



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

GUÍA DE EVALUACIÓN

DEL ESTADO DEL

ECOSISTEMA

PÁRAMO







PERÚ

Ministerio
del Ambiente



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



GUÍA DE EVALUACIÓN

DEL ESTADO DEL

ECOSISTEMA

PÁRAMO





GUÍA DE EVALUACIÓN

DEL ESTADO DEL
ECOSISTEMA

PÁRAMO

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

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú
n.º 2023-02710

Primera edición, marzo 2023

Diseño y diagramación: www.digitalworldperu.com

Este documento fue elaborado con el apoyo del Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica, de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Gobierno de Canadá, liderado por Forest Trends junto a sus socios Condesan, Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, EcoDecisión y el Imperial College London.

Las opiniones expresadas aquí son las del autor y no reflejan necesariamente las opiniones de USAID 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
- ▶ Fidel Angel Torres Guevara (Colaborador)

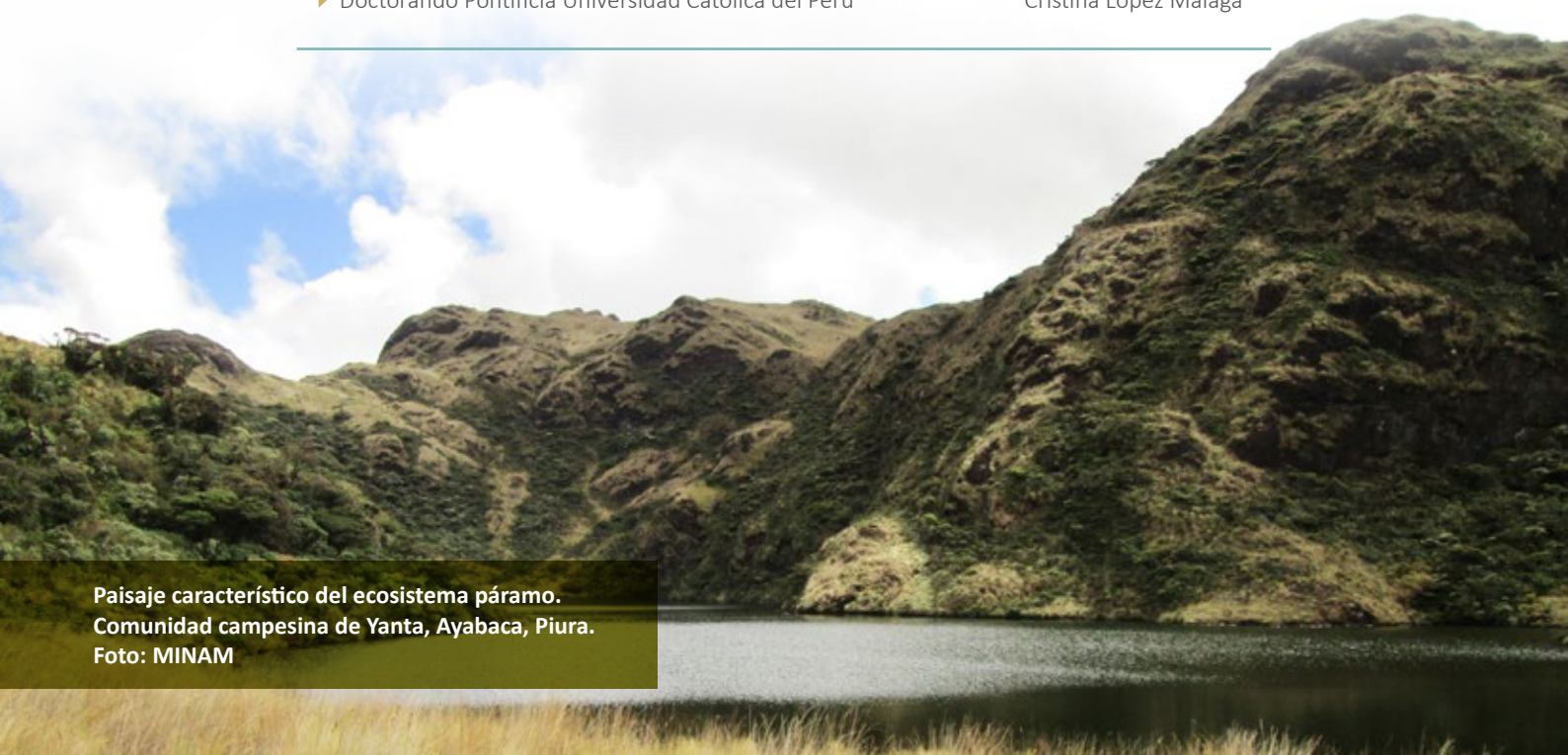
EcoDecisión

- ▶ Margaret Stern

AGRADECIMIENTO:

- ▶ Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chira-Piura
- ▶ Cooperativa de Servicios de los Páramos de Piura
- ▶ Complejo Escolar “Virgen de las Mercedes” de Huancabamba
- ▶ Central Peruana de Servicios
- ▶ Instituto de Montaña
- ▶ Centro de Ornitología y Biodiversidad- CORBIDI
- ▶ Pontificia Universidad Católica del Perú
- ▶ Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina
- ▶ Fondo para la Protección del Agua
- ▶ Imperial College London
- ▶ Corporación para la investigación, capacitación y apoyo técnico para el manejo sustentable de los ecosistemas tropicales- ECOPAR
- ▶ Doctorando Pontificia Universidad Católica del Perú

Carlos Calle Saldarriaga
David Gálvez Paucar
Mario Pintado Naira
Elsa Fung Sánchez
Jorge Recharte
Cecilia Turin
Mónica Maldonado
Ana Sabogal
Luis Llambi
Mayanin Rodriguez
Silvia Salgado
Raúl Galeas
Boris Ochoa
Robert Hofstede
Cristina López Malaga



Paisaje característico del ecosistema páramo.
Comunidad campesina de Yanta, Ayabaca, Piura.
Foto: MINAM

