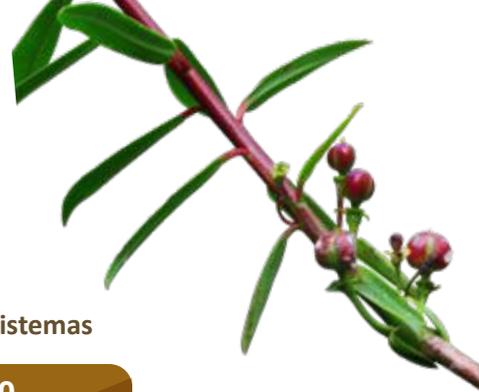
se ha considerado exclusivamente a todas las especies arbóreas incluyendo a los helechos y palmeras de porte arbóreo como elementos dominantes del perfil vertical y horizontal del bosque.

En el caso de los ecosistemas

### BOSQUE RELICTO ALTOANDINO Y MESOANDINO,



son dominados por el género *Polylepis* y, por lo general, las especies ocupan un área geográfica específica a nivel nacional (Mendoza y Cano, 2012, MINAM, 2018). Por tanto, estos bosques son dominados por una a tres especies de *Polylepis* y no amerita considerar a la riqueza específica como un atributo del estado de salud de estos ecosistemas.



## 5.8.2 INDICADORES DE LA INTEGRIDAD BIÓTICA

### a. Cobertura aérea

Este parámetro mide el espacio aéreo cubierto por la copa de los árboles y elementos de porte arborescente (estrato superior del dosel). Está relacionada con la estructura y capacidad del bosque de captar y regular la entrada de la energía solar, vital para los procesos de desarrollo de las plantas (germinación, crecimiento, floración, fructificación, defoliación-foliación, etc.). Asimismo, está relacionada con la estabilidad del suelo, en cuanto al control de la erosión (MINAM 2016).



Paisaje del bosque relictos mesoandino.  
Foto: MINAM



---

Tipo de cobertura del piso en un bosque relicto altoandino.

Foto: MINAM

## b. Cobertura de piso



Se refiere a la cobertura vegetal de porte bajo presente en el estrato inferior del bosque y que puede estar conformada, dependiendo de la condición de humedad del suelo, por una cubierta de hierbas, gramíneas y gramínoideas, musgos, helechos o arbustos. Esta cobertura de piso constituye uno de los grupos funcionales de la florística del bosque, encargados de proteger al suelo de la erosión, regular la velocidad de la escorrentía superficial, favorecer la infiltración del agua en el suelo, durante el periodo de lluvias. Un mayor porcentaje de esta cobertura herbácea indicará un mayor nivel de conservación del ecosistema y mejores condiciones para el establecimiento de la regeneración natural de los árboles. Aplica solo a los bosques relictos altoandino y mesoandino. Asimismo, se deberá tomar en cuenta la diversidad de morfoespecies que conforman esta cobertura de piso.



### c. Área basal



Permite estimar la biomasa vegetal y el crecimiento de los árboles y por tanto su capacidad para brindar servicios ecosistémicos. Asimismo, brinda información acerca de su estructura poblacional; es decir, datos sobre la presencia o no de abundancia de individuos jóvenes que aseguran a la población futura del bosque al mismo tiempo de individuos maduros semilleros (Lamprecht, 1990).



Vista desde el interior del bosque relicto montano de vertiente occidental.  
Foto: MINAM

---

### d. Tocón



Es la parte del tronco de un árbol que queda en el suelo unida a la raíz como resultado del tumbado (Ley Forestal y de Fauna Silvestre n.º 29763). El porcentaje de árboles extraídos o talados, indica la calidad del bosque relacionado a la pérdida de riqueza, pérdida de cobertura aérea y suelo, y biomasa vegetal. La tala de árboles propicia claros en el bosque y por tanto se expone al proceso de erosión del suelo.



Evidencia de tala en el bosque relicto altoandino.  
Foto: MINAM



## 5.8.3 INDICADORES DE LA CONDICIÓN DEL SUELO

### a. Mantillo

Constituido por una capa de hojarasca y demás partes muertas de la planta en proceso de fragmentación o descomposición, conocido también como “mulch”. La cantidad depositada en la superficie del suelo indica el potencial que tendrá el ecosistema para su conversión en suelo orgánico. Asimismo, esta capa orgánica, además de proteger al suelo de la erosión, cumple un rol importante al facilitar infiltración del agua al suelo y por tanto representa un excelente regulador hídrico.



---

### b. Materia orgánica

Indica el potencial del suelo para generar nutrientes o fertilidad, así como el de brindar condiciones físicas y químicas para el desarrollo de las plantas, incluyendo a los microorganismos del suelo. Del mismo modo que el “mantillo” tiene la capacidad de infiltrar y percolar el agua de lluvia, demostrando ser un elemento importante en el proceso de regulación hídrica.



### **c. Erosión del suelo**

Expresa el grado de pérdida de suelo del ecosistema, lo cual afecta la estabilidad física y pérdida de la capacidad de generación de nutrientes, así como la capacidad de almacenar agua y de regular la escorrentía superficial.

---



### **d. Plantas hemiparásitas**

Son plantas que se nutren de su árbol huésped, pero también realizan fotosíntesis especialmente en áreas con fuerte déficit hídrico, pudiendo de esta manera retardar el crecimiento y hasta la muerte del hospedador. A mayor número de plantas infestadas el bosque en su conjunto pierde su fortaleza y por tanto su valor ecológico.

---

### **e. Regeneración natural**

La presencia de un determinado porcentaje de regeneración natural de las especies arbóreas que se han logrado establecer definitivamente en el terreno, garantiza la renovación del bosque, es decir, se lograría la sostenibilidad ecológica del bosque (Lamprecht 1990). Para fines de la presente guía, se considera regeneración natural a las plantas desde los 30 cm de altura hasta los 5 cm de DAP.



## 5.8.4 INDICADORES DE LA CONDICIÓN DEL PAISAJE

### a. Deforestación

Referida a la presencia de claros o fragmentos de áreas que fueron desboscadas y que en la actualidad constituyen pequeñas áreas agrícolas generalmente aisladas, así como de áreas con vegetación secundaria (hierbas, arbustos o árboles), producto del descanso o abandono de las tierras por la actividad agropecuaria y que se pueden ir incrementando en el tiempo tanto en número como en tamaño y consigo la degradación y pérdida del ecosistema.



### b. Geodinámica externa

Referida a los procesos exógenos que ocurren sobre la superficie de la tierra, y que origina movimientos en masa, tales como deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas. El bosque relicto montano se ubica en terrenos con fuerte pendiente, con alta pluviosidad y en suelos poco desarrollados, por lo que presentan un alto grado de inestabilidad y erodabilidad (Ecobona 2009).



### c. Conectividad

Se refiere a la conexión de los hábitats al interior del bosque. Los factores limitantes de esta continuidad pueden limitar la capacidad de dispersión de las especies vegetales y desplazamiento de la fauna silvestre, como, por ejemplo, la construcción de carreteras y caminos que atraviesan al ecosistema, caminos de extracción forestal, construcción de canales o infraestructuras con material noble, obras de drenaje para otros usos, incendios forestales inducidos, etc.





#### **d. Quema**

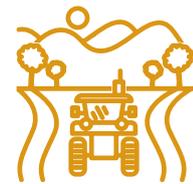
Se refiere a las áreas quemadas de bosque por acción humana, incluyendo a los árboles y a las otras formaciones vegetales que la conforman. Se mide en términos de porcentaje respecto al área boscosa.



---

#### **e. Amenazas**

Referida a las presiones externas que existen fuera y dentro del bosque que pueden causar su degradación, tales como: presencia de vías de acceso principales y secundarias próximas al ecosistema, presencia de centros poblados cercanos, centros mineros, alta densidad poblacional, aserraderos, acopio de trozas y carbonización de árboles fuera y dentro del bosque, expansión de la frontera agrícola, sobrepastoreo y quema de pastizales.





Medición del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de un Queñual (*Polylepis spp.*).  
Foto: MINAM



# 6

## METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN



### 6.1

#### CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS GENERALES

Se establecieron consideraciones referidas al personal de campo, materiales e instrumentos requeridos, así como los atributos e indicadores y sus valores relativos a considerar, necesarios para desarrollar el trabajo.

##### 6.1.1 PERSONAL DE CAMPO Y DE GABINETE

El personal de campo requerido para la evaluación del estado del ecosistema es el siguiente:

- 🍃 Un Ing. Forestal, Biólogo, Ambiental, Agrónomo o Geógrafo (jefe del equipo de campo).
- 🍃 Un Biólogo o Ing. Forestal o Agrónomo, especializado en identificación de especies botánicas. Será requerido solo cuando se trate de evaluar el indicador riqueza del bosque montano de vertiente occidental.
- 🍃 Un asistente, bachiller de cualquiera de las profesiones relacionadas al jefe de equipo).
- 🍃 Dos personas locales (guía, apertura de trocha y calicatas).

En gabinete, participará el profesional jefe del equipo y el asistente (bachiller).

## 6.1.2 MATERIALES Y EQUIPOS



Mapa de ecosistemas con escala 1: 10 000



Bolsas plegables de 30 cm x 20 cm, etiquetas



Imagen satelital de alta resolución espacial (> 2.5 m)



Estacas de 1 pulgada de diámetro x 30 cm de longitud



Wincha de hule de 50 m de largo y wincha metálica de 3 m.



Plumones indelebles



Forcípula o cinta diamétrica



Formatos y tablero de mano



Lampa recta



GPS (Sistema de Posicionamiento Global)



Sacos de 50 kg



Brújula



Cámara fotográfica

## 6.1.3 ATRIBUTOS E INDICADORES

La evaluación del estado de los ecosistemas de bosque relicto implica estimar los atributos seleccionados (florística, integridad biótica, condición del suelo y paisaje) a partir de la medición directa de un grupo de indicadores (cuadro n.º 1).

**CUADRO N.º 1**  Atributos e indicadores del estado de los ecosistemas

ATRIBUTOS	INDICADORES	ECOSISTEMA		
		Bosque relicto de vertiente occidental	Bosque relicto altoandino	Bosque relicto mesoandino
Florística	☛ Riqueza (n.º de especies)	x		
	☛ Cobertura de copa (%)	x	x	
	☛ Área basal (m <sup>2</sup> /0.25 ha)	x	x	
Integridad biótica	☛ Tocón (%)	x	x	x
	☛ Regeneración natural (%)		x	x
	☛ Hemiparásitas (%)		x	
	☛ Cobertura de piso (%)		x	x
Condición del suelo	☛ Mantillo (cm)	x	x	x
	☛ Materia orgánica (%)	x	x	x
	☛ Erosión		x	x
Paisaje	☛ Deforestación (%)	x		x
	☛ Conectividad	x	x	x
	☛ Quema		x	
	☛ Geodinámica externa	x		
	☛ Amenaza	x	x	x

Fuente: Elaboración propia.

## 6.1.4 VALORES RELATIVOS DE ATRIBUTOS E INDICADORES

La determinación del valor relativo de los atributos e indicadores se basa en una escala de importancia aplicable a los tres tipos de ecosistemas. En ese sentido, en el anexo n.º 2 (cuadros del n.º 1 al n.º 13), se muestran las matrices que determinan el peso y valor relativo de los atributos de los ecosistemas de bosque relicto montano de vertiente occidental, bosque relicto altoandino y bosque relicto mesoandino, utilizando la referida escala de importancia (cuadro n.º 2).

CUADRO N°2  Escala de importancia



VALOR	CALIFICACIÓN
1	Igualmente importante
2	Ligeramente importante
3	Moderadamente importante
4	Fuertemente importante
5	Muy fuertemente importante

Fuente: MINAM (2016, 2021).

En los tres tipos de bosque, los valores de mayor importancia de los atributos recaen en la integridad biótica, por cuanto sus indicadores como el área basal y la cobertura aérea expresan la plena dominancia del bosque en el espacio, así la cantidad de biomasa, madera y demás servicios ecosistémicos.

Le sigue, en importancia, el atributo paisaje, que a través de sus indicadores de amenaza permite identificar el factor de degradación potencial, el que estaría afectando progresivamente y que podría alcanzar niveles altos y hasta la pérdida del ecosistema.

En los cuadros n.º 3, 4 y 5, se muestra un resumen de la valoración relativa de los indicadores para los tres tipos de ecosistemas, respectivamente.



Presencia de vegetación epífita en el bosque relicto montano de vertiente occidental.

Foto: MIINAM

### CUADRO N° 3 Valor relativo de los atributos e indicadores del bosque relicto montano de vertiente occidental



ATRIBUTOS	INDICADORES	VALOR RELATIVO
Florística 18%	<b>Riqueza (n.º de especies):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Árboles, helechos y palmeras</li> </ul>	18.0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Cobertura de copa (%)</li> <li>☛ Área basal (m<sup>2</sup>/0.25 ha)</li> <li>☛ Tocón (%)</li> </ul>	18.0 19.0 6.0
Condición del suelo 11%	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Mantillo (cm)</li> <li>☛ Materia orgánica (%)</li> </ul>	7.0 4.0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Deforestación (%)</li> <li>☛ Conectividad</li> <li>☛ Geodinámica externa</li> <li>☛ Amenaza</li> </ul>	11.0 3.0 5.0 9.0
Paisaje 28%		
Total		100.0

Fuente: Elaboración propia.



**CUADRO N° 4**  **Valor relativo de los atributos e indicadores del bosque relicto altoandino**



ATRIBUTOS	INDICADORES	VALOR RELATIVO
Integridad biótica 55%	 Cobertura de copa (%)	13.0
	 Área basal (m <sup>2</sup> )	16.0
	 Regeneración natural (%)	10.0
	 Hemiparásitas (%)	3.00
	 Cobertura de piso (%)	8.00
	 Tocón (%)	5.00
Condición del suelo 22%	 Mantillo (cm)	8.00
	 Materia orgánica (%)	8.00
	 Erosión	6.00
Paisaje 23%	 Conectividad	3.00
	 Quema (%)	8.00
	 Amenaza	12.00
Total		100.0

Fuente: Elaboración propia.





## CUADRO N° 5 Valor relativo de los atributos e indicadores del bosque relicto mesoandino



ATRIBUTOS	INDICADORES	VALOR RELATIVO
Integridad biótica 55%	 Cobertura de copa (%)	13.0
	 Área basal (m <sup>2</sup> )	18.0
	 Regeneración natural (%)	12.0
	 Cobertura de piso (%)	9.00
	 Tocón (%)	3.00
Condición del suelo 22%	 Mantillo (cm)	9.00
	 Materia orgánica (%)	9.00
	 Erosión	4.00
Paisaje 23%	 Deforestación (%)	12.00
	 Conectividad	3.00
	 Amenaza	8.00
Total		100.0

Fuente: Elaboración propia.



Especie representativa del bosque relicto mesoandino.  
Foto: MINAM

## 6.1.5 PUNTAJE DE INDICADORES

Los valores de referencia de los indicadores asignados al bosque relicto montano de vertiente occidental (cuadro n.º 6), aplican a todo el ámbito de su distribución geográfica debido a las características similares que presentan, como son:

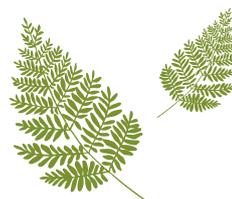
- 🍃 Distribución geográfica restringida al nor-occidente
- 🍃 Geomorfología
- 🍃 Clima
- 🍃 Riqueza-composición florística
- 🍃 Suelos
- 🍃 Cobertura aérea
- 🍃 Fisonomía en general

En el caso del

**BOSQUE RELICTO ALTOANDINO,**



debido a su amplia distribución geográfica, presenta variaciones de sus condiciones climáticas, edáficas y fisonómicas, principalmente, por lo que se tiene que encontrar a nivel de las zonas de vida donde se distribuyen y para ello se utilizará los límites de las Zonas de Vida del Mapa Ecológico del Perú (Onern 1976; Inrena 1995), ajustando sus límites del área a evaluar a una escala de por lo menos 1:100 000, excepto para los bosques ubicados en la zona de vida “páramo pluvial – Subalpino” y sus respectivas regiones latitudinales, los mismos que se muestran en el cuadro n.º 7.



Del mismo modo,  
para el caso del

**BOSQUE RELICTO MESOANDINO,**



los valores de referencia de los indicadores se han definido para aquellos ubicados en las zonas de vida estepa “espinosa – Montano Bajo” y “estepa – Montano”, en sus diferentes regiones latitudinales (cuadro n.º 8) y para las otras zonas de vida, se tendrá que encontrar sus respectivos valores de referencia, tal como se muestra en el cuadro n.º 9).

## 6.1.6 VALORES DE REFERENCIA

Los valores de referencia de los indicadores definidos para la presente guía y para los que se definan en las diversas zonas de vida, aplican única y exclusivamente para los tamaños de las parcelas, subparcelas y sub subparcelas consideradas en el diseño de las unidades muestrales (punto 6.2.1.2).



### CUADRO N° 6 Valores de referencia del bosque relicto montano de vertiente occidental



ATRIBUTOS	INDICADORES	VALOR DE REFERENCIA*
Florística 15%	<b>Riqueza (n.º de especies):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Árboles, helechos y palmeras</li> </ul>	20
Integridad biótica 42%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura de copa (%)</li> </ul>	95.0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área basal (m<sup>2</sup>/0.25 ha)</li> </ul>	8.0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tocón (%)</li> </ul>	< 5
Condición del suelo 19%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantillo (cm)</li> </ul>	15.0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materia orgánica (%)</li> </ul>	15.0
Paisaje 24%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deforestación (%)</li> </ul>	< 2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conectividad</li> </ul>	Alta
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geodinámica externa</li> </ul>	< 5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amenaza</li> </ul>	Baja

Fuente: MINAM, 2021

\*Corresponde a valores promedios máximos y que en determinados lugares podrían sobrepasar dichos límites.

## CUADRO N°7 Valores de referencia del bosque relicto altoandino



ATRIBUTOS	INDICADORES	VALOR RELATIVO
Integridad biótica 62%	 Cobertura de copa (%)	80.0
	 Área basal (m <sup>2</sup> )	1.00
	 Regeneración natural (%)	25.0
	 Hemiparásitas (%)	< 5
	 Cobertura de piso (%)	60
	 Tocón (%)	< 5
Condición del suelo 25%	 Mantillo (cm)	10.0
	 Materia orgánica (%)	25.0
	 Erosión	Nula
Paisaje 13%	 Conectividad	Alta
	 Quema (%)	< 2
	 Amenaza	Baja

Fuente: MINAM, 2021

\*Corresponde a valores máximos referentes promedios, sin embargo, estos podrían sobrepasar dichos límites



Cobertura vegetal del piso en un bosque relicto altoandino.

Foto: MINAM

## CUADRO N° 8 Valores de referencia del bosque relicto mesoandino

ATRIBUTOS	INDICADORES	VALOR RELATIVO
Integridad biótica 46%	☛ Cobertura de copa (%)	50.0
	☛ Área basal (m <sup>2</sup> )	0.30
	☛ Regeneración natural (%)	25.0
	☛ Cobertura de piso (%)	60
	☛ Tocón (%)	< 5
Condición del suelo 31%	☛ Mantillo (cm)	2.0
	☛ Materia orgánica (%)	5.0
	☛ Erosión	Nula
Paisaje 15%	☛ Deforestación (%)	< 5
	☛ Conectividad	Alta
	☛ Amenaza	Baja

Fuente: MINAM, 2021

\*Corresponde a valores máximos referentes promedios, sin embargo, estos podrían sobrepasar dichos límites.

## CUADRO N° 9 Zonas de vida para obtener los valores de referencia de los indicadores por tipo de ecosistema

BOSQUE RELICTO	ZONA DE VIDA	PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	CONDICIÓN DE HUMEDAD
Montano de vertiente occidental	☛ Bosque húmedo- Montano Bajo *	1000- 2000	Húmedo
	☛ Bosque muy húmedo – Montano *		Perhúmedo
Altoandino	☛ Matorral desértico- Subalpino	250	Subhúmedo
	☛ Páramo húmedo – Subalpino	250 – 500	Húmedo
	☛ Páramo muy húmedo- Subalpino	500- 1000	Perhúmedo
	☛ Páramo pluvial – Subalpino *	1000- 2000	Superhúmedo
Mesoandino	☛ Estepa espinosa – Montano Bajo *	250- 500	Semiárido
	☛ Estepa- Montano *		Subhúmedo
	☛ Bosque húmedo- Montano	500- 1000	Húmedo

Fuente: Mapa Ecológico del Perú (1976, 1995).

\*Aplica los valores de referencia de la presente Guía.



Especie de flora característica del bosque relicto. *Gynoxis sp.*  
Foto: MINAM

## 6.1.7 PUNTAJE DE LOS INDICADORES RELACIONADO A LOS VALORES DE REFERENCIA

A partir de los valores relativos asignados a cada indicador, se buscó un mecanismo apropiado para darle un puntaje a las diferentes medidas que se obtengan de campo, de cada indicador. En los cuadros del n.º 10 al n.º 18, se muestran las escalas de puntajes asignados a los indicadores por tipo de ecosistema, relacionados a los valores relativos máximos definidos en las matrices del anexo n.º 2.

### a. Bosque relicto montano de vertiente occidental:

#### CUADRO N° 10 Escala de puntaje de la florística

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Riqueza (número de especies): <b>Arboles,</b> <b>Palmeras arborescentes,</b> <b>Helechos arborescentes</b>	 < 30 % del valor de referencia	0.00
	 30- 59 % del valor de referencia	6.00
	 60- 84 % del valor de referencia	12.00
	 > 85 % del valor de referencia	18.00

Fuente: Elaboración propia

## CUADRO N° 11 Escala de puntaje de la integridad biótica

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Cobertura aérea (%)	 < 30 % del valor de referencia	0
	 30- 60 % del valor de referencia	6
	 60- 90 % del valor de referencia	12
	 > 90 % del valor de referencia	18
Área basal (m <sup>2</sup> /0.04 ha)	 < 30 del valor de referencia	0
	 30- 60 % del valor de referencia	6.5
	 60- 90 % del valor de referencia	13
	 > 90 % del valor de referencia	19
Tocón (%)	 > 10 % de los árboles evaluados	0
	 5- 10 % de los árboles evaluados	3
	 < 5 % de los árboles evaluados	6

Fuente: Elaboración propia

## CUADRO N° 12 Escala de puntaje de la condición del suelo

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Mantillo (mulch) (cm)	 < 30 % del valor de referencia	0
	 30- 60 % del valor de referencia	2.5
	 60- 90 % del valor de referencia	5
	 > 90 % del valor de referencia	7
Materia orgánica (%)	 < 30 del valor de referencia	0
	 30- 60 % del valor de referencia	1.5
	 60- 90 % del valor de referencia	3
	 > 90 % del valor de referencia	4

Fuente: Elaboración propia

## CUADRO N° 13



## Escala de puntaje de la condición del paisaje

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Deforestación (%)	☛ > 5 % de la superficie del bosque	0.00
	☛ 2- 5 % de la superficie del bosque	5.50
	☛ < 2 % de la superficie del bosque	11.00
Conectividad	☛ Alta	0.00
	☛ Media	1.50
	☛ Baja	3.00
Geodinámica (%)	☛ > 10 % del área evaluada	0.00
	☛ 5- 10 % del área evaluada	2.50
	☛ < 5 % del área evaluada	5.00
Amenaza	☛ Alta	0.00
	☛ Media	4.50
	☛ Baja	9.00

Fuente: Elaboración propia



Presencia de vegetación epífita es indicador de buen estado de conservación del bosque relicto montano de vertiente occidental. *Tillandsia sp.*

Foto: MINAM



**b. Bosque relicto altoandino:**

**CUADRO N° 14**  **Escala de puntaje de la integridad biótica**



INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Cobertura de copa (%)	 < 30 % del valor de referencia	0.00
	 30- 59 % del valor de referencia	4.50
	 60- 89 % del valor de referencia	9.00
	 > 90 % del valor de referencia	13.00
Área basal (m2/ha)	 < 30 % del valor de referencia	0.00
	 30- 59 % del valor de referencia	5.50
	 60- 89 % del valor de referencia	11.00
	 > 90 % del valor de referencia	16.00
Regeneración natural	 < 10 % de los árboles evaluados	0.00
	 10-15 de los árboles evaluados	3.00
	 15- 25 % de los árboles evaluados	6.00
	 > 25 % de los árboles evaluados	10.00
Plantas hemiparásitas	 > 10 % de la población evaluada	0.00
	 5- 10 % de la población evaluada	1.50
	 < 5 % de la población evaluada	3.00
Cobertura herbácea (%)	 < 30 del valor de referencia	0.00
	 30- 79 % del valor de referencia	4.00
	 > 80 % del valor de referencia	8.00
Tocón (%)	 > 10 % de los árboles evaluados	0.00
	 5- 10 % de los árboles evaluados	2.50
	 < 5 % de los árboles evaluados	5.00

Fuente: Elaboración propia

## CUADRO N° 15 Escala de puntaje de la condición del suelo

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Mantillo (mulch) (%)	 < 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	8.00
Materia orgánica (%)	 < 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	8.00
Erosión	 Severa	0.00
	 Moderada	1.50
	 Leve	3.00
	 Nula	6.00

Fuente: Elaboración propia

## CUADRO N° 16 Escala de puntaje del paisaje

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Conectividad	 Baja	0.00
	 Media	1.50
	 Alta	3.00
Quema	 > 5 %	0.00
	 2 – 5 %	4.00
	 < 2 %	8.00
Amenaza	 Alta	0.00
	 Media	6.00
	 Baja	12.00

Fuente: Elaboración propia



**c. Bosque relicto mesoandino:**

**CUADRO N° 17**  **Escala de puntaje de la integridad biótica**



INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Cobertura aérea (%)	 < 30 % del valor de referencia	0.00
	 30- 59 % del valor de referencia	4.50
	 60- 89 % del valor de referencia	9.00
	 > 90 % del valor de referencia	13.00
Área basal (m <sup>2</sup> /0.04 ha)	 < 30 % del valor de referencia	0.0
	 30- 59 % del valor de referencia	6.0
	 60- 89 % del valor de referencia	12.0
	 > 90 % del valor de referencia	18.0
Regeneración natural	 < 10 % de los árboles evaluados	0.0
	 10-15 de los árboles evaluados	4.0
	 15- 25 % de los árboles evaluados	8.0
	 > 25 % de los árboles evaluados	12.0
Cobertura de piso	 < 30 del valor de referencia	0.0
	 30- 79 % del valor de referencia	4.5
	 > 80 % del valor de referencia	9.0
Tocón %	 > 10 % de los árboles evaluados	0.0
	 5- 10 % de los árboles evaluados	1.5
	 < 5 % de los árboles evaluados	3.0

Fuente: Elaboración propia



## CUADRO N° 18 Escala de puntaje de la condición del suelo

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Mantillo (mulch) (cm)	✦ < 30 % del valor de referencia	0.0
	✦ 30- 59 % del valor de referencia	3.0
	✦ 60- 89 % del valor de referencia	6.0
	✦ > 90 % del valor de referencia	9.0
Materia orgánica (%)	✦ < 30 % del valor de referencia	0.0
	✦ 30- 59 % del valor de referencia	3.0
	✦ 60- 89 % del valor de referencia	6.0
	✦ > 90 % del valor de referencia	9.0
Erosión	✦ Severo	0.0
	✦ Moderado	1.5
	✦ Leve	3.0
	✦ Nulo	4.0

Fuente: Elaboración propia

## CUADRO N° 19 Escala de puntaje del paisaje

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Deforestación (%)	✦ > 15 % del área evaluada	0.0
	✦ 10- 15 % del área evaluada	4.0
	✦ 6- 10 % del área evaluada	8.0
	✦ < 5 % del área evaluada	12.0
Amenaza	✦ Alta	0.0
	✦ Media	4.0
	✦ Baja	8.0
Conectividad	✦ Baja	0.0
	✦ Media	1.5
	✦ Alta	3.0

Fuente: Elaboración propia



## 6.1.8 VALORACIÓN DEL ESTADO O VALOR ECOLÓGICO DEL ECOSISTEMA

Para la valoración o calificación del estado de los ecosistemas (valor ecológico) se considera una escala de cinco niveles, según su valor relativo, aplicable para los tres tipos de ecosistemas del bosque relicto (cuadro n.º 20).

**CUADRO N° 20**  **Determinación del estado del ecosistema**



ESCALA	VALOR RELATIVO (%)	ESTADO
0-2	00- 20	Muy pobre
2-4	20- 40	Pobre
4-6	40- 60	Regular
6-8	60- 80	Bueno
8-10	80-100	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia



Presencia de vegetación epífita es indicador de buen estado de conservación del bosque relicto montano de vertiente occidental.  
Foto: MINAM



## 6.2

### PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El proceso para evaluar el estado de los ecosistemas del bosque relicto se desarrolla en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

### 6.2.1 ETAPA INICIAL DE GABINETE

#### 6.2.1.1 ESTRATIFICACIÓN DEL BOSQUE

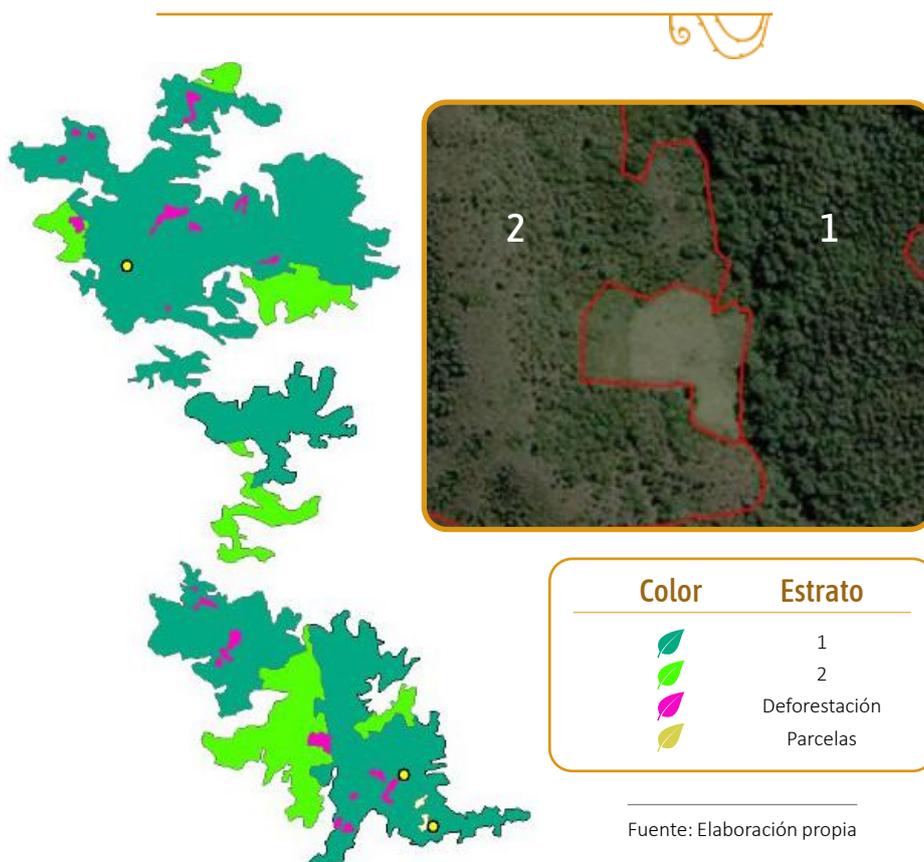
En primer lugar, se procede a actualizar los límites geográficos del área boscosa a evaluar, tomando como referencia el *Mapa Nacional de Ecosistemas*, (MINAM 2018), luego con el apoyo de imágenes satelitales de alta resolución espacial (> 2.5 m), que están disponibles en la web, se hace una estratificación del bosque con una escala de mapeo de aproximadamente 1:5000, basada en el criterio de densidad. Solo si el bosque presenta diferencias de densidad de copas en determinadas áreas se procede a estratificar o a clasificar el bosque, pudiendo establecerse de 2 a 3 estratos o clases, según su heterogeneidad o estado de conservación. Esta estratificación permite hacer una mejor distribución de las unidades muestrales (parcelas) y lograr al



mismo tiempo un menor error de muestreo. Si el bosque es “homogéneo”, es decir, presenta un solo estrato, no es necesario la estratificación. En la figura n.º 5, se muestra un ejemplo de estratificación con dos estratos o clases de densidad de copa.

FIGURANº 5

## ESTRATIFICACIÓN DEL BOSQUE



### 6.2.1.2 DISEÑO DE MUESTREO

Se utilizará el muestreo del tipo sistemático; es decir, las unidades muestrales (parcelas) seguirán un mismo rumbo, de preferencia en sentido opuesto a la pendiente, guardando una equidistancia entre ellas, por lo menos de 300 - 500 m, dependiendo en todo caso de la superficie del bosque a evaluar. Cuando existe un gradiente altitudinal superior a 500 m en el estrato, se procederá a ubicar parcelas tanto en el nivel bajo como en el nivel alto, para obtener mejor representatividad de la muestra.



La distribución del número de parcelas se hará de manera proporcional a la superficie de los estratos. La forma de las parcelas será tanto rectangular como cuadradas, y en el caso de las subparcelas,

éstas serán cuadradas, según la variable a evaluar. Asimismo, las dimensiones de las parcelas serán de acuerdo con el tipo de variable o parámetro a evaluar.