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	9
II.	OBJETIVO	10
III.	ALCANCE	10
IV.	BASE LEGAL	11
V.	MARCO CONCEPTUAL	14
5.1.	Ecosistema páramo	15
5.2.	Procesos ecológicos en el páramo	20
5.3.	Servicios ecosistémicos que provee el páramo	24
a)	Servicios de provisión	24
b)	Servicios de regulación	26
c)	Servicios de soporte	28
d)	Servicios culturales	29
5.4.	Principales amenazas al páramo	30
5.5.	Degradación del páramo	31
5.6.	Integridad del páramo	31
5.7.	Condición ecológica	31
5.8.	Índice de integridad biológica (IIB)	32
5.9.	Estado de referencia	33
5.10.	Métodos de evaluación ecológica rápida	33
5.11.	Resiliencia y resistencia	34
5.12.	Atributos del ecosistema páramo	34
5.13.	Indicadores del estado del ecosistema páramo	37

Pendientes abruptas en el ecosistema páramo en Ayabaca, Piura.
Foto: MINAM



VI. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ECOSISTEMA PÁRAMO 43

6.1. Consideraciones metodológicas generales	44
6.1.1. Personal de campo, materiales e instrumentos	44
6.1.2. Atributos e indicadores	46
6.1.3. Valores relativos de atributos e indicadores	47
6.1.4. Puntaje de indicadores en función al rango de los valores de referencia	49
6.2. Proceso metodológico	54
6.2.1. PASO 1: Identificación y delimitación de la zona de interés a evaluar	55
6.2.2. PASO 2: Cálculo y distribución del número de las unidades muestrales.	58
6.2.3. PASO 3: Medición de indicadores en campo	61
6.2.4. PASO 4: Comparación de valores de referencia y la unidad muestral (UM) evaluada para la determinación de puntajes	70
6.2.5. PASO 5: Cálculo del valor ecológico	75

VII. REFERENCIAS 75

VIII. ANEXOS 87

Anexo 1. Métricas de estimación del valor relativo de los atributos e indicadores, para estimar el valor ecológico de un ecosistema de páramo	88
Anexo 2. Validación de comparación de valores referenciales con la unidad muestral (UM) para cálculo del valor ecológico	96
Ejemplo: Validación de campo del cálculo del valor ecológico del páramo por comparación de valores referenciales (óptimos) con valores de campo en las Unidades Muestrales (UM)	
Anexo 3. Relación de especies de los páramos de Ayabaca y Huancabamba	98
Anexo 4. Hoja de registro de campo	101
Anexo 5. Análisis de suelo de páramos	103
Anexo 6. Mediciones en los páramos de Huancabamba y Ayabaca	104

IX. GLOSARIO 115






Páramo como reserva de recursos hídricos
Foto: MINAM



I. INTRODUCCIÓN

La Guía de Evaluación del Estado del Ecosistema de Páramo se estructura en concordancia con la metodología establecida en la Guía complementaria para la compensación ambiental: Ecosistemas Altoandinos, aprobada con Resolución Ministerial n.º 183-2016-MINAM, que establece la metodología de cálculo del valor ecológico de un determinado sitio, aplicable a ecosistemas altoandinos (pajonal, tolar y césped de puna).



El estado de conservación del ecosistema de páramo, será calculado a través de un sistema de calificación de indicadores relacionados a cuatro atributos: 1) Florística del sitio; 2) Estabilidad del suelo, 3) Integridad biótica y 4) Alteraciones en el paisaje. Su desarrollo toma como base las guías elaboradas y publicadas por la Dirección General de Ordenamiento Territorial y de la Gestión Integrada de los Recursos Naturales (DGOTGIRN), considerando la revisión de literatura que permitió describir y seleccionar los atributos e indicadores para evaluar el estado del ecosistema de páramo.

Los páramos son ecosistemas altoandinos, generalmente dominados por gramíneas y otras especies arbustivas y herbáceas, de gran importancia cultural, ambiental, social y económica. Son ecosistemas frágiles por la alta y constante presión a la que están expuestos. En el Perú, los páramos están restringidos a un territorio menor en el norte del Perú, pero su capacidad de provisión de servicio ambiental hídrico es fundamental para las cuencas Chira, Piura y Huancabamba de los departamentos de Piura, Cajamarca y Lambayeque.

El principio que orienta esta guía, es que sea una herramienta técnica utilizable por los investigadores y formuladores de proyectos de entidades públicas y privadas para promover las iniciativas de recuperación y/o conservación de páramos, pero que también pueda ser aplicada por los usuarios directos de este ecosistema, como los agentes productivos y entidades educativas directamente interesadas en el manejo sostenible de este ecosistema.

II.

OBJETIVO



Describir y orientar el proceso de evaluación y estimación del estado del ecosistema páramo, a partir de la aplicación de un conjunto de indicadores evaluados en campo.



III.

ALCANCE



La presente guía, como herramienta está orientada para su uso por los agentes productivos, organizaciones comunales, gobiernos regionales y locales, y demás entidades públicas y privadas que promueven y desarrollan acciones de conservación y/o recuperación del ecosistema páramo, y sus servicios ecosistémicos. Entendiendo que los páramos constituyen el ecosistema estratégico en la provisión del servicio ambiental hídrico.



IV.

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 Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales.
- ▶ **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.° 1432**, que modifica el D. L. n.° 1252 INVIERTE.PE
- ▶ **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 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.° 019-2009-MINAM**, que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- ▶ **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.° 23-2021-MINAM**, que aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030.
- ▶ **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.





Mediciones para evaluar el estado del ecosistema páramo.
Foto: MINAM

V.

MARCO CONCEPTUAL

Presión y amenaza por actividad agrícola en los páramos de Ayabaca, Piura.
Foto: MINAM

5.1

ECOSISTEMA PÁRAMO



El ecosistema de páramo andino sudamericano se distribuye desde las cordilleras de Venezuela, Colombia y Ecuador, hasta la depresión de Huancabamba en el Perú. Con un paisaje dominado por vegetación herbácea y arbustiva con lluvias estacionales y lloviznas persistentes a lo largo de todo el año y fluctuaciones diarias marcadas de temperatura. Mientras que en los páramos con relieve de meseta los suelos pueden ser profundos, saturados e hidromórficos; en los páramos de laderas los suelos son más o menos superficiales, especialmente en zonas cercanas a las cumbres, como los que predominan en el norte del Perú. Las formaciones vegetativas del páramo corresponden a herbazales entremezclados con arbustos, ambas de 0,5 a 1,0 m de altura, que presenta endemismos y una relativamente alta riqueza de especies de flora (MINAM, 2015; 2016).