Para el **CÁLCULO DEL NÚMERO MÍNIMO DE PARCELAS** a evaluar, se hará utilizando la **FÓRMULA ESTABLECIDA** en la segunda edición de la *Guía de inventario de la flora y vegetación* (MINAM, 2016):



$$N = a + b (S)$$

**N** : Número de unidades muestrales

**S** : Superficie del bosque a evaluar

**a** : Constante igual a 5

**b** : Constante igual 0, 001

El **TAMAÑO MÍNIMO** de cada unidad muestral o **PARCELA** a utilizar será de acuerdo con lo establecido en la segunda edición de la *“Guía de inventario de la flora y vegetación”* (MINAM, 2016), es decir:



**Bosque MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL** = 0.25 ha

**Bosque ALTOANDINO** = 0.04 ha

**Bosque MESOANDINO** = 0.04 ha



Se aplicará el siguiente diseño de MUESTREO SEGÚN EL TIPO DE ECOSISTEMA A EVALUAR, tal como se muestra a continuación:



#### MUESTREO

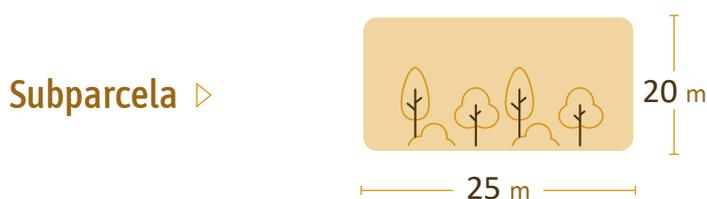
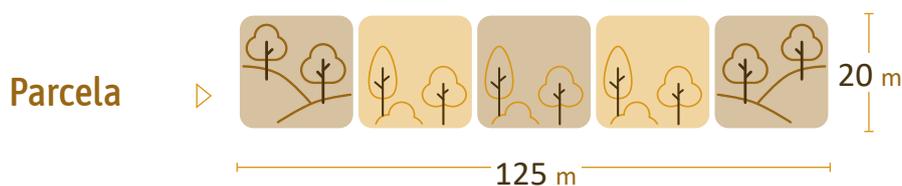
### BOSQUE RELICTO MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL



La unidad muestral (parcela) será de forma rectangular con un área de 2500 m<sup>2</sup> (125 m x 20 m), la cual será dividida en cinco subparcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m). En el cuadrante mayor se registrarán todos los árboles, helechos y palmeras arborescentes, a partir de 10 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho) y el número de tocones. En el centro de cada subparcela, se hará una pequeña calicata de 25 cm x 25 cm x 25 cm (figura n.º 6), para medir la profundidad del mantillo o “mulch” y para extraer el suelo orgánico. La equidistancia entre unidades muestrales (parcelas) será de por lo menos 500 m, dependiendo del tamaño del área a evaluar.

FIGURANº 6

## DISEÑO DE LA PARCELA Y SUBPARCELA



Fuente: Elaboración propia

## MUESTREO

### BOSQUES RELICTOS ALTOANDINO Y MESOANDINO

La unidad muestral (parcela) será de forma cuadrada (figura n.º 7) con un área de 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m).

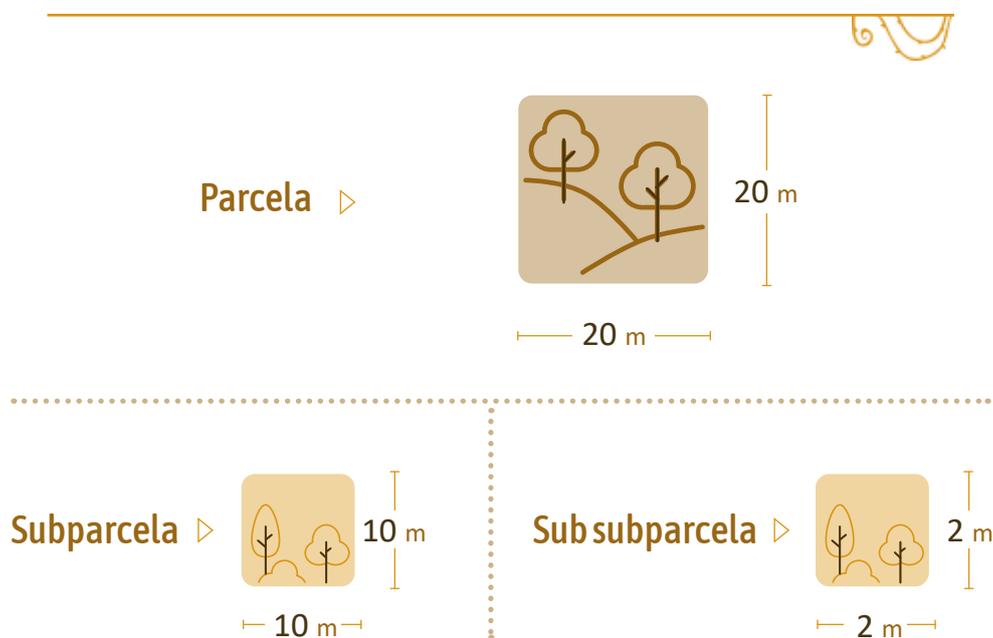


Se registrarán todas las especies arbóreas a partir de 5 cm de DAP, así como el diámetro de la proyección de copa (si es que se opta por este método), el número de tocones y el número de árboles infestados por las hemiparásitas. Al interior de esta parcela se levantará una subparcela de 10 m x 10 m para registrar a la regeneración natural y luego al interior de ésta, una sub subparcela de 4 m<sup>2</sup> dividido para estimar el porcentaje de cobertura de piso (vegetación herbácea, arbustiva, musgos, etc.).

Finalmente, en el centro de la parcela se hará una pequeña calicata de 20 cm x 20 cm x 20 cm para medir la profundidad del mantillo y al mismo tiempo, extraer el suelo orgánico. La equidistancia entre unidades muestrales (parcelas) será de por lo menos 100 m.

FIGURANº 7

## DISEÑO DE LA PARCELA, SUBPARCELA Y SUB SUBPARCELA - BOSQUE RELICTO ALTOANDINO



Fuente: Elaboración propia



## 6.2.2 ETAPA DE CAMPO

### 6.2.2.1 MEDICIÓN DE INDICADORES EN CAMPO

En principio, se recomienda hacer un reconocimiento general del área de estudio, con el objetivo de ubicar los principales accesos al bosque y a los estratos definidos en el mapa.



Se procederá a distribuir las parcelas de muestreo proporcional al tamaño del estrato. Si existiera en el bosque a evaluar un gradiente o rango altitudinal  $> 500$  m, se tratará de ubicar las muestras de manera sistemática en puntos que representen a ese rango altitudinal, de tal forma de obtener mayor representatividad del área evaluada que se traduce en un menor error de muestreo y mejor precisión de las variables medidas.



Una vez ubicada cada parcela a evaluar con el apoyo del GPS, se procede a delimitar la primera subparcela de 20 m x 25 m con una estaca en cada vértice; luego de hacer las mediciones respectivas, se procede a levantar las siguientes subparcelas, una a continuación otra, siguiendo una dirección perpendicular a la pendiente con el apoyo de una brújula. Se debe considerar la equidistancia recomendada entre las parcelas de muestreo mencionada anteriormente.



Medición de la capa de materia orgánica del suelo  
Foto: MINAM

FIGURAN°8

## IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES



Especies de flora característica del bosque relicto. *Cinchona macrocalix* "cascarilla" (foto superior), familia Lauraceae (foto media) y *Weinmania* sp. "culantrillo" (foto inferior)

Foto: MINAM

Los detalles para el LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO a nivel de cada variable o indicador se describen a continuación:

### RIQUEZA



Se procederá a identificar y registrar todos los árboles que caen dentro de cada parcela, con su respectivo nombre científico y nombre común. En el caso del bosque relicto montano occidental se incluyen, además de los árboles, a los helechos arborescentes y palmeras a partir de 10 cm de DAP. Para el bosque altoandino y bosque mesoandino, se registrarán todos los árboles a partir de 5 cm de DAP, tal como lo establece la *Guía de inventario de la flora y vegetación* (MINAM, 2016).

Si un individuo cae en el límite de la parcela se tomará solo la porción de la sección del tronco que cae dentro de la parcela, pudiendo ser 1/3 o 2/3.

La identificación de las especies arbóreas y arborescentes será en el mismo campo (figura n.º 8), excepto de aquellas que requieran de una colecta de material botánico para su identificación en el herbario.

## ÁREA BASAL



Al mismo tiempo del registro de los árboles, se medirá su respectivo DAP (diámetro a la altura del pecho, exactamente a 1.30 m de altura respecto al suelo) el cual constituye una variable para el cálculo del área basal, utilizando una forcípula (regla diamétrica) o cinta diamétrica, a una altura de 1.30 m del suelo. En la figura n.º 9 se muestra algunas recomendaciones para hacer una buena medición del DAP cuando el tronco presenta deformaciones, bifurcaciones, aletas o cuando el terreno es inclinado. Asimismo, en la figura n.º 10 se muestra la correcta medida del DAP cuando el tronco es irregular. Estos casos pueden darse en los bosques relictos montano occidental y mesoandino.

En el caso particular del bosque relicto altoandino, suelen los árboles presentar ramificaciones de dimensiones similares al tronco principal. Un

caso (figura n.º 11.a) puede ser cuando el tronco principal esté por debajo del DAP y luego existen ramificaciones, entonces aquí se medirá el DAP del tronco principal libre de ramas en el punto medio de su altura y luego se medirán las ramas a una distancia de 50 cm desde su base, a partir de 5 cm de DAP. Otro caso (11.b) se puede dar cuando no hay tallo principal y solo hay ramificaciones desde la base del terreno, entonces aquí se medirán todas las ramas a una distancia de 50 cm desde su base, a partir de 10 cm de DAP. En la figura n.º 12, se muestra la medición del DAP en los tres tipos de bosques relicto, aplicando las recomendaciones respectivas.



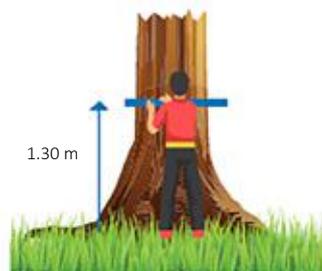
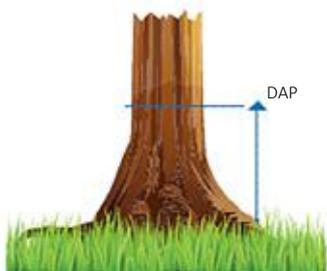
Medición del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de un árbol del bosque relicto montano.

Foto: MINAM

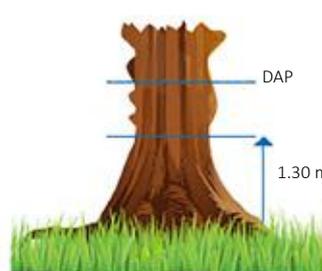
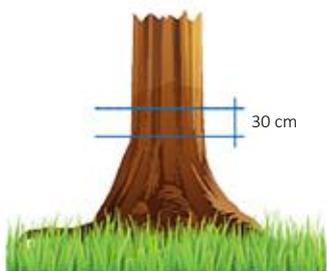
FIGURAN° 9

## RECOMENDACIONES PARA LA MEDICIÓN DEL DAP DE LOS ÁRBOLES

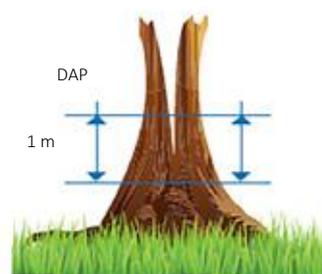
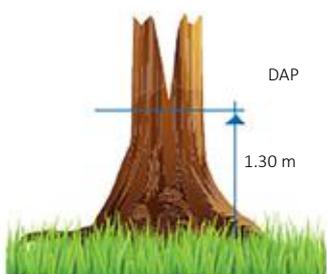
- Si el árbol no presenta aletas o deformaciones en la base, medir el DAP a 1,30 m del suelo



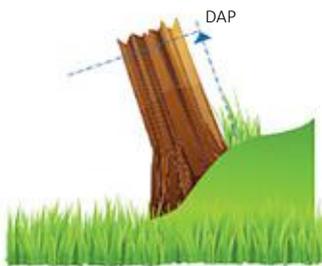
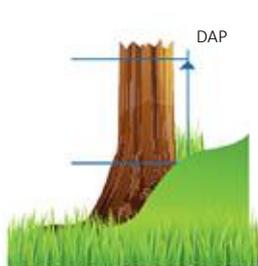
- Si el árbol presenta aletas o deformaciones en la base, medir a 30 cm. por encima de las aletas o deformaciones



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



- 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.

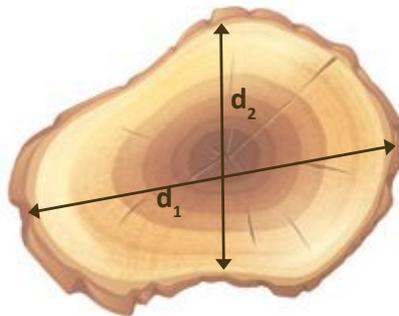


Fuente: Kometter, 2005

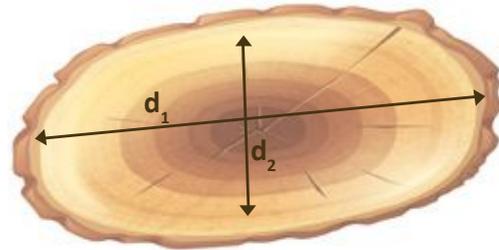
FIGURAN° 10

## RECOMENDACIONES PARA LA MEDICIÓN DEL DAP IRREGULAR

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



$$\text{DAP} : \frac{d_1 + d_2}{2}$$

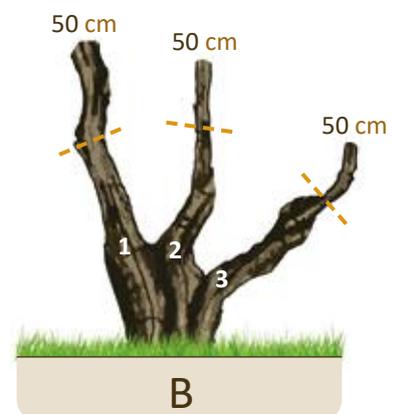
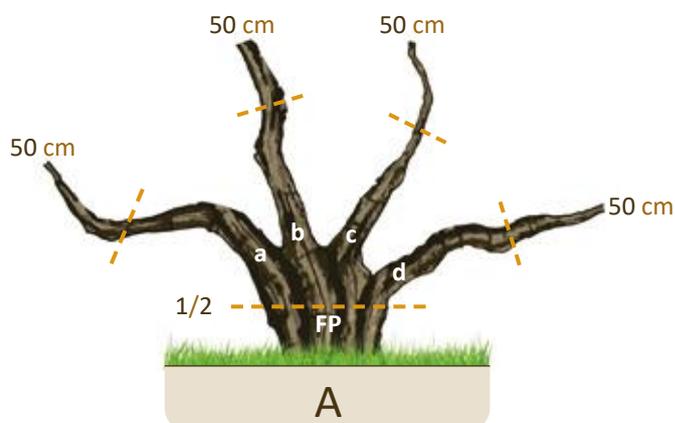


$$D : \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Fuente: Kometter, 2005

FIGURAN° 11

## MEDICIÓN DE RAMAS POR DEBAJO DEL DAP



Fuente: Masías, 2017

## MEDICIÓN DEL DAP EN LOS TRES TIPOS DE BOSQUES RELICTOS



Midiendo el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de diferentes especies arbóreas, con diferentes instrumentos.

Foto: MINAM

### COBERTURA AÉREA



Se refiere a la proporción que ocupan las copas de los árboles en una determinada área, pudiéndose expresar en términos de área o en porcentaje.

La estimación de la cobertura en una parcela se hace midiendo la proyección de la copa de todos los árboles sobre el suelo, a través de dos mediciones en forma de cruz, para obtener luego un promedio de diámetro en área ( $m^2$ ) y luego expresarlo en porcentaje (figura n.º 13).

Cuando el bosque es denso, las copas de los árboles se entrecruzan, complicando la medición de su proyección en el suelo, como el caso del bosque relicto montano occidental, que por lo general es denso. En este caso se realizará una estimación porcentual respecto al área total del área a evaluar, mediante la interpretación visual de imágenes satelitales de alta resolución espacial, 1: 5000 (figura n.º 14).

Para el caso del bosque relicto altoandino también se realiza la medición de las copas en tierra y si fuera denso se aplicaría el método de la interpretación visual de las imágenes satelitales (figura n.º 15). El mismo procedimiento sería para el bosque relicto mesoandino.

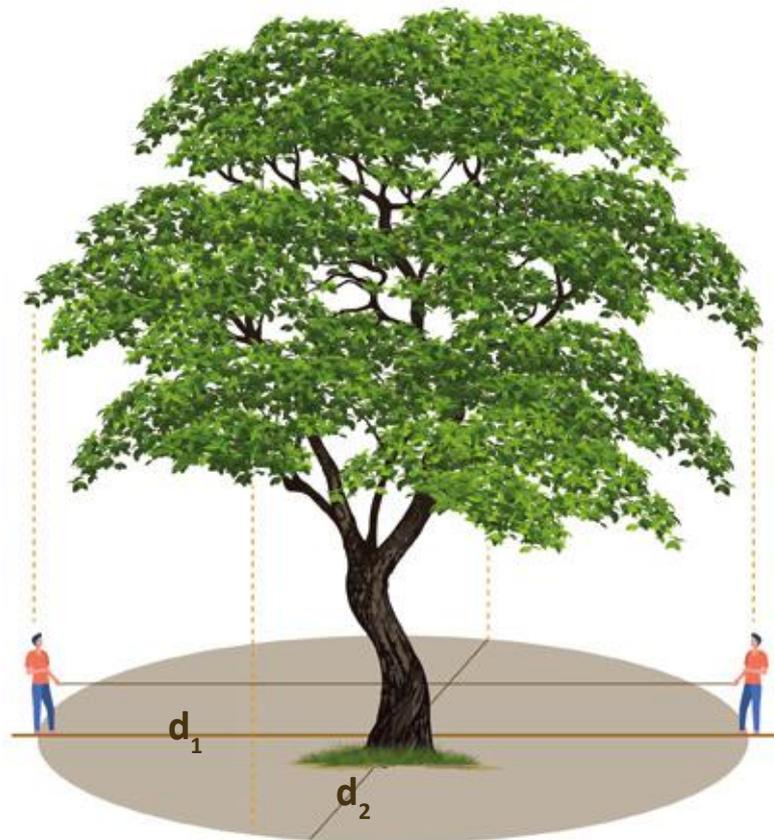
Otra opción, para poder estimar la cobertura aérea para cualesquiera de los tipos de bosques es a través de la toma de fotos panorámicas desde puntos o ángulos estratégicos, con una cámara fotográfica que tengan buen acercamiento, tal como se observa en la figura n.º 16.

Se debe tener en cuenta a LA LEY FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE N.º 29763 y sus reglamentos, quien define al bosque como un ecosistema que tiene una COBERTURA DE COPA > 10 % en condiciones áridas o semiáridas o > 25 % en circunstancias más favorables.



FIGURANº 13

## ESTIMACIÓN DEL DIÁMETRO DE COPA EN EL TERRENO



Fuente: López, 2017

FIGURAN° 14

## ESTIMACIÓN DE LA COBERTURA AÉREA CON IMÁGENES SATELITALES EN EL BOSQUE RELICTO MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL

Fuente: Imágenes del Google Earth



FIGURAN° 15

## ESTIMACIÓN DE LA COBERTURA AÉREA CON IMÁGENES SATELITALES EN EL BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

Fuente: Imágenes del Google Earth



FIGURAN° 16

## VISTA DE LA COBERTURA AÉREA Y DE LA COBERTURA DE PISO DEL BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

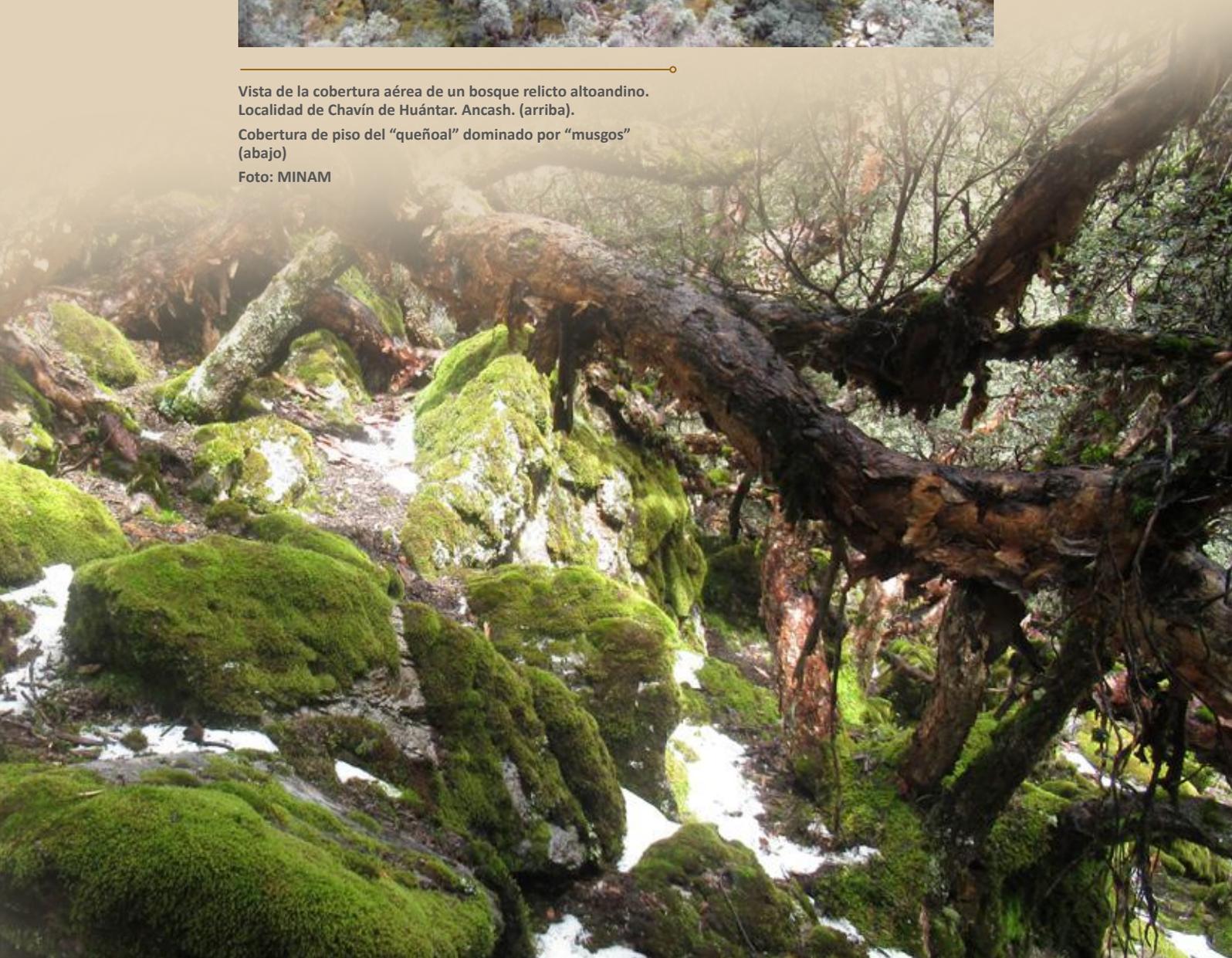
Fuente: MINAM, 2021



Vista de la cobertura aérea de un bosque relictivo altoandino. Localidad de Chavín de Huántar. Ancash. (arriba).

Cobertura de piso del “queñoal” dominado por “musgos” (abajo)

Foto: MINAM



FIGURAN° 17

## DOS TIPOS DE COBERTURA DE PISO DEL BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

Fuente: MINAM, 2021



Técnica de evaluación de la cobertura de piso en un bosque relicto altoandino.

Foto: MINAM

### COBERTURA DE PISO

Consiste en estimar visualmente el porcentaje de la cobertura de la vegetación del estrato inferior del bosque que cubre el suelo y que dependiendo de la humedad del suelo durante el año puede estar conformada por gramíneas y graminoides, hierbas, briófitas (musgos), helechos, o arbustos. Esta cubierta vegetal protege al suelo de la erosión, conserva mejor la humedad del suelo y contribuye a la formación de mantillo y luego su conversión en materia orgánica del suelo (figura n.º 17). Esta estimación ocular se hace en sub subparcelas de 4 m<sup>2</sup> establecidas en el diseño del muestreo. Es importante registrar el tipo de vegetación dominante en este piso. Este indicador aplica al bosque relicto altoandino y bosque relicto mesoandino.



## **CUANTIFICACIÓN DE LA REGENERACIÓN NATURAL**

Consiste en el registro de presencia de regeneración natural de especies arbóreas a partir de 25 cm de altura hasta < 10 cm de DAP, para el bosque montano de vertiente occidental y hasta < 5 cm de DAP, para los bosques relictos altoandino y mesoandino, en cada subparcela de 100 m<sup>2</sup> (figura n.º 18).

FIGURANº 18

## **CUANTIFICACIÓN DE REGENERACIÓN NATURAL DEL BOSQUE RELICTO ALTOANDINO**

Fuente: MINAM, 2021



Vista de la regeneración natural en un bosque relictos altoandino.

Foto: MINAM





## MEDICIÓN DEL MANTILLO



El mantillo está constituido por material orgánico muerto en proceso de degradación (hojas, hierbas, epífitas, briófitas, raíces secundarias). Será medido a través de la profundidad que alcanza hasta llegar al suelo orgánico (suelo negro), para lo cual se utilizará una cinta métrica metálica. Para ello se harán pequeñas calcatas de 25 cm x 25 cm x 25 cm en el centro de las parcelas (figura n.º 19).

FIGURANº19

## MEDICIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL MANTILLO EN EL BOSQUE RELICTO MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL Y EN EL BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

Fuente: MINAM, 2021



Medición de la profundidad del mantillo.

Foto: MINAM



FIGURAN° 20

## EXTRACCIÓN DEL SUELO ORGÁNICO EN LOS TRES TIPOS DE BOSQUE RELICTO

Fuente: MINAM, 2021



Extracción de muestras de suelo.

Foto: MINAM

### MATERIA ORGÁNICA



Para el bosque relicto montano occidental, se procede a extraer una porción (0,5 kg) de suelo superficial (horizonte "O") en las mismas calicatas aperturadas (punto central de cada subparcela) para medir el espesor del mantillo, utilizando una pala recta, procediendo luego a su embolsado y etiquetado respectivo, utilizando bolsas de plástico edafológicas. Al final de la parcela se procede mezclar manualmente las cinco muestras de suelo extraído en cada una de las subparcelas (figura n.º 20), hasta obtener una sola muestra homogenizada de 0.5 kg para su análisis y cálculo de la materia orgánica (%) en el laboratorio de suelos de una entidad reconocida, recomendando se haga por el método de Walkley y Black (Chapman y Pratt, 1973).

Para el caso de los bosques relictos altoandino y mesoandino, se hará el mismo procedimiento y utilizando las mismas calicatas y ubicación utilizadas para la extracción del mantillo.



## ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN DEL SUELO

La estimación de la pérdida del suelo se hará mediante la apreciación visual (figura n.º 20) de evidencias tanto en las parcelas de muestreo, como en un radio de influencia de aproximadamente 100 m alrededor de ellas, específicamente cuando hay de manera puntual procesos fuertes de erosión (cárcavas); esto es posible utilizando imágenes de alta resolución espacial. La erosión se ha clasificado en las siguientes categorías:

- 🌿 **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 canalículos.
- 🌿 **Moderado:** Cuando hay remoción y arrastre perceptible de suelo, observándose el suelo superficial desnudo con pequeñas depresiones.
- 🌿 **Fuerte:** Cuando se observa surcos o cárcavas (grietas a diferentes profundidades).

FIGURANº 21

## PROCESOS DE EROSIÓN DEL SUELO EN UN BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

Fuente: MINAM, 2021



Tipos de erosión del suelo que afectan los bosques relictos altoandinos.

Foto: MINAM



FIGURAN° 22

## PRESENCIA DE TOCONES EN LAS PARCELAS DE EVALUACIÓN

Fuente: MINAM, 2021



Presencia de tocones como indicador de degradación del ecosistema.

Foto: MINAM

### CUANTIFICACIÓN DE TOCONES



La tala de árboles constituye un factor de degradación del bosque, afectando así la producción de los servicios ecosistémicos.

Se registrarán la totalidad de tocones (figura n.° 22) que se observen en toda la parcela de evaluación. Un tocón es la sección del tronco que queda unida a la raíz cuando se corta un árbol cercano a su base. El número de tocones contados representará un determinado

porcentaje del total promedio de árboles registrados en cada parcela. En el caso del bosque relicto montano occidental se incluyen además de los árboles, a las palmeras y helechos arborescentes.

Se incluye en el número de tocones a aquellos árboles que han sido quemados totalmente por acciones antrópicas o naturales, que es frecuente en el bosque relicto altoandino.



La infestación de los árboles del bosque altoandino por plantas hemiparásitas, (figura n.º 22) produce cierta limitación en el desarrollo de los árboles, incluso la muerte, en casos extremos donde esta planta ocupa la mayor parte de la copa y ramas de los árboles. Ataca principalmente a los árboles adultos, restándoles el agua y sales minerales provenientes del suelo. Su efecto es más pronunciado en aquellos bosques ubicados en zonas semiáridas o subhúmedas (con déficit hídrico anual).

La cuantificación de los árboles atacados por las hemiparásitas, por ejemplo, *Tristerix chodotianus* y *Tristerix longibracteatus* de la familia Loranthaceae, así como otras, que pudiesen existir en toda la parcela (figura n.º 23).

FIGURANº 23

### PRESENCIA DE ÁRBOLES INFESTADOS POR LA HEMIPARÁSITA DEL GÉNERO *TRÍSTERIX* EN EL BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

Fuente: MINAM, 2021



Presencia de especie parásita como indicador de un ecosistema degradado.

Foto: MINAM



Degradación del ecosistema de bosque relicto montano por deforestación.  
Foto: MINAM

FIGURAN° 24

## ÁREAS DEFORESTADAS EN EL BOSQUE RELICTO MONTANO VERTIENTE OCCIDENTAL

Fuente: MINAM, 2021



### DEFORESTACIÓN



La deforestación del bosque se estimará en los ecosistemas bosque relicto montano occidental y bosque relicto mesoandino, debido a que están ubicados en pisos ecológicos con condiciones climáticas aparentes para la expansión de la actividad agropecuaria. La estimación de este indicador se refiere a la detección y mapeo de las áreas de cultivos agrícolas y pecuarias, áreas quemadas, áreas abandonadas, vegetación secundaria, instalación de viviendas aisladas, etc. Esta identificación mapeo se hace en toda el área boscosa a evaluar utilizando imágenes satelitales de alta resolución disponibles en la web, con una escala de interpretación de 1:10 000 a 1: 5000.

Se debe tener en cuenta y estar seguro durante el proceso de mapeo de estas áreas que se observan como deforestadas (figura n.° 24), correspondan a un origen antrópico, porque sucede que pueden existir claros en el bosque que no es exactamente deforestación sino vegetación natural de tipo arbustivo más que arbóreo. Esto se puede corroborar en campo. Por otro lado, se debe tener en cuenta que por debajo del 25 % de cobertura aérea (copa) deja de ser bosque (Ley forestal y de fauna silvestre n.° 29763 y sus reglamentos).

El porcentaje de área deforestada, se obtiene relacionando el área deforestada respecto al área total del bosque evaluado.



FIGURAN° 25

## FACTORES DE AMENAZA AL ECOSISTEMA (EXTRACCIÓN FORESTAL E INSTALACIÓN DE CULTIVOS O ÁREAS DE PASTOREO AL INTERIOR DEL BOSQUE)

Fuente: MINAM, 2021



### AMENAZAS



Las amenazas constituyen factores externos potenciales de presión a la integridad del ecosistema, que se vienen desarrollando alrededor y al interior del bosque (figura n.º 25). Las categorías definidas para este indicador se describen a continuación:

 **Baja:** Bosque situado lejos o muy lejos de vías de acceso principales y secundarias, situados en zonas despobladas o de baja densidad poblacional, sin señales visibles de intervención humana o ganadera, no hay signos de extracción e incendios forestales.

 **Media:** Bosque accesible por carreteras poco utilizadas, presencia de senderos y/o caminos de herradura, baja densidad de centros poblados, presencia escasa de extractores forestales, hay ganadería intermitente, extensiva, de baja carga animal, quema esporádica de bosques.

 **Alta:** Bosque accesible por carreteras habitualmente utilizadas, presencia de extractores forestales o aserraderos de tipo comercial, actividad agropecuaria intensiva que circunda o limita con el bosque, presencia de algunas áreas de cultivo o de pastizal dentro del bosque, ganadería intensiva con alta carga animal y quemas habituales, alta densidad de población y de centros poblados, y cercanas de población.