Cuesta (2014) identifica cuatro subunidades definidas por la fisonomía, estructura y vegetación de los páramos: (1) subpáramo arbustivo, (2) páramo herbáceo o pajonal, (3) superpáramo y (4) parches de bosques generalmente monotípicos de *Polylepis*, *Gynoxys* o *Buddleja*, aparentemente remanentes de una extensión histórica mucho mayor de los bosques altoandinos.

Según el Mapa de Cobertura Vegetal de Piura (Otivo, J. 2010) el PÁRAMO ANDINO DEL NORTE PERUANO está representado por tres tipos de comunidades vegetales:

- ▶ **El pajonal de páramo**
(19 933 ha)
- ▶ **El arbustal de páramo**
(8855 ha)
- ▶ **El pajonal con arbustos**
(31 400 ha)



De estos tres, el de mayor dominancia es el pajonal con arbustos, lo cual es confirmado por el Instituto de Montaña en un mapeo realizado el año 2010 (ver figura n.º 1) y por Sánchez (2009, 2012), quien es el botánico peruano que ha estudiado más las jalcas de Cajamarca junto a Sagástesgui (2009), y establecieron ciertas diferencias entre páramos y jalcas. El estudio de Mapeo del Ecosistema Páramo (2010) de Instituto de Montaña refiere como páramos a partir de 3000 m s.n.m. y en Cajamarca desde los 2900 m s.n.m., ambos hasta los 4000 m s.n.m. que abarca al pajonal herbáceo y el pajonal arbustivo coincidente con lo expuesto por Otivo.

De acuerdo con el *Mapa Nacional de Ecosistemas* del MINAM, la jalca es un ecosistema climáticamente transicional entre la elevada humedad de los páramos y la menor humedad de la puna húmeda, orográficamente, la jalca es un paisaje continuo a diferencia de la discontinuidad de los páramos. A pesar que la fisonomía de la vegetación del páramo y jalca es similar y florísticamente comparten especies vegetales, cada uno también tiene especies endémicas. Son especies endémicas del páramo *Hypericum laricifolium*, *Brachyotum* sp., *Pernettya prostrata* y *Podocarpus oelifolius*; géneros *Huperzia*, *Licopodium*, *Jamesonia*, *Niphidium* y *Losphosaria*.



Gramíneas como *Paspalum bonplandianum* y *Neurolepis aristata*, además de especies de los géneros *Calamagrostis*, *Agrostis*, *Stipa*, que son acompañadas por pteridofitas como *Blechnum loxaceae*, típica de los páramos. Mientras que son endémicas de la jalca *Licopodium giganteum*, *Ascidogine sanchez-vegae*, *Calceolaria caespitosa*, *Calceolaria percaespitosa*, *Chuquoiraga oblinguifolia* y *Belloa plicatifolia* (Sánchez, I.2012; MINAM, 2016a).



Los páramos de los andes de Piura distribuidos entre los 3 000 a 3 700 m.s.n.m., representan 66 300 hectáreas (More *et al.* 2013), de las cuales se calcula que aún quedan en condición relativamente prístina 46 184 hectáreas (Instituto de Montaña. 2010; Recharte, J. y F. Torres. 2016).

Constituyen las nacientes de cuenca de los ríos Quiroz, Piura, Huancabamba y Chinchipe, que suministran agua a tres departamentos del norte peruano



Piura



Lambayeque



Cajamarca

En el departamento de Piura, el río Quiroz suministra agua al reservorio de San Lorenzo, que irriga 40 000 ha, en la provincia de Piura; mientras que el río Piura irriga 26 000 ha de las provincias de Morropón y Huancabamba; el Huancabamba abastecerá al futuro Proyecto Alto Piura de 50 000 ha y suministra agua al actual reservorio de Olmos para irrigar 38 000 ha, en la provincia de Olmos del departamento de Lambayeque; y el Chinchipe que irriga 15 000 ha de agricultura orgánica de exportación y ganadería de la provincia San Ignacio del departamento de Cajamarca (Gonzales *et al.* 2005; Gobierno Regional Piura-PEIHAP, 2015; Torres, F. 2015; MINAGRI, Autoridad Nacional del Agua-ANA, 2017).



Ambientalmente, los criterios más elementales para la caracterización del páramo se refieren a:



La altitud
(3 000 a 4 500 m s. n. m.)



Bajas temperaturas
no nivales



Alta nubosidad



Persistentes
precipitaciones
durante el año



Paisaje dominado por vegetación
herbácea y arbustiva.



En **Colombia**, el páramo abarca una superficie de **14 087 km²**, (Llamb & Cuesta 2014)



en **Ecuador** **13 933 km²** (Llamb & Cuesta 2014)



en **Venezuela** **2 405 km²** (Llamb & Cuesta 2014) y



829 km² en Perú (MINAM, 2018), el cual incluye los 660 km² en Piura (Instituto de Montaña, 2010)

Adicionalmente, la capacidad del páramo para brindar su servicio ambiental hídrico está fuertemente asociada al ecosistema bosque de neblina, que se encuentra en el piso altitudinal inferior entre los 1 800 y 2 900 m s. n. m. (Gonzales *et al.* 2005).

El páramo es un ecosistema especialmente proveedor de agua (De Bièvre *et al.* 2006) por lo que la región andina (donde se distribuyen) depende casi

exclusivamente del suministro de agua que retienen e infiltran. Ciudades grandes e importantes como Bogotá o Quito, se abastecen de aguas reguladas por los páramos. En el caso del norte peruano, la dependencia por la provisión de agua de los páramos adquiere niveles extremos debido a que las llanuras de sus cuencas (Huancabamba, Chira y Piura) son zonas semiáridas donde se concentran las mayores ciudades de la costa y los complejos agroindustriales orientados a la exportación de los departamentos de Piura y Lambayeque.