Existen factores (figura n.º 26) que alteran la conectividad de los hábitats dentro de un bosque; es decir, limitan la continuidad de la dispersión de las especies vegetales y desplazamiento de la fauna silvestre. Estos factores pueden ser: las carreteras y caminos que atraviesan al ecosistema, caminos de extracción forestal, construcción de canales o infraestructuras con material noble, obras de drenaje, etc. Este indicador se determina con imágenes de satélite y complementado con el trabajo de campo respectivo. Las categorías definidas para este indicador, tal como se menciona en los cuadros de puntaje para los indicadores, se describen a continuación:

🍃 **Baja:** Bosque libre de interceptación de carreteras y senderos y/o caminos de herradura, libre de presencia de caminos de extracción y transporte forestal, libre de interceptación de canales de agua de cualquier tipo.

🍃 **Media:** Bosque interceptado por senderos y/o caminos de herradura, de poco tránsito, presencia de canales rústicos o artesanales para el transporte de agua desde su fuente.

🍃 **Alta:** Bosque interceptado por carreteras principales y secundarias, habitualmente transitadas, presencia de obras de infraestructura de riego, como canales principales construidos con concreto armado.

FIGURANº 26

## CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y CAMINOS QUE ATRAVIESAN AL BOSQUE

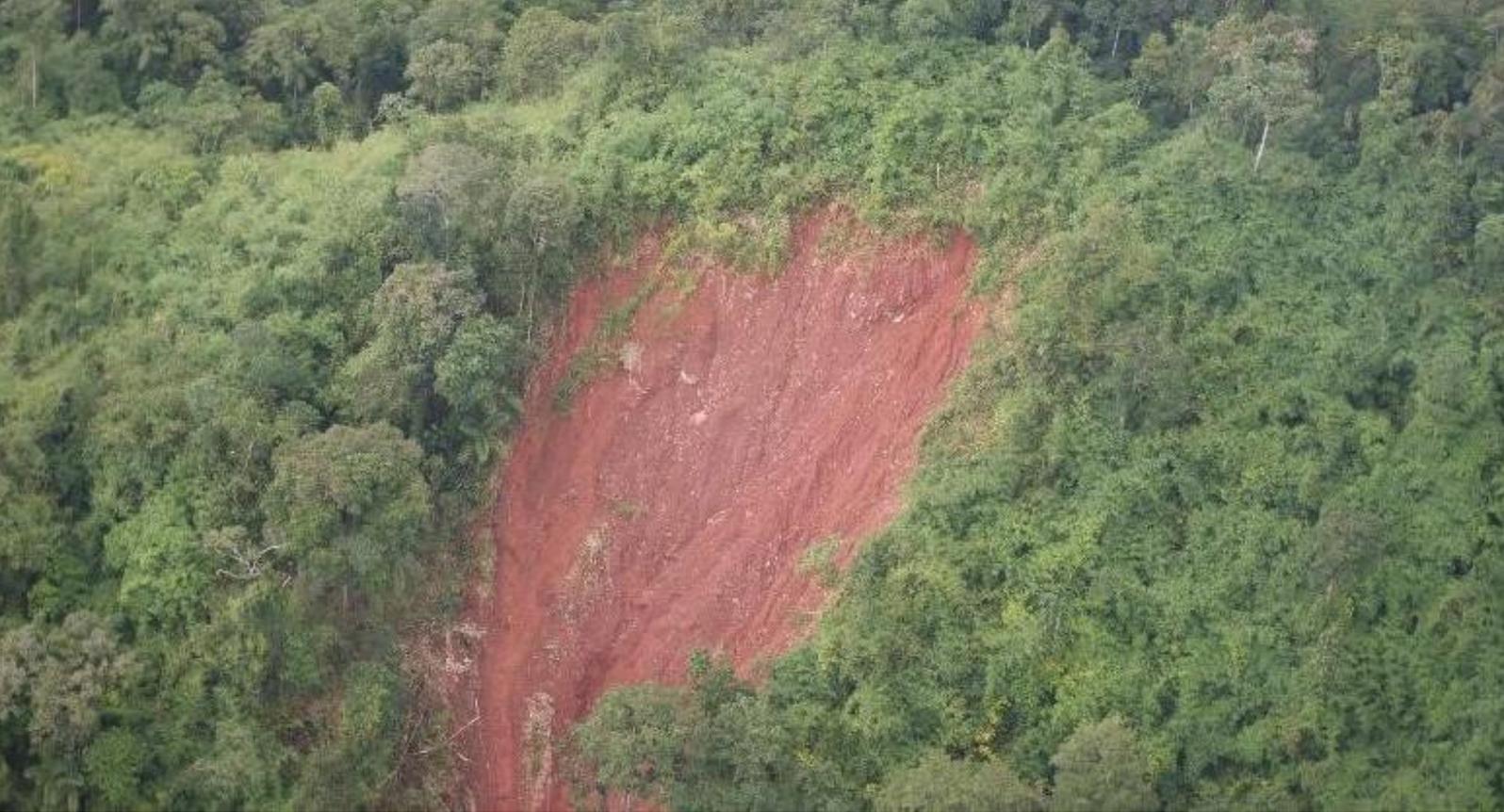
Fuente: MINAM, 2021. Imágenes del GoogleEarth



Afectación de los bosques relictos por presencia de caminos.

Foto: MINAM





Deslizamiento de tierra en pendientes abruptas.

Foto: MINAM

FIGURAN° 27

## DESLIZAMIENTO DE TIERRA EN EL BOSQUE RELICTO MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL PRODUCTO DE LA GEODINÁMICA EXTERNA

Fuente: MINAM, 2021



### QUEMA



Este indicador, aplicado exclusivamente al bosque altoandino, se identifica directamente durante la evaluación de campo, haciendo una estimación aproximada de la superficie quemada y luego expresarlo en porcentaje respecto al total del bosque evaluado. También se puede identificar con imágenes satelitales de alta resolución cuando la quema sucedió en fechas anteriores a la evaluación.

### GEODINÁMICA



Los procesos de deslizamiento de tierra pueden ser identificados con imágenes de alta resolución espacial y estimar las superficies que han sufrido deslizamiento o derrumbe o caída (figura n.° 27). Este indicador se reconoce en campo y luego se realiza su mapeo con las imágenes de satélite.

## 6.2.3 ETAPA POST CAMPO



### 6.2.3.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta etapa se procesarán todos los datos levantados en campo, obteniendo de esta manera el valor promedio de las variables de las parcelas evaluadas por tipo de ecosistema. Si se identifican estratos diferentes en el ecosistema, se obtendrá valores promedios por cada uno de ellos y por tanto valoraciones diferentes.

Cuando existe colecta de muestras botánicas de especies no identificadas en campo, éstas serán remitidas al herbario para su respectiva identificación.

Las muestras de suelo serán remitidas al laboratorio de suelos para la determinación del porcentaje de materia orgánica.

El área basal de los árboles se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$A = \pi r^2$$

**Donde:**

**A** = área basal del tronco

**r** = radio de la sección del tronco = DAP/2

Para el cálculo de la cobertura aérea, cuando la medición del diámetro de las copas es directa en el campo, se utilizará la misma fórmula utilizada para el área basal, luego los metros cuadrados resultantes por parcela se llevarán a porcentaje.

Respecto al porcentaje de la regeneración natural, el número de las pequeñas plantas registradas representará un porcentaje respecto al número total de árboles registrados en la parcela, considerado como un 100 %.

Tanto el número de tocones como el número de árboles con hemiparásitas, representan un porcentaje del total de árboles presentes en la parcela considerada como un 100 %.

El porcentaje de deforestación se obtiene al identificar y calcular la superficie de los fragmentos desboscados, respecto a la superficie total del área boscosa evaluada, pudiendo o no interceptar a las parcelas de muestreo. De este mismo modo se procede para la estimar la superficie de áreas con deslizamiento, derrumbe o caída de rocas (geodinámica externa), que representa un porcentaje respecto al área boscosa total del bosque.

Cuando la medición de la cobertura aérea no es directa en campo, se hará utilizando el método visual a través de imágenes satelitales de gran resolución espacial.

Los datos de conectividad y de amenaza, obtenido en campo, serán complementados con información de las imágenes satelitales.

### 6.2.3.2 CÁLCULO DEL VALOR ECOLÓGICO

Una vez obtenido todos los datos cuantitativos y cualitativos finales de los indicadores, se procede a determinar sus puntajes respectivos, según la escala de puntajes comparados con los valores de referencia establecidos, respectivamente. Finalmente, la suma de los puntos de los indicadores obtenidos en la evaluación constituye el valor ecológico del ecosistema y para su calificación se utiliza la escala de valoración del cuadro n.º 20 (punto 6.1.6).

En el anexo n.º 5, se muestra ejemplos de este cálculo para los tres tipos de ecosistemas de bosque relicto.



---

Queñual (*Polylepis spp.*) en la laguna de Llanganuco, en Ancash.

Foto: Dickens Rondán - PROMPERÚ



# 7



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ames, F., Quispe, H., Zúñiga, D., Segovia, M. y Kessler, M. 2019. Bosques de *Polylepis*: *Biodiversidad en la región central del Perú*. 199 p.
- Ansi3n, J. (1986). *El 3rbol y el bosque en la sociedad andina*. Lima: Ministerio de Agricultura del Per3, FAO.
- Arizapana, M., Teodoro, G. S2,3, Camel, V., Castañeda, I., Van Den Ver, E. 2016. *Distribuci3n de la hemipar3sita Tristerix chodatianus en los bosques de Polylepis en Laraos – Per3*. IV Congreso Internacional de Ecolog3a y Conservaci3n de bosques de Polylepis – Argentina.
- Aucca, C. y Ferro, G. 2014. *Ecolog3a, distribuci3n, monitoreo y estado de conservaci3n de los bosques del g3nero Polylepis (Rosaceae) en Per3*.
- Beltr3n, H. 2018. *Cat3logo de la flora vascular del distrito de Laraos (Yauyos-Lima)*. Arnaldoa Vol. 25, n3 2. Trujillo
- Burga, A., Burga, J., Alcalde, V3ctor., Mart3nez, G., e Iglesias, S., Vel3squez, J. 2020. *Caracterizaci3n flor3stica del relicto Los Lanches del Bosque Montano Las Palmas – Chota, Per3*.
- Camel, V., Quispe, H., Ames, F. et al. 2019. *Forest structure of three endemic species of the genus Polylepis (Rosaceae) in central Per3*. Ecolog3a Austral 29:285-295.
- Capriles, J. & Flores Bedregal, E. (2002). *The economic, symbolic and social importance of the “keñua” (Polylepis spp.) during prehispanic times in the Andean highlands of Bolivia*. ECOTROPICA, 8: 225-231.
- Castro, A. y Flores, M. 2015. *Caracterizaci3n de un bosque de queñual (Polylepis spp.) ubicado en el Distrito de Huasta, Provincia de Bolognesi (Ancash, Per3)*. Ecol. apl. vol.14 no.1 Lima ene./jul. 2015.
- Castro, J. 2014. *Caracterizaci3n del bosque de Polylepis de Jurau, microcuenca de Paria, Distrito de Huasta, Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash*. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. 119 p.
- Ch3vez, A. 2003. *Estudio geol3gico-geot3cnico para la rehabilitaci3n de la carretera Corral Quemado - R3o Nieva*. Tramo I. Universidad Mayor de San Marcos (Tesis)



- Chiroque, C., Arone, J. y Gómez, J. 2015. *Evaluación geológica y geodinámica del centro poblado de Pijobamba*. Instituto Geológico del Perú. Santiago de Chuco, La Libertad. 66 op.
- Churchill, I., Balslev, H., Forero, E. & Luteyn, J. (eds.). 1995. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. The New York Botanical Garden, Nueva York. 702 p.
- Comunidad Andina (CAN). 2009. *Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro*. 96 p.
- Dillon, M. 1994. *Bosques húmedos del norte del Perú*. *Arnaldoa* 2: 29-42.
- Dillon, M., Sagástegui, A. Sánchez, I. Llatas & Hensold, N. 1995. *Floristic Inventory and Biogeographic Analysis of Montane Forests*. *New York Botanical Garden*. EE.UU. pp. 251-269.
- Asociación Ecosistemas Andinos (ECOAN). 2007. *Evaluación de la biodiversidad de los bosques de Polylepis en la zona sur oeste del Parque Nacional Otshi*.
- Programa Regional para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos (ECOBONA). 2009. *Los bosques andinos y el agua. Investigación y sistematización*. Serie 4. Quito. 121 p.
- Felicísimo et al. 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española*. Flora y Vegetación. Madrid. 552 p.
- Fermín Rada, F., Azócar, A. & García, C. 2007. *Aspectos funcionales de especies del género Polylepis a lo largo de gradientes altitudinales y latitudinales en la cordillera andina*. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE). Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Fjeldsã, J & Kessler, M. 2004. *Conservación de la biodiversidad de los bosques de Polylepis de las tierras Altas de Bolivia. Una contribución al manejo sustentable en los Andes*. DIVA Dinamarca. 214 p.
- Fjeldsã, J. 1994. *Geographical patterns for relict and young species of birds in Africa and South America and implications for conservation priorities*. *Biodiversity and Conservation* 3: 207-226
- Fjeldsã, J. 1995. *Geographical patterns of neoendemic and relict species of Andean forest birds: the significance of ecological stability areas*. pp. 89-102. En: S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J. L. Luteyn (eds). *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*. New York Botanical Gardens, Bronx.
- Flores, G. 2017. *Biogeografía de un bosque alto andino: historia e impactos del cambio climático en los queñuales peruanos*. Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú. 133 p.
- Fressia Nathalie AmesF., Quispe, Harold, Zúñiga Dominga, Segovia María, Claudia Salcedo y Kessler, M. 2019. *Bosque de Polylepis*. Universidad Continental. Huancayo.
- Gade, D.W. (1975) *Plants, Man and the Land in the Vilcanota Valley of Peru*. The Hague: W. Junk.
- Gade, D.W. (1999). *Deforestation and Reforestation of the Central Andean Highlands*. *En Nature and culture in the Andes*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin Press.
- García-Valdés, 2016. *Efectos del cambio climático en los ecosistemas forestales integrando inventarios y modelos*. *Ecosistemas* Vol. 25, N° 3. España. Pag. 51-59.



- 🍃 Gentry, A. 1982a. *Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny*. Ann Missouri Bot. Gard. 69:557-593.
- 🍃 Gentry, A. 1982b. *Patterns of neotropical plant species diversity*. Evol. Biol. 15:1-84.
- 🍃 Gentry, A. 1989. *Tree species richness of upper Amazonian forests*. Proc. Nat. Acad. Sci. 85:156-159.
- 🍃 Graf, K. 1994. «*Vegetación y clima de los Andes bolivianos durante la última época glacial*». Ecología en Bolivia 23: 1–19.
- 🍃 Herrera, A. & Ali, M. (2009). *Paisajes del desarrollo: la ecología de las tecnologías andinas*. Antípoda, 8: 169-194.
- 🍃 Hurtado, R., “et al”. 2018. *Estudios etnobotánicos y florísticos de los bosques amenazados de Polylepis incarum y Polylepis pacensis (Rosaceae) en Bolivia*. Bonplandia 27(2): 113-126.
- 🍃 Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). 1995. *Mapa Ecológico del Perú*. 146 p.
- 🍃 Jaramillo, C. 2012. *Historia geológica del bosque húmedo neotropical*. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 36 (138): 57-77, 2012.
- 🍃 Kessler, M. 1995a. *Polylepis Walder Boliviens. Taxa Okologie, Verbreitung and Geschichte. Dissertationes Botanicae* 246. J. Cramer. Berlin, Stuttgart. 203 p.
- 🍃 Kessler, M. 2006. *Bosques de Polylepis*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 110-120 p.
- 🍃 Kometter, R. 2005. *Manual de censo forestal*. Helvetas Swiss Intercorporation. 62 p.
- 🍃 Kuentz, A.; Ledru, M.P. & Thouret, J.C. (2011). *Environmental changes in the highlands of the western Andean Cordillera, southern Peru, during the Holocene*. The Holocene, 22(11): 1215-1226
- 🍃 Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas*. República de Alemania. 335 p.
- 🍃 León, B. 2006. *Loranthaceae endémicas del Perú*. Rev. peru. biol. Número especial 13(2): 403s- 405s
- 🍃 Llatas-Quiroz, S. y López-Mesonés, M. 2005. *Bosques montanos-relictos en Kañaris (Lambayeque, Perú)*. Rev. Perú. Biol. 12(2): 299- 308 (2005). Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. 299 – 308 p.
- 🍃 López, C. 2017. *Dasometría gráfica*. Universidad Politécnica de Madrid.
- 🍃 Masías, V. 2017. *Consideraciones para la medición de diámetros y alturas de árboles vivos de Polylepis flavipila (Bitter) M. Kessler & Schmidt-Leb*. Trabajo Profesional. Universidad Nacional Agraria La Molina. 47p.
- 🍃 Mendoza, W. & Cano. A. 2012. *El género Polylepis en el Perú. Taxonomía, Morfología y Distribución*. 114 p.
- 🍃 Mendoza, W. y Roque, J. 2007. *Diversidad de la flora vascular asociada a los bosques de Polylepis (Rosaceae) en los andes meridionales del Perú (Ayacucho): implicancias para su conservación*.



- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2011. *Inventario y evaluación del patrimonio natural en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabambas*. 259 p.
- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2019. *Mapa Nacional de Ecosistemas*. 119 p.
- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2015. *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. 105 p.
- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2018. *Mapa Nacional de ecosistemas degradados*.
- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2019. *Guía de evaluación del estado del ecosistema bofedal*.
- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2019. *Guía de evaluación del estado de ecosistemas de bosque seco*.
- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2019. *Guía de evaluación del estado de ecosistemas de yunga*.
- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2011. *Mapa de vulnerabilidad física del Perú*. 63 p.
- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2016. *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Segunda edición. 54. p.
- 🍃 Ministerio del Ambiente (MINAM). 2016. *Guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas altoandinos*. 39 p.
- 🍃 Morga, E. 2019. *Efecto de la estratificación de bosques de la selva alta basada en modelamiento del tronco e índice de vegetación en concesiones forestales*. Tesis: Universidad Nacional de la Selva. 125 p.
- 🍃 Navarro, G., Arrazola, S., Balderrama, J., Ferreyra, W., De La Barra, N., Antezana, C., Gómez, I. y Mercado, M. 2010. *Diagnóstico del estado de conservación y caracterización de los bosques de Polylepis en Bolivia y su avifauna*. Rev. Bol. Ecol. Biol.
- 🍃 Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), 1976. *Mapa Ecológico del Perú*. 146 p.
- 🍃 Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). 1995. *Mapa Ecológico del Perú*. 146 p.
- 🍃 Quicaño, L. 2018. *Estimación de las reservas potenciales de carbono como servicios ecosistémicos en el bosque de Polylepis sp. (zona de recuperación) de la Reserva Paisajística "Subcuenca del Cootahuasi"*. Tesis: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- 🍃 Plesnik, J. 2011. *A concept of a degraded ecosystem in theory and practice: a review*. European topic centre on biological diversity. Republica Checa.
- 🍃 Rasal-Sánchez, M. 2012. *La vegetación terrestre del bosque montano de Lancharán (Piura, Perú)*. Botánica Florística. Universidad de Valencia, España. *Caldasia* 34(1):1-24. 2012.
- 🍃 Renison, D., Cuyckens, G., Pacheco, S., Guzmán, G. 2013. *Distribución y estado de conservación de las poblaciones de árboles y arbustos del género Polylepis (Rosaceae) en las montañas de Argentina*. *Ecología Austral* 23:27-36.
- 🍃 Reynel, C., Pennington, R. y Särkiäinen, T. 2013. *Cómo se formó la diversidad ecológica del Perú*. 412 p.
- 🍃 Roncal, M. 2018. *Bosque Protección Pajaibamba: Estudio de línea base. Querocoto- Cajamarca*. Gobierno Regional de Cajamarca. 214 p.



- 🍃 Sagástegui, A. 1995. *Diversidad florística de Contumazá (Cajamarca)*. Edit. Libertad E I.R.L., UPAO. Trujillo, Perú. 203 p.
- 🍃 Sagástegui, A., I. Sánchez, M. Zapata & M.O. Dillon. 2003. *Diversidad Florística del Norte del Perú*. Tomo II. Bosques Montanos. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo. Edit. Graficart. 305 p.
- 🍃 Sepulchre, P., Sloan, L. C., and Fluteau, F. 2010. *Modelling the response of Amazonian climate to the uplift of the Andean mountain range*. in Hoorn, M. C., and Wesselingh, F. P., eds., *Amazonia, Landscape and Species Evolution*. Blackwell, 211-222.
- 🍃 Sepulchre, P., Sloan, L. C., Snyder, M., and Fiechter, J. 2009. *Impacts of Andean uplift on the Humboldt Current system: A climate model sensitivity study*. *Paleoceanography* 24, PA4215.
- 🍃 Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP). 2013. R.P. N° 238-2013.-SERNANP. *Procedimiento para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas en las áreas naturales protegidas*. 20 p.
- 🍃 Servicio Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). 2015. *Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 y Sus Reglamentos*. 342 p.
- 🍃 Servicio Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). 2018. *Experiencias de restauración en el Perú. Lecciones aprendidas*. 130 p.
- 🍃 Servicio Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). 2018. *Orientaciones para la restauración de ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre*.
- 🍃 Servicio Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). 2020. *Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre: Informe de resultados del Panel 1*. 321 p.
- 🍃 Servat, G. Mendoza, W. y Ochoa, J. 2002. *Flora y fauna de cuatro bosques de Polylepis (Rosaceae) en la cordillera del Vilcanota (Cusco, Perú)*. *Ecología Aplicada*, 1(1), 2002.
- 🍃 Simpson, B. 1975. *Pliocene changes in the flora of the high Tropical Andes*. *Paleobiology* 1: 273-294
- 🍃 Simpson, B. 1979. *A revisión of de genus Polylepis (Rosaceae: Sangisorbae)*. *Smithsonian Contribution to Botany*. 43:1-61.
- 🍃 Simpson, B. y Todzia . 1990. *Pattern and Processes in the Development of the High Andean Flora* *Ama. J. Bot.* 77:1419-1432.
- 🍃 Tobón, C., y Arroyave, F. 2008. «*Hidrología de los bosques alto-andinos*». En: *Ecología de Bosques Andinos*, Universidad Nacional de Colombia. J.D. León Ed. 213 p.
- 🍃 Uribe, E. 2015. *Estudio del cambio climático sus efectos en los biomas de América Latina*. CEPAL.
- 🍃 Valdez-Lazalde, J., González-Guillén y De los Santos-Posadas, H. 2006. *Estimación de cobertura arbórea mediante imágenes satelitales multiespectrales de alta resolución*. *Agrociencia- volumen 40, número 3*. Estado de México. 383-394 p.



- Valencia, N. & Frank, I. 1980. *El bosque de Zárate y su conservación*. Boletín de Lima n.º 7 – 8. 76-86 p y 26-35 p.
- Van Der Hammen, T. 1974. *The Pleistocene Changes of vegetation and climate in Tropical South America*. Journal of Biogeography 1:3-26.
- Van Der Hammen, T. 1982. *Palaeoecology of tropical South America*. En Prance, G. (ed). Biological diversification in the tropics , pp 60-66. Columbia University Press, New York.
- Van Der Hammen, T. y Cleef, A. 1986. «*Development of the high páramo flora and vegetation*». En: Vulleumier, F. y M. Monasterio (Eds.), High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press. Nueva York
- Van Der Hammen, T., y Hooghiemstra, H. 2001. «*Historia y Paleoecología de los bosques montanos andinos neotropicales*». En: Kapelle M y Brown A.D (Eds.). Bosques Nublados del Neotrópico. Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. Heredia. 698 p
- Weigend, M. 2004b. *Additional observations on the biogeography of the Amotape-Huancabamba Zone in Northern Peru: Defining the SouthEastern limits*. Rev. Peru. Biol. 11(2): 127-134.
- Weigend, M., Dostert, N. & Rodríguez, E. 2006. *Bosques relictos de los Andes peruanos: Perspectivas económicas*. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 2006: 130-145.
- Weigend, M., E. Rodríguez & C. Arana. 2005. *The relict forests of Northwest Peru and Southwest Ecuador*. Revista Peruana de Biología 12: 185-194.
- Yallico, E. 1992. *Distribución de Polylepis en el sur de Puno*. Arbolandino – ONERN
- Yance, R. 2015. *Influencia del bosque de Polylepis incana sobre la vegetación arbustiva y herbácea en Ancahuasi – Ayacucho*. Tesis: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. 76 p.
- Zapata, M. 2013. Tesis: *Condiciones turísticas de la zona de refugio de vida silvestre bosques nublados de Udimá para desarrollarse como un destino eco-turístico competitivo en la Región Cajamarca*. Universidad Nacional de Trujillo. 337 p.



# 8

## GLOSARIO



### **Amenaza:**

Es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud humana o daños ambientales (MINAM, 2011).

### **Atributo:**

Es el componente de un ecosistema considerado de mayor relevancia para que funcione y persista en el espacio y el tiempo (Pardo *et al.*, 2007) que no puede ser medido directamente, pero puede ser estimado a través de un grupo de indicadores (Pyke *et al.*, 2002, citado por MINAM 2019).

### **Biomasa:**

Es la masa total de materia viva de un componente o reservorio que suele expresarse como peso seco (Serfor, 2020).

### **Bosque primario:**

Bosque con vegetación original caracterizado por la abundancia de árboles maduros con especies del dosel superior o dominante, que ha evolucionado de manera natural (Ley Forestal y de Fauna Silvestre n.º 29763 y sus Reglamentos).

### **Bosque relicto:**

Son fragmentos de bosque frágiles, que en el pasado fue un todo continuo (Weigend, *et al* 2005).

### **Bosque secundario:**

Bosque de carácter sucesional, surgido como proceso de recuperación natural de áreas en las cuales el bosque primario fue retirado como consecuencia de actividades humanas o por causas naturales (Ley Forestal y de Fauna Silvestre n.º 29763 y sus reglamentos).

### **Bosque:**

Ecosistema en 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 Forestal y de Fauna Silvestre n.º 29763 y sus reglamentos).

### **DAP:**

Medición del diámetro de un árbol o palmera a la altura de 1,30 metros arriba del suelo (Serfor, 2020).



### **Deforestación:**

---

Eliminación de la cobertura forestal de un bosque natural por casusa del ser humano o de la naturaleza (Ley Forestal y de Fauna Silvestre n.° 29763 y sus reglamentos).

### **Derrumbe:**

---

Caída repentina de una porción de suelo o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante. No presenta planos o superficie de deslizamiento (Chávez, 2003).

### **Deslizamiento:**

---

Movimiento gravitacional lento o violento de una masa de suelo o roca que se desliza sobre una o varias superficies de rotura al superar la resistencia cortante en estos planos (Chávez, 2003).

### **Ecosistema frágil:**

---

Señalado en la Ley General del Ambiente, que poseen ciertas características o recursos singulares con baja capacidad de retornar a sus condiciones originales e inestable ante eventos impactantes causados por el ser humano o la naturaleza, que producen en el mismo una profunda alteración en sus estructura y composición (Ley Forestal y de Fauna Silvestre n.° 29763 y sus reglamentos).

### **Erosión:**

---

Es la degradación y transporte del material o sustrato del suelo, por medio de un agente dinámico, como el agua, el viento, el hielo o los seres vivos (MINAM, 2011).

### **Estratificación:**

---

Clasificación de la cobertura arbórea basado en el tamaño y densidad de las copas, las cuales

determinan el vigor del bosque (MINAM 2012; Morga 2019).

### **Geodinámica externa:**

---

Referido a la acción de los procesos exógenos sobre la superficie de la Tierra, donde intervienen diversos factores como las lluvias, el viento, entre otros; éstos originan la destrucción y el modelamiento del relieve. Entre ellas, las precipitaciones pluviales son consideradas uno de los agentes con mayor incidencia, siendo el principal factor detonante de los movimientos en masa tales como: Reptación, deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas (Chiroque, *et al.* 2015).

### **Hojarasca:**

---

Comprende toda la biomasa no viva con un diámetro inferior a 1,5 cm que yace muerta en varios estados de descomposición sobre el suelo mineral u orgánico (Serfor, 2020).

### **Indicador:**

---

Es un componente del ecosistema que puede ser observado y medido, y que se relaciona con uno o más atributos (Pyke *et al.* 2002, citado por MINAM 2019). Los indicadores pueden relacionarse con la respuesta que da el ecosistema ante un factor de degradación, pero también puede ser un indicador de la presencia del factor de degradación en sí mismo (Fenersy *et al.* 2007, citado por MINAM 2019).

Los bosques montanos tropicales son ecosistemas frágiles que contienen una diversidad biológica caracterizada por su alto grado de singularidad y rareza. Estos ecosistemas únicos se encuentran seriamente amenazados en toda su distribución. El alto nivel de vulnerabilidad frente a los cambios globales (cambio climático y las dinámicas de cambios de cobertura y uso de la tierra.

**Parcela:**

Área que representa a la unidad muestral o unidad básica de análisis y en donde se hace el registro de las variables de interés (MINAM, 20125).

**Relación de evapotranspiración potencial:**

Es la división de la evapotranspiración potencial total por año entre la precipitación promedio anual (Onern, 1976; Inrena, 1995).

**Tocón:**

Base del árbol incrustada en el suelo, como residuo de la existencia del fuste o tronco (Serfor, 2020).

**Vulnerabilidad:**

Es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos (personas, patrimonio natural, servicios, infraestructura, etc.) frente a la ocurrencia de un peligro natural o inducido de una magnitud dada (MINAM, 2011).

**Zona de vida:**

Es la unidad bioclimática de más alta jerarquía que ejerce una influencia decisiva y dominante sobre el ecosistema (Onern, 1976; Inrena, 1995).



# 9

## ANEXO



**Anexo n.º 1** : Mapa de superficie de bosques relictos consideradas en las áreas naturales protegidas por el estado

---

**Anexo n.º 2** : Métricas de estimación de los valores relativos de los atributos e indicadores de los ecosistemas

---

**Anexo n.º 3** : Lista de especies arbóreas reportadas para los ecosistemas de bosque relictos

---

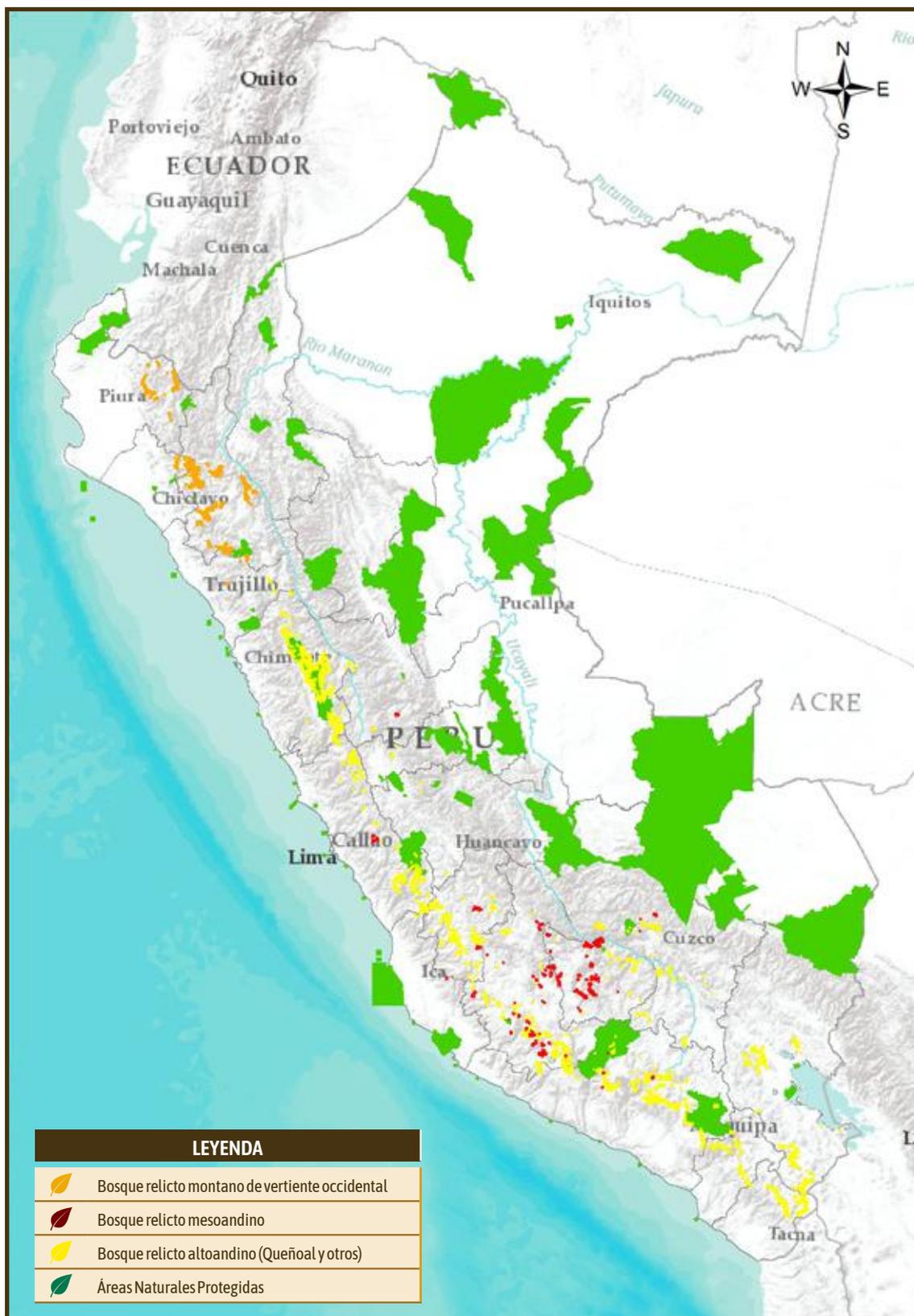
**Anexo n.º 4** : Fichas de evaluación de campo