De otra parte, como componente de un territorio, los páramos constituyen un aspecto fundamental de la cultura paisajística, alimenticia y de salud de las sociedades de su entorno (Torres *et al.* 2017: 101), que además en los últimos años han enriquecido sus conocimientos tradicionales con el fin de valorizar tanto a las especies como a los conocimientos tradicionales que de ellas poseen, determinando especies que a la luz de investigaciones científicas poseen valores significativos de sustancias bioactivas con actividad antioxidante, antimicrobiana, anticancerígena, antiinflamatoria e inmunopotenciadora como: *Myrcianthes myrsinoides*, *Bejaria resinosa*, *Acaena ovalifolia*, *Cuphea ciliata*, *Muehlenbeckia hastulata*. Ventajas que son oportunidades para la agricultura familiar del territorio de páramos por la demanda nacional de la medicina complementaria y de productos naturales saludables con valor agregado. Esta potencialidad incrementa el valor de la conservación del ecosistema al posicionarlo como territorio de salud y eslabón primario de las cadenas de ciencia e innovación de una economía basada en el aprovechamiento y conservación de su diversidad vegetal (Torres *et al.* 2020).



Trabajo de campo para evaluar el ecosistema páramo.
Foto: MINAM

5.2

PROCESOS ECOLÓGICOS EN EL PÁRAMO



Los páramos muestran varios factores que hacen que sea claramente un espacio excedentario en agua:



Temperaturas promedio

mínimas de **2,0 a 3,9 °C** y máximas de **14 a 18 °C**,



Precipitación anual

entre **1 200 a 2 000 mm** con extremos de hasta **3 000 mm**, y



Baja evapotranspiración

entre **1,0 a 1,5 mm/día** generado por una vegetación de pastizales de carácter xerófito (que consume poca agua); (De Bièvre *et al.* 2006).

Sus condiciones climáticas extremas también inducen a su vegetación a adaptarse mediante mecanismos bioquímicos de síntesis de metabolitos secundarios, llamados también productos naturales (flavonoides, taninos, antocianinas, polifenoles) que resultan ser beneficiosas para la salud humana como plantas medicinales (Torres y Ganoza, 2017) y frutales (*Gaultheria reticulata*, *Gaultheria bracteata*, *Vaccinium floribundum*, *Vaccinium crenatum*, *Hesperomeles obtusifolia*) (Torres, F. *et al.* 2019). La diversidad vegetal del páramo representa una gran utilidad para las poblaciones que se desarrollan en su entorno.

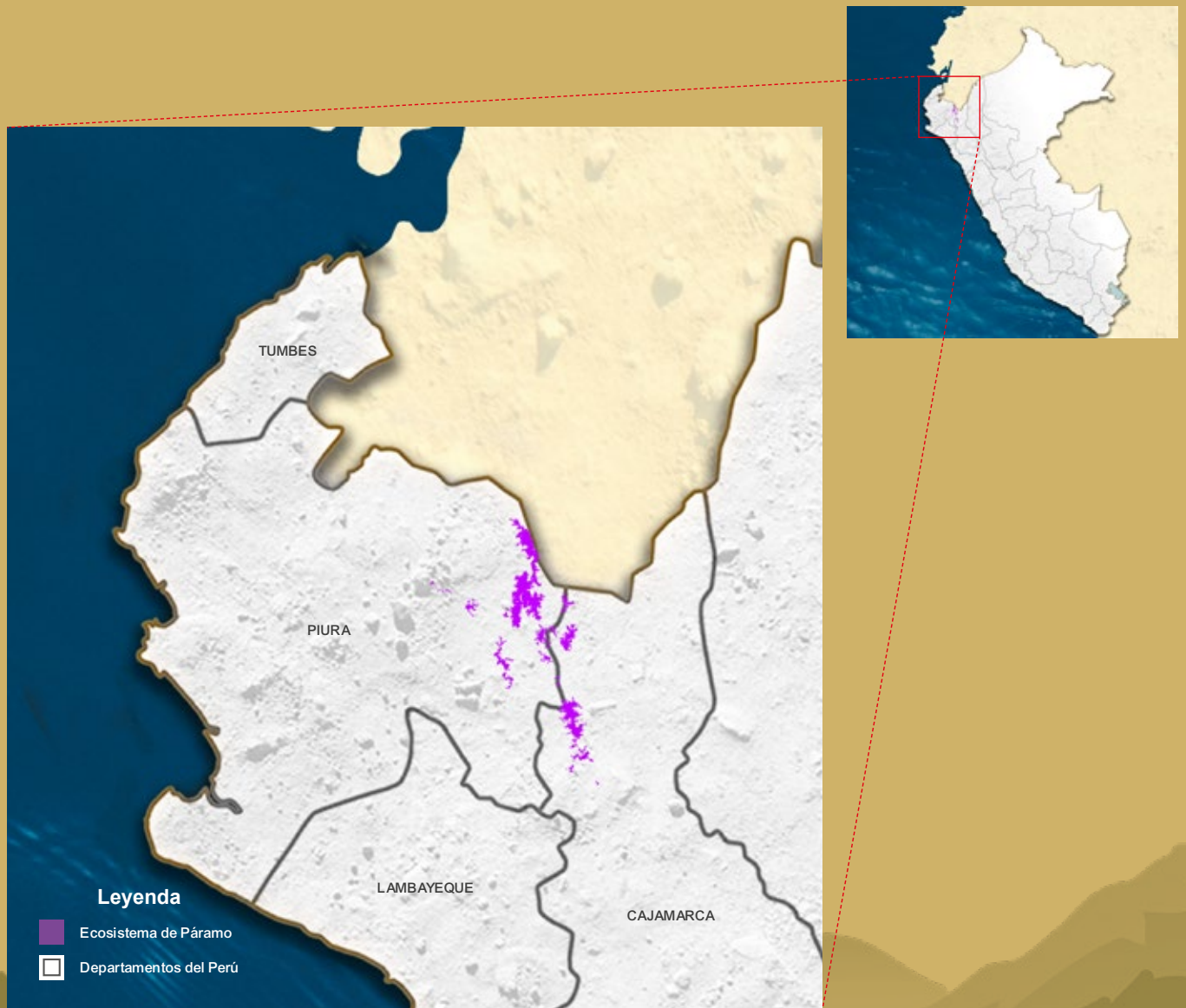
Por el rol hidrológico que cumple, las investigaciones de su capacidad de provisión de agua se orientan principalmente a determinar la relación entre las coberturas del páramo y la hidrología, en las cuales se estudian los procesos de transferencia de agua entre el suelo, la vegetación y la atmósfera (Tobón, 2008). Si bien, existen avances en el monitoreo hidrológico de este ecosistema como las cuencas pares en Piura de la Iniciativa Regional de Monitoreo Hidrológico de Ecosistemas Andinos (iMHEA), el factor más relevante, común y operativo para estimar y conservar la provisión de su servicio ambiental hídrico, lo representa su cobertura vegetal, la superficie que ocupa, los tipos y subtipos de vegetación, sus características, estado de conservación y ubicación dentro del contexto analizado. La acción protectora y de retención de suelos de la cobertura vegetal depende de su naturaleza, por lo que en el valor de este índice de cobertura vegetal es posible diferenciar distintos grados de protección hidrológica. En la cuenca Catamayo-Chira (Ecuador-Perú), el tipo de vegetación más eficaz para la prestación del servicio ambiental hídrico es la de tipo arbórea, multiestratificada y nativa tanto por la acción amortiguadora que ejercen sus copas como por la profundidad que alcanzan sus raíces. Dentro de esta vegetación, adquieren mayor importancia el bosque nublado y el ecosistema páramo. Es en el suelo de los páramos que el agua se almacena para luego ser distribuida, capacidad que depende de la cobertura vegetal que la protege (Gonzales *et al.* 2005).