---

**Anexo n.º 5** : Cálculo del valor ecológico de las parcelas validadas



## ANEXO N.º 1: Mapa de superficie de bosques relictos consideradas en las áreas naturales protegidas por el estado





## ANEXO N.º 2: Métricas de estimación de los valores relativos de los atributos e indicadores de los ecosistemas

### 1) BOSQUE RELICTO MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL

**CUADRO N.º 1** Valor relativo de los atributos

	FLORÍSTICA	INTEGRIDAD BIÓTICA	CONDICIÓN DEL SUELO	PAISAJE	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Florística	1.00	0.33	2.00	0.50	3.83	18.17	18.00
Integridad biótica	3.00	1.00	4.00	1.00	9.00	42.69	43.00
Condición del suelo	0.50	0.25	1.00	0.50	2.25	10.67	11.00
Paisaje	2.00	1.00	2.00	1.00	6.00	28.46	28.00
<b>Total</b>					<b>21.08</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: MINAM, 2021

**CUADRO N.º 2** Valor relativo del atributo riqueza

RIQUEZA	VALOR RELATIVO
Árboles, helechos, palmeras	18

Fuente: MINAM, 2021

**CUADRO N.º 3** Valores relativos de los indicadores de la integridad biótica

	COBERTURA AÉREA	ÁREA BASAL	TOCÓN	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Cobertura aérea	1.00	1.00	3.00	5.00	42.88	18.44
Área basal	1.00	1.00	3.00	5.00	42.88	18.44
Tocón	0.33	0.33	1.00	1.66	14.24	6.12
<b>Total</b>				<b>11.66</b>	<b>100.00</b>	<b>43.00</b>

Fuente: MINAM, 2021



## CUADRO N° 4 Valores relativos de los indicadores de la condición del suelo

	MANTILLO (MULCH)	MATERIA ORGÁNICA	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Mantillo (mulch)	1.00	2.00	3.00	66.67	7.3
Materia orgánica	0.50	1.00	1.50	33.33	3.7
Total			4.50	100.00	11.0

Fuente: MINAM, 2021

## CUADRO N° 5 Valores relativos de los indicadores de la condición del paisaje

	DEFORESTACIÓN	CONECTIVIDAD	GEODINÁMICA EXTERNA	AMENAZA	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Deforestación	1.00	3.00	3.00	2.00	9.00	40.93	11.46
Conectividad	0.33	1.00	0.50	0.33	2.16	9.82	2.75
Geodinámica	0.33	2.00	1.00	0.50	3.83	17.42	4.88
Amenaza	1.00	3.00	2.00	1.00	7.00	31.83	8.91
Total					21.99	100.00	28.00

Fuente: MINAM, 2021

## 2) BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

### CUADRO N° 6 Valor relativo de los atributos del ecosistema

	INTEGRIDAD BIÓTICA	CONDICIÓN DEL SUELO	PAISAJE	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Integridad biótica	1.00	3.00	2.00	6.00	55.40	55.0
Condición del suelo	0.33	1.00	1.00	2.33	21.51	22.0
Paisaje	0.50	1.00	1.00	2.50	23.08	23.0
Total				10.83	100.00	100.00

Fuente: MINAM, 2021

## CUADRO N° 7 Valores relativos de los indicadores de la integridad biótica

	COBERTURA AÉREA	ÁREA BASAL	REGENERACIÓN NATURAL	HEMIPARÁSITAS	COBERTURA DE PISO	TOCÓN	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Cobertura aérea	1.00	0.50	2.00	4.00	3.00	2.00	12.50	24.08	13.2
Área basal	2.00	1.00	2.00	3.00	4.00	3.00	15.00	28.90	15.9
Regeneración natural	0.50	0.50	1.00	4.00	2.00	2.00	10.00	19.26	10.60
Hemiparásitas	0.25	0.25	0.25	1.00	0.25	0.50	2.50	4.82	2.65
Cobertura de piso	0.33	0.25	0.50	3.00	1.00	2.00	7.08	13.64	7.50
Tocón	0.5	0.33	0.50	2.00	0.50	1.00	4.83	9.30	5.12
Total							51.91	100.00	55.00

Fuente: MINAM, 2021

## CUADRO N° 8 Valores relativos de los indicadores de la condición del suelo

	MANTILLO (MULCH)	MATERIA ORGÁNICA	EROSIÓN	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Mantillo (mulch)	1.00	1.00	2.00	4.00	36.36	8.0
Materia orgánica	1.00	1.00	2.00	4.00	36.36	8.0
Erosión	1.00	1.00	1.00	3.00	27.27	6.0
Total				11.00	100.00	22.0

Fuente: MINAM, 2021



### CUADRO N° 9 Valores relativos de los indicadores de la condición del paisaje

	CONECTIVIDAD	QUEMA	AMENAZA	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Conectividad	1.00	0.33	0.33	1.66	12.78	2.9
Quema	3.00	1.00	0.33	4.33	33.33	7.7
Amenaza	3.00	3.00	1.00	7.00	53.89	12.4
Total				12.99	100.00	23.0

Fuente: MINAM, 2021

### 3) BOSQUE RELICTO MESOANDINO

### CUADRO N° 10 Valor relativo de los atributos del ecosistema

	INTEGRIDAD BIÓTICA	CONDICIÓN DEL SUELO	PAISAJE	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Integridad biótica	1.00	3.00	2.00	6.00	55.40	55.00
Condición del suelo	0.33	1.00	1.00	2.33	21.51	22.00
Paisaje	0.50	1.00	1.00	2.50	23.08	23.00
Total				10.83	100.00	100.00

Fuente: MINAM, 2021



## CUADRO N° 11 Valores relativos de los indicadores de la integridad biótica

	COBERTURA DECOPA	ÁREA BASAL	REGENERACIÓN NATURAL	COBERTURA DE PISO	TOCÓN	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Cobertura de copa	1.00	0.50	2.00	3.00	2.00	6.50	23.26	12.8
Área basal	2.00	1.00	2.00	4.00	3.00	9.00	32.21	17.7
Regeneración natural	1.00	0.33	1.00	4.00	4.00	6.33	22.66	12.5
Cobertura de piso	0.25	0.20	0.25	1.00	3.00	4.70	16.82	9.3
Tocón	0.50	0.33	0.25	0.33	1.00	1.41	5.05	2.8
Total						27.94	100.00	55.00

Fuente: MINAM, 2021

## CUADRO N° 12 Valores relativos de los indicadores de la condición del suelo

	MANTILLO (MULCH)	MATERIA ORGÁNICA	EROSIÓN	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Mantillo (mulch)	1.00	1.00	2.00	4.00	40.00	8.8
Materia orgánica	1.00	1.00	2.00	4.00	40.00	8.8
Erosión	0.50	0.50	1.00	2.00	20.00	4.4
Total				10.00	100.00	22.0

Fuente: MINAM, 2021

## CUADRO N° 13 Valores relativos de los indicadores de la condición del paisaje

	DEFORESTACIÓN	CONECTIVIDAD	AMENAZA	TOTAL	PESO (%)	VALOR RELATIVO
Deforestación	1.00	3.00	2.00	6.00	52.96	12.2
Conectividad	0.33	1.00	0.33	1.33	11.74	2.7
Amenaza	1.00	3.00	1.00	4.00	35.30	8.1
Total				11.33	100.00	23.0

Fuente: MINAM, 2021



### ANEXO N.º 3: Lista de especies arbóreas reportadas para los ecosistemas de bosque relicto

#### 1) ESPECIES ARBÓREAS REPORTADAS PARA EL BOSQUE RELICTO MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL

N.º	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
1	☛ Araliaceae	<i>Oreopanax andreanus</i>	maqui maqui
2	☛ Araliaceae	<i>Oreopanax eriocephalus</i>	
3	☛ Araliaceae	<i>Oreopanax raimondii</i>	
4	☛ Araliaceae	<i>Shefflera mathewsii</i>	
5	☛ Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	
6	☛ Arecaceae	<i>Ceroxylum parvifrons</i>	
7	☛ Aquifoliaceae	<i>Ilex karstenii</i> *	Shigia, yanarapra
8	☛ Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i>	
9	☛ Brunelliaceae	<i>Brunellia ovalifolia</i> *	Cedrillo
10	☛ Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> *	Olvido
11	☛ Clusiaceae	<i>Clusia elliptica</i> *	Lalush
12	☛ Clusiaceae	<i>Clusia alata</i>	
13	☛ Clusiaceae	<i>Clusia caracasana</i>	
14	☛ Cunoniaceae	<i>Weinmannia haenkeana</i> *	Panro
15	☛ Cunoniaceae	<i>Weinmannia elliptica</i> *	Chicher
16	☛ Cunoniaceae	<i>Weinmannia piurensis</i>	
17	☛ Cunoniaceae	<i>Weinmannia reticulata</i>	
18	☛ Cunoniaceae	<i>Weinmannia cimbifolia</i>	
19	☛ Cunoniaceae	<i>Weinmannia anticulata</i>	
20	☛ Cyatheaceae	<i>Cyathea lindeniana</i> *	Garagara grande
21	☛ Cyatheaceae	<i>Nephelea</i> sp.	
22	☛ Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> *	Shunque
23	☛ Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> *	Chachacoma
24	☛ Escalloniaceae	<i>Escallonia micrantha</i>	
24	☛ Escalloniaceae	<i>Escallonia micrantha</i>	
25	☛ Flacourtiaceae	<i>Xilosma cordatum</i>	
26	☛ Icacinaceae	<i>Citronella ilicifolia</i>	
27	☛ Icacinaceae	<i>Citronella micrantha</i>	
28	☛ Lauraceae	<i>Ocotea jumbillensis</i> *	Roble
29	☛ Lauraceae	<i>Ocotea amottiana</i>	Roble
30	☛ Lauraceae	<i>Persea corymbosa</i> *	Tictiquero, paltón
31	☛ Lauraceae	<i>Persea subcordata</i>	



N.º	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
32	Lauraceae	<i>Persea ferruginea</i>	Pumapara
33	Lauraceae	<i>Nectandra lineatifolia</i>	
34	Lauraceae	<i>Beilschmiedia sulcata</i>	Roble puma
35	Melastomataceae	<i>Axinaea nitida</i> *	Naranjillo
36	Melastomataceae	<i>Axinia oblongifolia</i>	
37	Melastomataceae	<i>Miconia neriifolia</i> *	Lengua de venado
38	Melastomataceae	<i>Miconia media</i> *	Palo amarillo
39	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	
40	Meliaceae	<i>Cedrela lilloi</i>	
41	Meliaceae	<i>Rugea glabra</i>	
42	Meliaceae	<i>Rugea hirsuta</i>	
43	Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> *	Laurel
44	Myrtaceae	<i>Myrcianthes myrsinoides</i>	Lanche
45	Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragans</i>	
46	Myrtaceae	<i>Eugenia mirobalana</i>	
47	Myrsinaceae	<i>Myrsine latifolia</i>	
48	Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia jeslkii</i> *	Llaravisca
49	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> *	Saucecillo
50	Primulaceae	<i>Myrsine pellucida</i> *	Tolmosh
51	Proteceae	<i>Oreocallis grandiflora</i> *	Cucharilla
52	Rosaceae	<i>Prunus rigida</i> *	Lay, layu
53	Rubiaceae	<i>Cinchona macrocalyx</i> *	Cascarilla
54	Rubiaceae	<i>Cinchona officinalis</i>	
55	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> *	NN
56	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum contumacense</i>	
57	Siparunaceae	<i>Siparuna tomentosa</i> *	Añasquero
58	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i>	
59	Theaceae	<i>Gordonia fruticosa</i> *	Lucmo
60	Viburnaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> *	Garrocha

Fuente: MINAM (2021); Llatas-Quiroz y López-Mesones (2005); Rasal-Sánchez (2012); Malaver (2017); Roncal (2017).

\* Especies registradas en la validación de campo.



## 2) ESPECIES DEL GÉNERO *POLYLEPIS* REPORTADAS PARA BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

N.º	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
1	Rosaceae	<i>Polylepis weberbaueri</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
2	Rosaceae	<i>Polylepis subsericans</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
3	Rosaceae	<i>Polylepis reticulata</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
4	Rosaceae	<i>Polylepis lanata</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
5	Rosaceae	<i>Polylepis flavipila</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
6	Rosaceae	<i>Polylepis pepeii</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
7	Rosaceae	<i>Polylepis microphylla</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
8	Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
9	Rosaceae	<i>Polylepis incana</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
10	Rosaceae	<i>Polylepis tomentella</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
11	Rosaceae	<i>Polylepis tarapacana</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
12	Rosaceae	<i>Polylepis triacontandra</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
13	Rosaceae	<i>Polylepis subtusalbida</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
14	Rosaceae	<i>Polylepis rugulosa</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
15	Rosaceae	<i>Polylepis incarun</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
16	Rosaceae	<i>Polylepis canoi</i> *	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
17	Rosaceae	<i>Polylepis pauta</i> *	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
18	Rosaceae	<i>Polylepis multijuga</i> *	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
19	Rosaceae	<i>Polylepis sericea</i>	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
20	Rosaceae	<i>Polylepis Rodolfo-vasquezii</i> *	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal
21	Rosaceae	<i>Polylepis argétea</i> *	Queñoa, quinual, queñoal, quenoal

Fuente: Mendoza (2012); Ames, Quispe, Zúñiga, Segovia y Kessler (2019)

\* Reportadas para los bosques relictos de la vertiente oriental influenciadas por la Yunga

### 3) OTRAS ESPECIES ARBÓREAS PRESENTES EN EL BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

N.º	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
1	Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>	karkash
2	Asteraceae	<i>Gynoxis caracensis</i>	Cotoquisuar
3	Asteraceae	<i>Gynoxis capituliparva</i>	Cotoquisuar
4	Asteraceae	<i>Gynoxis nitida</i>	Cotoquisuar
5	Melastomataceae	<i>Miconia latifolia</i>	Frutilla
6	Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i> *	Manzanita
7	Cunoniaceae	<i>Weimania cochensis</i> *	Culantrillo

Fuente: Ames, Quispe, Zúñiga, Segovia y Kessler (2019)

\* Reportadas para los bosques relictos de la vertiente oriental influenciadas por la Yunga

### 4) ESPECIES ARBÓREAS PRESENTES EN EL BOSQUE RELICTO MESOANDINO

N.º	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
1	Escalloniaceae	<i>Escallonia resinosa</i>	Chachacomo
2	Rosaceae	<i>Kageneckia lanceolata</i>	Lloque
3	Bignoniaceae	<i>Delostoma dentatun</i>	
4	Myrtaceae	<i>Myrcianthes quinqueloba</i>	Calatillo
5	Rosaceae	<i>Prunus rigida</i>	
6	Arealiaceae	<i>Oreopanax Oroyanus</i>	Calo
7	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Leche leche

Fuente: Beltrán (2018); MINAM (2011); Valencia y Frank (1980)



## ANEXO N.º 4: Fichas de evaluación de campo

### 1) FICHAS PARA EL BOSQUE RELICTO MONTANO OCCIDENTAL

ECOSISTEMA			LUGAR	DISTRITO			PROVINCIA	DEPTO.
FECHA/HORA			ALTITUD					
COORDENADAS			PARCELA N.º					
ARBOL N.º	ESPECIE		DAP 1 (cm)	DAP 2 (cm)	TOCÓN Nº	MANTILLO (cm)	SO (CÓDIGO)	OBSERV.
	Nombre vulgar	Nombre científico						
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

DAP: diámetro a la altura del pecho (1.30 m del suelo)  
 SO: suelo orgánico

Observación: presencia de caminos, etc.

Fuente: MINAM, 2021





### 3) FICHAS PARA EL BOSQUE RELICTO MONTANO OCCIDENTAL

ECOSISTEMA			LUGAR	DISTRITO			PROVINCIA	DEPTO.
FECHA/HORA								
COORDENADAS			ALTITUD					
PARCELA N.º								
ARBOL N.º/ RAMAS	ESPECIES ARBÓREAS		DAP1 (cm)	DAP2 (cm)	DC1 (m)	DC2 (m)	TOCÓN Nº	ESPECIES ARBUSTIVAS
	Nombre vulgar	Nombre científico						
1								
2								
3								
4								
5								

DAP: diámetro a la altura del pecho (1.30 m del suelo)  
 DC: diámetro de copa

Observaciones en general:

Fuente: MINAM, 2021

#### 4) FICHA COMPLEMENTARIA PARA EL BOSQUE RELICTO ALTOANDINO Y MESOANDINO

ECOSISTEMA				
FECHA/HORA				
LUGAR	DISTRITO		PROVINCIA/DEPTO.	
COORDENADAS			ALTITUD	
ALTITUD				
PARCELA N.º	MANTILLO (cm)	SUELO (CÓDIGO)	COBERTURA DEL SUELO (%)	REGENERACIÓN NATURAL (Nº)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Observaciones:

- ☛ Tipo de erosión
- ☛ Actividad ganadera
- ☛ Presencia de caminos

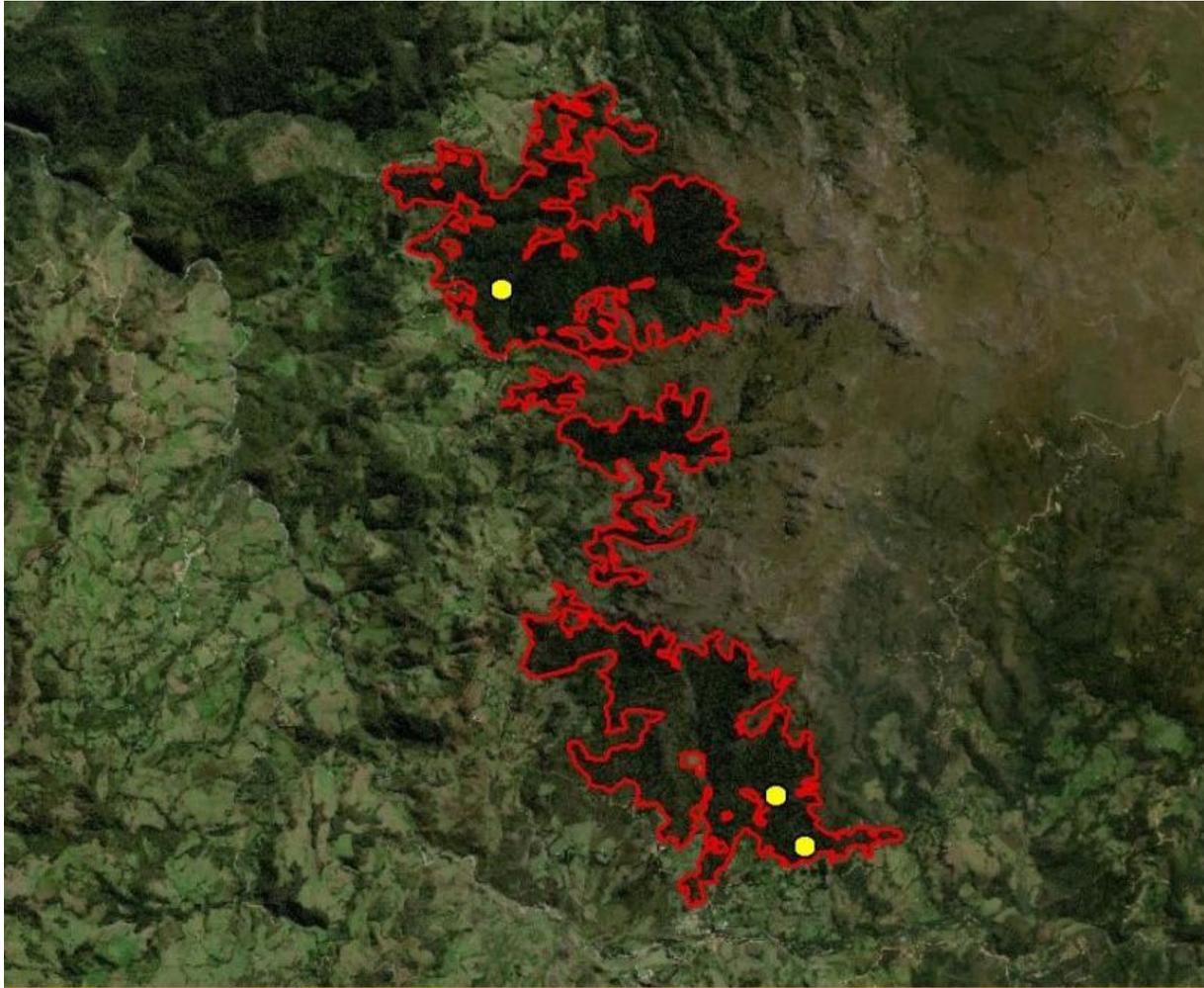
Fuente: MINAM, 2021





## ANEXO N.º 5: Cálculo del valor ecológico de las parcelas validadas

### 1) BOSQUE RELICTO MONTANO DE VERTIENTE OCCIDENTAL



FIGURANº1

## UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE EVALUACIÓN

- **LUGAR DE LA EVALUACIÓN:**

Cuenca alta del río Zaña

Anexo Taulis Calquis, distrito Catache, provincia Santa Cruz,  
departamento Cajamarca



- **COORDENADAS:**

PARCELAS	ALTITUD (m)	X	Y
1	2989	721712	9237077
2	2951	723397	9233944
3	2906	723578	9233631

- **CÁLCULO DEL VALOR DE LOS INDICADORES:**

PARCELAS	NÚMERO DE ESPECIES	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> )	PROFUNDIDAD DEL MANTILLO (cm)	% MATERIA ORGÁNICA	NÚMERO DE TOCONES
1	19	7.88	15.53	17.85	0.00
2	17	8.97	15.83	23.26	0.00
3	18	7.79	20.00	20.01	0.00
Promedio	18	8.21	17.12	20.37	0.00

- **COBERTURA AÉREA:** 95 %
- **DEFORESTACIÓN:** 2.5 %
- **CONECTIVIDAD:** Alta
- **GEODINÁMICA EXTERNA:** 0 %
- **AMENAZA:** Alta

Luego de aplicar la escala de puntaje de valores relativos de los indicadores del bosque (cuadro n.º 10), se obtuvo el valor ecológico del área validada, tal como se muestra a continuación:



ATRIBUTOS	INDICADORES	VALOR DE REFERENCIA	VALOR CALCULADO	VALOR RELATIVO MÁXIMO	VALOR RELATIVO CALCULADO
Florística (15)	<b>Riqueza (n.º de especies):</b>				
	☛ Árboles, palmeras y helechos	20.0	18.0	18.0	18.0
Integridad biótica (42)	☛ Cobertura aérea (%)	95.0	95.0	18.0	18.0
	☛ Área basal (m <sup>2</sup> /0.25 ha)	8.0	8.2	19.0	19.0
	☛ Tocón (%)	< 5.0	0.0	6.0	6.0
Condición del suelo (19)	☛ Mantillo (cm)	15.0	17.1	7.0	7.0
	☛ Materia orgánica (%)	15.0	20.4	4.0	4.0
Paisaje (24)	☛ Deforestación (%)	< 2.0	2.5	11.0	5.5
	☛ Conectividad	Alta	Alta	3.0	3.0
	☛ Geodinámica externa (%)	< 5.0	0.0	5.0	5.0
	☛ Amenaza	Baja	Alta	9.0	0.0
Total				100.0	85.5
Valor ecológico				Muy bueno	Muy bueno



## 2) BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

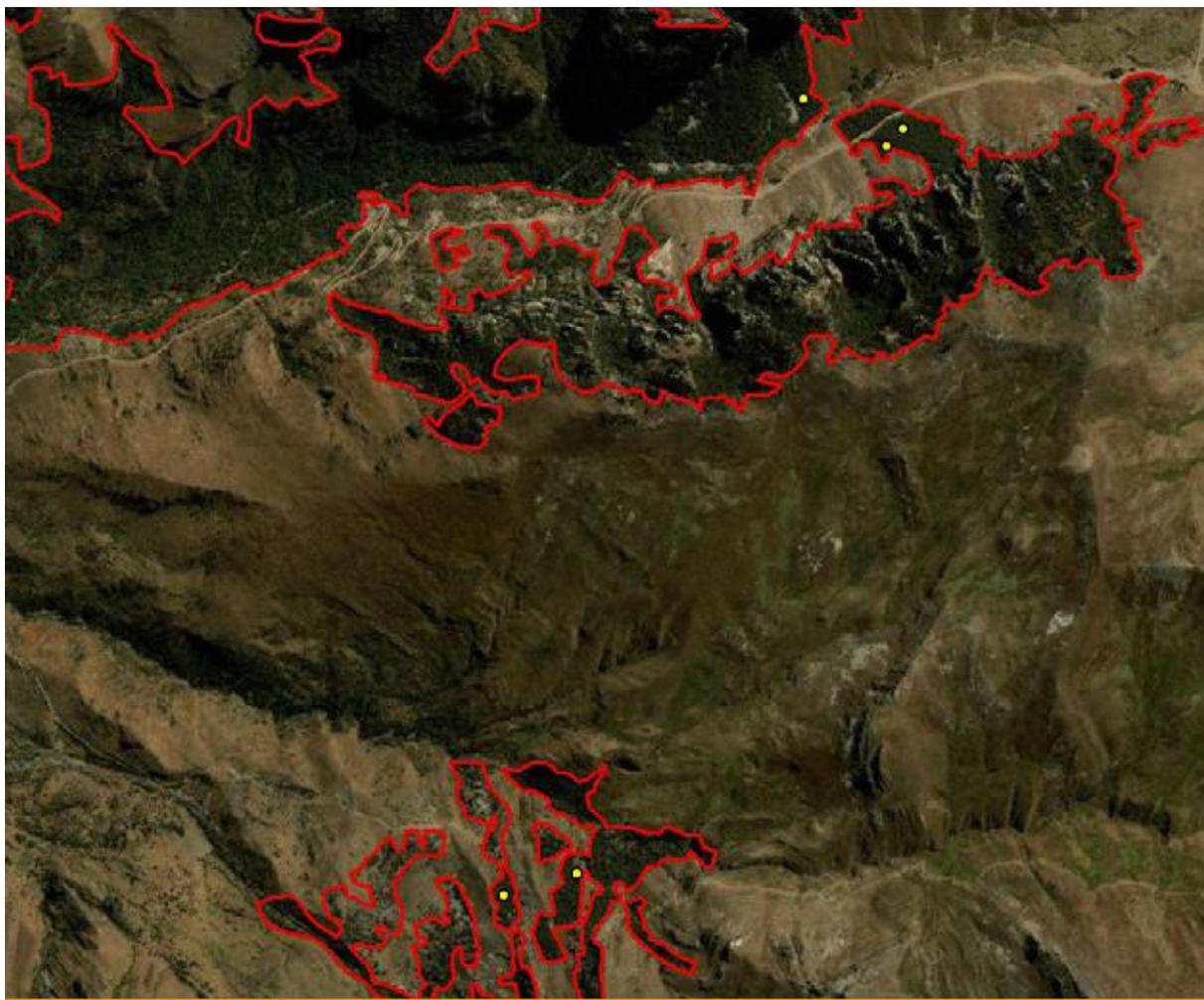


FIGURA N° 2

## UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE EVALUACIÓN

- **LUGAR DE LA EVALUACIÓN:**

Cuenca alta del río Mosna

Anexo Chalhuayaco, distrito Chavín de Huántar, provincia Huari, departamento Ancash.



• **COORDENADAS:**

PARCELAS	ALTITUD (m)	ESTE	NORTE
1	4241	268066	8936028
2	4219	268100	8936065
3	4196	267890	8936126
4	4247	267444	8934479
5	4252	267292	8934433

• **CÁLCULO DEL VALOR DE LOS INDICADORES:**

PARCELA N.º	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> )	REGENERACIÓN NATURAL (N.º)	HEMIPARÁSITA (N.º)	COBERTURA DE PISO (%)	TOCÓN (%)	MANTILLO (CM)	% MO	EROSIÓN
1	0.98	14	1	30.63	2	17.50	36.24	Leve
2	1.09	22	2	71.78	5	13.00	39.75	Leve
3	1.00	25	6	88.75	0	25.00	38.13	Leve
4	1.65	0.00	0	67.50	4	18.50	44.08	Leve
5	1.50	0.00	2	41.25	0	15.00	-	Leve
Promedio	1.24	12.2	2.2	60.00	2.2	17.80	39.55	Leve

- **REGENERACIÓN NATURAL** : 21.9 % (12. 2 individuos respecto al número de árboles promedio (55.6))
- **COBERTURA AÉREA** : 85 %
- **CONECTIVIDAD** : Media
- **QUEMA** : 0 %
- **AMENAZA** : Media

Luego se ha seguido el mismo procedimiento como para el bosque montano de vertiente occidental, aplicando la escala de pesos del cuadro n.º 11, se obtuvo los siguientes resultados:

ATRIBUTOS	INDICADORES	VALOR DE REFERENCIA	VALOR CALCULADO	VALOR RELATIVO MÁXIMO	VALOR RELATIVO CALCULADO
Integridad biótica (62)	☛ Cobertura de copa (%)	80.0	85.0	13.0	13.0
	☛ Área basal (m <sup>2</sup> /0.04 ha)	1.00	1.2	16.0	16.0
	☛ Regeneración natural (%)	25.0	12.2	10.0	6.0
	☛ Plantas hemiparásitas (%)	< 5.0	2.2	3.0	3.0
	☛ Cobertura de piso (%)	60.0	60.0	8.0	8.0
	☛ Tocón (n°)	< 5.0	2.2	5.0	5.0
Condición del suelo (25)	☛ Mantillo (cm)	10.0	17.8	8.0	8.0
	☛ Materia orgánica (%)	25.0	39.5	8.0	8.0
	☛ Erosión	Nula	Leve	6.0	3.0
Paisaje (13)	☛ Conectividad	Alta	Media	3.0	1.5
	☛ Quema (%)	< 2.0	0.0	8.0	8.0
	☛ Amenaza	Baja	Media	12	6.0
Total				100.0	85.5
Valor ecológico				Muy bueno	Muy bueno





### 3) BOSQUE RELICTO MESOANDINO



FIGURA N°2

## UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE EVALUACIÓN

- **LUGAR DE EVALUACIÓN:**

Cuenca alta del río Cañete

Distritos Huantán y Vitis, provincia Yauyos, departamento Lima

- **COORDENADAS:**

PARCELAS	ALTITUD (M)	X	Y
1	3170	412714	8641636
2	3259	412744	8641710
3	2873	409084	8624921

• **CÁLCULO DEL VALOR DE LOS INDICADORES:**

PARCELA N.º	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> )	REGENERACIÓN NATURAL (N.º)	COBERTURA AÉREA (%)	COBERTURA DE PISO (%)	TOCÓN (%)	MANTILLO (CM)	% MO	EROSIÓN
1	0.49	3	27.16	42.5	0.0	1	8.38	Moderada
2	0.27	5	27.88	75.0	0.0	2	8.79	Moderada
3	0.17	5	24.57	80.0	0.0	2	6.69	Moderada
Promedio	0.31	4.3	26.54	65.83	0.0	1.7	7.95	Moderada

- **REGENERACIÓN NATURAL** : 21.5 % (4.3 individuos respecto al número de árboles promedio (20.0))
- **DEFORESTACIÓN** : 0 %
- **AMENAZA** : Media

Luego se ha seguido el mismo procedimiento como para los bosques anteriormente evaluados, aplicando la escala de pesos de los valores relativos de los indicadores del cuadro n.º 12, se obtuvo los siguientes resultados:

ATRIBUTOS	INDICADORES	VALOR DE REFERENCIA	VALOR CALCULADO	VALOR RELATIVO MÁXIMO	VALOR RELATIVO CALCULADO
Integridad biótica (46)	☛ Cobertura de copa (%)	50.0	26.5	13.0	4.5
	☛ Área basal (m <sup>2</sup> /0.04 ha)	0.3	0.3	18.0	20.0
	☛ Regeneración natural (%)	25.0	21.5	12.0	8.0
	☛ Cobertura de piso (%)	60	65.8	9.0	8.0
	☛ Tocón (%)	< 5	0.0	3.0	5.0
Condición del suelo (31)	☛ Mantillo (cm)	2.0	1.7	9.0	6.0
	☛ Materia orgánica (%)	5.0	7.9	9.0	9.0
	☛ Erosión	Nula	Moderado	4.0	1.5
Paisaje (15)	☛ Deforestación (%)	< 5.0	0.0	12.0	12.0
	☛ Conectividad	Alta	Baja	3.0	0.0
	☛ Amenaza	Baja	Media	8.0	4.0
Total				100.0	78.0
Valor ecológico				Muy bueno	Bueno



Vista del bosque relicto mesoandino.

Foto: MINAM



Tronco y ramas retorcidas del árbol de *Polylepis* sp. "queñoal", especie representativa del bosque relicto altoandino.

Foto: MINAM





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Ministerio del Ambiente  
Av. Antonio Miroquesada 425  
Magdalena del Mar, Lima - Perú  
(511) 611 - 6000  
[www.gob.pe/minam](http://www.gob.pe/minam)

Con el apoyo de:



Canada



Imperial College  
London