Zona de neblina en páramos de Canchaque, Huancabamba, Piura.
Foto: MINAM

FIGURA n.º 1

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DEL ECOSISTEMA PÁRAMO





Páramos de Huancabamba – Las Chinguelas
(3 000 – 3 600 m.s.n.m.)
Fotos: MINAM

Contrariamente a lo que sucede en los bosques tropicales, la mayor cantidad de carbono en los páramos no se concentra en la vegetación, debido a que su biomasa no es exuberante, sino que se concentra en el suelo. La magnitud de almacenamiento de carbono de los páramos se asemeja mucho a la de los bofedales y supera en gran medida a otros ecosistemas tropicales (More *et al.* 2013).

La materia orgánica que almacenan representa un factor crucial en la retención y almacenamiento de agua, por ello su degradación por actividades de expansión agrícola o quemas afectan su función de regulación hidrológica y mucho más si se trata de actividades mineras de gran escala (More *et al.* 2013).



Zona de neblina en páramos de Pacaipampa, Ayabaca, Piura.
Foto: MINAM



Páramos de Ayabaca – Pacaipampa
(3 000- 3 700 m s. n. m.)
Fotos: MINAM

5.3

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS QUE PROVEE EL PÁRAMO



A) SERVICIOS DE PROVISIÓN



Agua

El páramo representa la principal fuente de provisión de agua de las cuencas de los flancos de la cordillera andina tropical cercana al Ecuador. En el Perú, abastece agua para la vida y agroindustria de cuatro cuencas (Chira, Piura, Huancabamba y Chinchipe) en tres departamentos (Piura, Lambayeque y Cajamarca) del norte peruano. Este servicio ecosistémico está fuertemente determinado por los suelos y tipo de vegetación. Considerando solo el caso de la cuenca binacional Catamayo - Chira (Ecuador-Perú), la segunda formación vegetal de importancia para la provisión del servicio ambiental hídrico que conforma la denominada Área Proveedora del Servicio Ambiental Hídrico (APSAH) es la vegetación de páramo con 23 090,55 ha (28,57 %) distribuida en las subcuencas Catamayo, Macará y Quiroz, esta última, con un porcentaje mayor de 85 % (Gonzales *et al.* 2005).



Productos Naturales: plantas alimenticias y medicinales

En sentido amplio, un producto natural está formado por todos los compuestos de la Naturaleza. En sentido más restrictivo un producto natural sólo es un metabolito secundario. Son compuestos producidos por la vegetación para adaptarse mediante mecanismos bioquímicos de síntesis de metabolitos secundarios, llamados también productos naturales (flavonoides, taninos, antocianinas, polifenoles) que resultan ser beneficiosos para la salud humana, como por ejemplo, las plantas medicinales (Gutiérrez et al. 2009).

La Depresión de Huancabamba representa una configuración geológica única en los andes centrales y genera una gran diversidad vegetal endémica en el páramo, convirtiéndolos en genocentros de diversidad de importancia continental y global (Emck et al. 2006).

Plantas medicinales:



Se registran veinte especies herbáceas y arbustivas con altos contenidos de flavonoides, taninos, antocianinas y polifenoles que les dan carácter medicinal (Torres, *et al.* 2019).

Alimentos (frutales nativos):



Cinco especies arbustivas son frutales nativos con elevados contenidos de sustancias bioactivas antioxidantes que son consumidos en la nutrición local. (Torres *et al.*, 2017).

B) SERVICIOS DE REGULACIÓN



Almacén de carbono orgánico en suelo

El ecosistema páramo contiene reservas importantes de carbono orgánico en suelo (Sevink *et al.* 2014). Esta característica se explica por las condiciones ambientales de bajas temperaturas que retardan los procesos de descomposición, un nivel alto de precipitación y las condiciones de alta nubosidad que reduce la evapotranspiración. El carbono en los suelos de páramos es transportado y almacenado en el subsuelo de modo que se han registrado niveles que pueden exceder las 600 toneladas de carbón por hectárea (Sevink *et al.* 2014). En términos de importancia en las reservas de carbono en el suelo de los páramos; estimaciones moderadas consideran que a lo largo de los andes tropicales, este ecosistema puede almacenar al menos 1.6 Gt de carbono en aproximadamente en 35 km² (More *et al.* 2013).



Protección del suelo

El ecosistema páramo brinda un conjunto de servicios vinculados a la protección del suelo, reduciendo el riesgo de erosión por lluvias. Mantener una buena proporción de cubierta vegetal permite que por fricción la velocidad del agua vaya disminuyendo. La gran cantidad de materia orgánica que tiene valores máximos de 63 % y mínimos de 14 %, constituye una de las características de los suelos del páramo que favorecen la retención de agua; pero a la vez muestran valores extremos de acidez con pH de 4,0 a 4,8.



Control de escorrentía

Los arbustos ejercen una acción importante, en muchos casos la reducción de la escorrentía superficial se debe a su alta densidad y a sus potentes sistemas radiculares que son de gran importancia para frenar la escorrentía superficial. En sitios afectados por incendios, los arbustos registrados como muertos, en la siguiente estación vuelven a rebrotar mostrando que este tipo de alteración afecta su biomasa aérea pero no su persistencia en el sistema (Garavito 2015; Kröpf *et al.*, 2019)

Los suelos del páramo permiten la lenta filtración del agua, reteniendo sedimentos, un servicio que es posible por los suelos de textura franco y franco arenoso que le dan gran capacidad de infiltración a las precipitaciones estacionales y aquellas persistentes distribuidas durante todo el año (Tobón 2008).



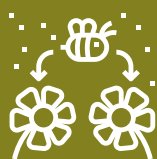
Regulación hídrica

Los páramos constituyen las nacientes de cuenca de grandes ríos que aportan a los sistemas reguladores (represas de Poechos, San Lorenzo y Olmos) que sostienen a la agroindustria del norte del país (Gobierno Regional de Piura, 2015; ANA, 2017).



Regulación del clima

Al nivel local, la vegetación de páramos está asociada al suministro de agua del gran complejo de lagunas que moderan la temperatura de su entorno e influyen en las condiciones de viento y precipitación en las zonas del entorno de los páramos.



Polinización

Servicio de vital importancia que permite la reproducción de las plantas y el intercambio genético.

Vale mencionar que los registros históricos de polen, nos permiten saber que existían plantas típicas de los páramos, mucho antes de la llegada de los seres humanos a Sudamérica.

C) SERVICIOS DE SOPORTE



Refugio de *Fauna* *Endémica*

Numerosas especies de plantas de las familias Bromeliácea, como las achupallas, y Ericáceae, como los mortiños, son un soporte alimenticio para los osos de anteojos, una especie endémica a los andes tropicales, catalogada como vulnerable en la Lista Roja de la UICN (Rojas 2012; UICN, 2018). De igual manera esta función de soporte permite la dispersión de semillas de especies frutales y otras con estructuras alimenticias como la “achupalla” ayudan a la dispersión de semillas por mamíferos mayores como el oso de anteojos y otros menores como vizcachas, ardillas y venados.



Mantenimiento del ciclo de nutrientes

El ciclo que mejor se conoce es el de carbono.

Los suelos del páramo tienen un alto contenido de materia orgánica y por lo tanto una alta capacidad para retener agua y nutrientes, para que las plantas puedan crecer, reproducirse y completar su ciclo de vida.

D) SERVICIOS CULTURALES



Paisaje ecoturístico

El paisaje del páramo, asociado al bosque de neblina que tiene que atravesarse para llegar a él y el atractivo de las lagunas, confiere a los páramos un gran potencial para el ecoturismo. Los páramos, representan una nueva alternativa de ruta turística en la sierra de Piura, distinta al turismo etnomedicinal concentrado en Huancabamba. El ecoturismo y el turismo rural comunitario tienen como escenario los territorios de páramo en los que sus organizaciones sociales están desarrollando capacidades y competencias para ampliar su oferta de bienes y servicios como fuentes complementarias de ingresos familiares.



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.

5.4

PRINCIPALES AMENAZAS AL PÁRAMO



Las principales amenazas a las que se enfrenta el páramo incluyen:



Crecimiento poblacional

Este proceso induce a la expansión de la frontera agropecuaria, asociada a la producción extensiva de alimentos para el autoconsumo y comercialización en el contexto de la conexión desventajosa de las comunidades del páramo a las economías regional y nacional.



Cambio climático

Las alteraciones del clima generan condiciones para la introducción de cultivos, proceso que en décadas anteriores estaba limitado porque el clima era una barrera limitante. El resultado es que la existencia de condiciones ambientales favorables a actividades productivas extensivas representan una amenaza que el cambio climático ha activado.



Explotación minera

Una de las principales amenazas a este ecosistema es la pretensión de la explotación minera a gran escala ya que en el subsuelo de estos territorios y de otros adyacentes (bosques de neblina y bosque montano) se encuentran grandes complejos mineralizados.



5.5

DEGRADACIÓN DEL PÁRAMO



En su condición de islas continentales, los páramos poseen una reducida área en relación con otros ecosistemas andinos, lo que los hace particularmente vulnerables a la intervención humana. En las experiencias colombianas y ecuatorianas los recientes avances en la generación de conocimiento del ecosistema, limita aún estimaciones precisas de degradación (Morales-Betancourt *et al.* 2006; Llambi *et al.* 2012). En los páramos del Perú, esta estimación se registra como percepciones de procesos degradativos por pastoreo y quemas, pero insuficientes para un diagnóstico real.

5.6

INTEGRIDAD DEL PÁRAMO



La integridad del páramo en el Perú se verifica en las 90 000 ha estimadas aproximadamente para este ecosistema, aproximadamente 60 000 ha se distribuyen en Piura y 46 000 ha se mantienen un estado biofísico completo y sin daño significativo, en los que sus componentes bióticos y abióticos, así como las interacciones que ocurren entre ellos, aún se mantienen debido a que las condiciones extremas de clima y desfavorables de relieve para la agricultura han limitado la expansión de estas actividades humanas (More *et al.* 2013; Instituto de Montaña, 2010).

5.7

CONDICIÓN ECOLÓGICA



El ecosistema páramo es uno de los principales contribuyentes a la biodiversidad y endemismo de la región andina tropical, estimándose que 40 % de las especies de plantas vasculares del páramo y de la jalca son endémicas (referencias en Sevink *et al.* 2014). La condición ecológica actual de los páramos se expresa en su capacidad de brindar agua a cuatro cuencas del norte del Perú y una biodiversidad que en calidad y cantidad en la misma superficie es aún superior al ecosistema jalca, el más cercano y similar en el norte del Perú.

5.8

ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIOLÓGICA (IIB)



La capacidad de apoyar y mantener una comunidad equilibrada, integrada y adaptativa de organismos que tienen una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable a la del hábitat natural de la región. Es a partir de la información suministrada por estos análisis, que los IIB miden la proporción en la cual la biota se ha desviado de un estado poco o nada intervenido por los humanos o desde un sistema menos alterado. Por lo tanto, las actividades humanas se convierten en un elemento importante del proceso de medición, lo que abre nuevas perspectivas para el análisis de integridad en los ecosistemas naturales (Bolívar-García *et al.* 2017).



5.9

ESTADO DE REFERENCIA



Un sitio de referencia sirve de modelo para planear un proyecto de restauración y más adelante, para su evaluación. Es un sitio representativo del ecosistema original en el mejor estado posible de conservación, ubicado dentro de la zona ecológica de interés (SER.2004; Aguilar-Garavito *et al.* 2015).



Vista Panorámica desde los páramos de Pacaipampa, Ayabaca, Piura.
Foto: MINAM

5.10

MÉTODOS DE EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA



La metodología de evaluación ecológica rápida (EER), es una caracterización rápida de tipos de vegetación, flora y fauna en un área específica. Genera información para dirigir los esfuerzos de planificación para la conservación y contribuir a los inventarios nacionales de la biodiversidad. Las EER combaten la falta de información disponible acerca de la biodiversidad mediante la producción preliminar, integral y espacialmente explícita sobre distribuciones de especies y tipos de vegetación. Permite establecer una prioridad de conservación, apoyando la toma de decisiones sobre la protección, el uso y la explotación de los recursos naturales (Gaytán-Oyarzun, 2012).

Son características de una EER (Sayre *et al.* 2000):

- ▶ **Rapidez.** Desde la planificación inicial hasta la publicación final del informe. Completar una EER con rapidez ayuda tanto a reducir costos como a producir información útil antes de que el área de estudio se altere.
- ▶ **Planificación y capacitación.** Ahorra tiempo y dinero y la capacitación asegura la consistencia de la información.
- ▶ **Evaluaciones a nivel de terreno.** Las EER caracterizan la biodiversidad en dos niveles, el nivel tipo de vegetación y a nivel de especie.
- ▶ **Apoyo de sistemas informáticos.** Potencian la información rápida registrada.
- ▶ **Uso de documentación científica.** Los métodos de clasificación, muestreo e inventario se han desarrollado y refinado para ayudar en la ejecución de evaluaciones rápidas.
- ▶ **Formación de capacidad institucional y redes de socios.** El fomento de relaciones de cooperación entre socios mejora la capacidad local y su institucionalización.

5.11

RESILIENCIA Y RESISTENCIA



RESILIENCIA

También definida como la elasticidad de la capacidad que tienen las especies de los ecosistemas y/o comunidades para retornar a su estado original después de la ocurrencia de un cambio debido a perturbaciones naturales o por actividades humanas. El valor del concepto de “resiliencia” es importante para entender los diferentes procesos de perturbación de los recursos naturales. En las estrategias de conservación de ecosistemas, la resiliencia se enfoca en minimizar los impactos biológicos de las perturbaciones y aumentar su capacidad de recuperación (Cuevas-Reyess, 2010).

RESISTENCIA


La capacidad de permanecer inalterado ante una modificación del medio se define como resistencia (Loret, 2012).

5.12

ATRIBUTOS DEL ECOSISTEMA PÁRAMO



Se definen como atributos de un ecosistema a los componentes fundamentales que informan de la capacidad de cumplir con sus funciones ecológicas clave y expresan su estado de conservación, lo cual es medido a través de sus indicadores (MINAM, 2016; 2019).

A close-up photograph of a paramo flower, showing vibrant red and orange tubular blossoms with yellow centers, surrounded by green foliage. The background is a soft-focus view of a mountain landscape under a clear blue sky.

Especie de flora del Páramo.
Foto: MINAM

Los ATRIBUTOS
propuestos de los
PÁRAMOS son:

1.

Florística de sitio

Representa la cantidad y calidad de la vegetación de un ecosistema y revela su capacidad adaptativa y de resiliencia en la medida que las plantas constituyen la base de la cadena alimenticia, comprende dos indicadores:

- a. **Riqueza de especies:** como el número total o diversidad de especies presentes en un determinado lugar y
- b. **Composición florística;** como el aporte cuantitativo de cada especie distribuida en el espacio.

En el caso del ecosistema páramo, se refleja la contribución de los diferentes grupos funcionales, gramíneas y graminoides, plantas herbáceas, y arbustos, a los procesos ecológicos. Especialmente tienen un rol fundamental en su contribución al servicio ambiental hídrico. Es la diversidad y la capacidad adaptativa de algunas especies de plantas lo que permite tener mayores opciones de respuesta a los cambios climáticos. Debido a ello, existe una relación positiva entre el grado de diversidad y la estabilidad del ecosistema (MINAM, 2015).

Evaluación en campo de los atributos
del ecosistema páramo.
Foto: MINAM

2.

Estabilidad del suelo



Implica cuatro indicadores:

- a. Área de cobertura vegetativa,
- b. Área de suelo desnudo,
- c. Cantidad de suelo superficial perdida y
- d. Perfil de materia orgánica en el horizonte superficial del suelo.

Estos indicadores reflejan el nivel de exposición a la pérdida de nutrientes que es importante evitar para mantener la función hidrológica del ecosistema. La estabilidad del suelo está relacionada con la capacidad del ecosistema páramo de mantener condiciones estables de retención y distribución de agua a la cuenca.

3.

Integridad biótica



Revela la capacidad del área para mantener los procesos ecológicos claves como ciclo de nutrientes, captura de energía, productividad, y regulación del ciclo hídrico. El desempeño de este atributo se calcula en base a cuatro indicadores:

- a. Altura de plantas dominantes,
- b. Cantidad de biomasa aérea,
- c. Perfil de mantillo superficial y
- d. Presencia de plantas exóticas.

4.

Alteración del paisaje



Los impactos sobre ecosistemas que provocan fragmentación del paisaje reducen los hábitats disponibles para las distintas especies. La biodiversidad se expresa en tres niveles: genes, especies y ecosistemas o paisajes, siendo los atributos fundamentales de este último, su composición, estructura y función. Complementariamente al análisis de la biodiversidad a través del paisaje, el estudio de la vegetación puede resultar útil como herramienta de gestión ambiental, dado que informa sobre las características del paisaje (o tipo de ecosistema), de su madurez en términos de su sucesión ecológica, del grado de intervención antrópica y de la capacidad de albergar fauna nativa. El paisaje reporta dominancia de ecosistemas, la conectividad estructural entre los ecosistemas y el valor ambiental de sus ecosistemas (De La Barrera *et al.* 2011).

5.13

INDICADORES DEL ESTADO DEL ECOSISTEMA PÁRAMO



Los indicadores elegidos para una guía de este tipo, se basa en la calificación del estado de conservación de los ecosistemas de páramos sobre la base de los siguientes criterios:



- ▶ Existe suficiente evidencia científica para soportar la relación ecológica y funcional entre el indicador y su respectivo atributo.
- ▶ El significado ecológico del atributo es fácil de ser comunicado interculturalmente a los agentes locales interesados en evaluar periódicamente el estado del ecosistema.
- ▶ Son relativamente estables en ausencia de perturbaciones ambientales significativas y son generalizados en el ecosistema de páramo en el norte de Perú.
- ▶ Son medibles en manera consistente utilizando equipos simples de bajo costo.



A) INDICADORES DE FLORÍSTICA DEL SITIO:



Riqueza

La riqueza de la flora se expresa a través del número total de especies presentes en un determinado lugar o dentro de una comunidad (Llambi, *et al.* 2014). Se expresa a través de la lista de especies reportadas a partir del inventario de todas las unidades muestrales levantadas en campo. La lista de especies debe ser reportada para cada tipo de vegetación, clasificada por forma de vida y, de manera general, para toda el área evaluada. Este parámetro permite cuantificar las especies de plantas presentes en el páramo, como un aporte florístico para determinar el grado de conservación del área e identificar las especies de plantas que podrían ser afectadas por el cambio de uso hacia actividades productivas (MINAM, 2015).



Composición florística

Los estudios de composición florística permiten conocer las especies presentes en distintos hábitats de un área geográfica, su distribución y fisonomía (Escobar, 2013). Indica el aporte cuantitativo de cada especie distribuida en el espacio a la función del ecosistema. En los páramos, las funciones de mayor interés son relacionadas a los servicios ecosistémicos hídricos, como una mayor capacidad de captación de lluvia e infiltración de agua al suelo, y la protección al suelo que evita su erosión al protegerlo de la desecación por radiación directa y arrastre por el viento.

B) INDICADORES DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO



Cobertura vegetal

El área de cobertura del suelo está positivamente correlacionada con el grado de protección que brinda la vegetación contra el potencial erosivo de la lluvia cuando esta impacta directamente sobre el suelo y la erosión por viento. A mayor cobertura las posibilidades de formación de costras de líquenes y musgos es un factor determinante del grado de estabilidad de la superficie del suelo, resistencia a la erosión y disponibilidad de nutrientes. A menor cobertura existe mayor posibilidad de destrucción de la estructura del suelo por impacto directo de la lluvia y viento sobre la superficie del suelo.



Suelo desnudo superficial

Una mayor superficie de suelo cubierto por mantillo, roca, musgos, líquenes, o residuos vegetales está correlacionado con la regulación de escorrentía, menor grado de erosión y con la mayor tasa de infiltración. El efecto de este indicador sobre la estabilidad del sitio depende del tamaño de espacios vacíos existentes en el dosel de la cobertura vegetal, de modo que espacios vacíos amplios tienen un mayor efecto sobre las funciones ecológicas que espacios pequeños.



Densidad aparente

La densidad aparente (DA) es importante para evaluar la calidad de un suelo, como indicador de la estructura, la resistencia mecánica al enraizamiento y la cohesión del mismo. Los cambios en la DA reflejan cambios en la estructura del suelo, debido a la relación existente entre DA y la porosidad total. La DA está afectada por las partículas sólidas y por los espacios porosos, los que a su vez están determinados por el contenido de materia orgánica (Salamanca *et al.*, 2005; Rubio, 2010).



Materia orgánica en el horizonte superficial

La materia orgánica acumulada en el horizonte superficial refleja la historia y manejo reciente del área, así como el potencial del sitio para proveer nutrientes al ecosistema y brindar condiciones adecuadas para el desarrollo de la vegetación y el funcionamiento del sistema hidrológico. Sin embargo; aunque los valores de materia orgánica en los páramos son muy altos, cuando se registra acidez extrema representa una seria limitante otras poblaciones vegetales (Torres, 2019).

C) INDICADORES DE INTEGRIDAD BIÓTICA:



Altura del dosel de plantas importantes

Este parámetro refleja el vigor de las plantas y el potencial del sitio para sostener un crecimiento adecuado de las plantas. Existe una relación entre la altura de planta y la longitud del sistema radicular y a la vez un suelo con suficientes nutrientes para dar soporte a la estructura vegetal y a la vez una mayor acumulación de materia orgánica en él. Raíces profundas y bien ramificadas están asociadas con una buena aireación, grado de porosidad y retención de humedad a lo largo del perfil del suelo (Ansaloni, 2018).



Cantidad de biomasa aérea

Expresa la capacidad productiva del sitio y el grado en que este es capaz de capturar energía, almacenarla y transferir nutrientes a las cadenas alimenticias del páramo, expresada como productividad primaria neta, es el principal descriptor integrador del funcionamiento de los ecosistemas. Su acumulación ofrece protección a la desecación y su descomposición asegura el retorno de nutrientes al sistema suelo (Cabello *et al.*, 2015).



Cantidad de mantillo

La cantidad de mantillo expresa la cantidad de materia orgánica disponible producto de la descomposición y reciclaje de nutrientes. El nivel de este indicador por unidad de área muestra también la capacidad del sistema para mantener el adecuado funcionamiento de la cadena de detritus y pastoreo. A mayores niveles de este indicador mayor infiltración y capacidad para regular el abastecimiento de agua al complejo suelo planta y provisión del servicio ambiental hídrico de las cuencas (León, 2012).

D) INDICADORES DE ALTERACIÓN DEL PAISAJE:



Origen

Refiere a si la perturbación del paisaje se debe a causas naturales, antrópicas o al concurso de ambas. Periodos prolongados de sequía generan que la materia orgánica acumulada se convierta en combustible que puede hacer ignición por reacciones químicas o físicas naturales. Como acción antrópica se registra como más frecuentes la creencia de la quema para inducir lluvias y la pérdida de control de quemas para la ampliación de áreas agrícolas por o de nuevas áreas de pastoreo. También, se registra la combinación de ambos factores que intensifica la perturbación (Aguirre *et al.*, 2013).



Intensidad

Refiere a si la perturbación es de alta intensidad con daños irreversibles como los que ocasiona la minería a tajo abierto o la apertura de carreteras. De moderada intensidad con posibilidades de recuperación como la ganadería de pastoreo extensivo o quemas, y de baja intensidad por la extracción de plantas medicinales (*Op Cit*).



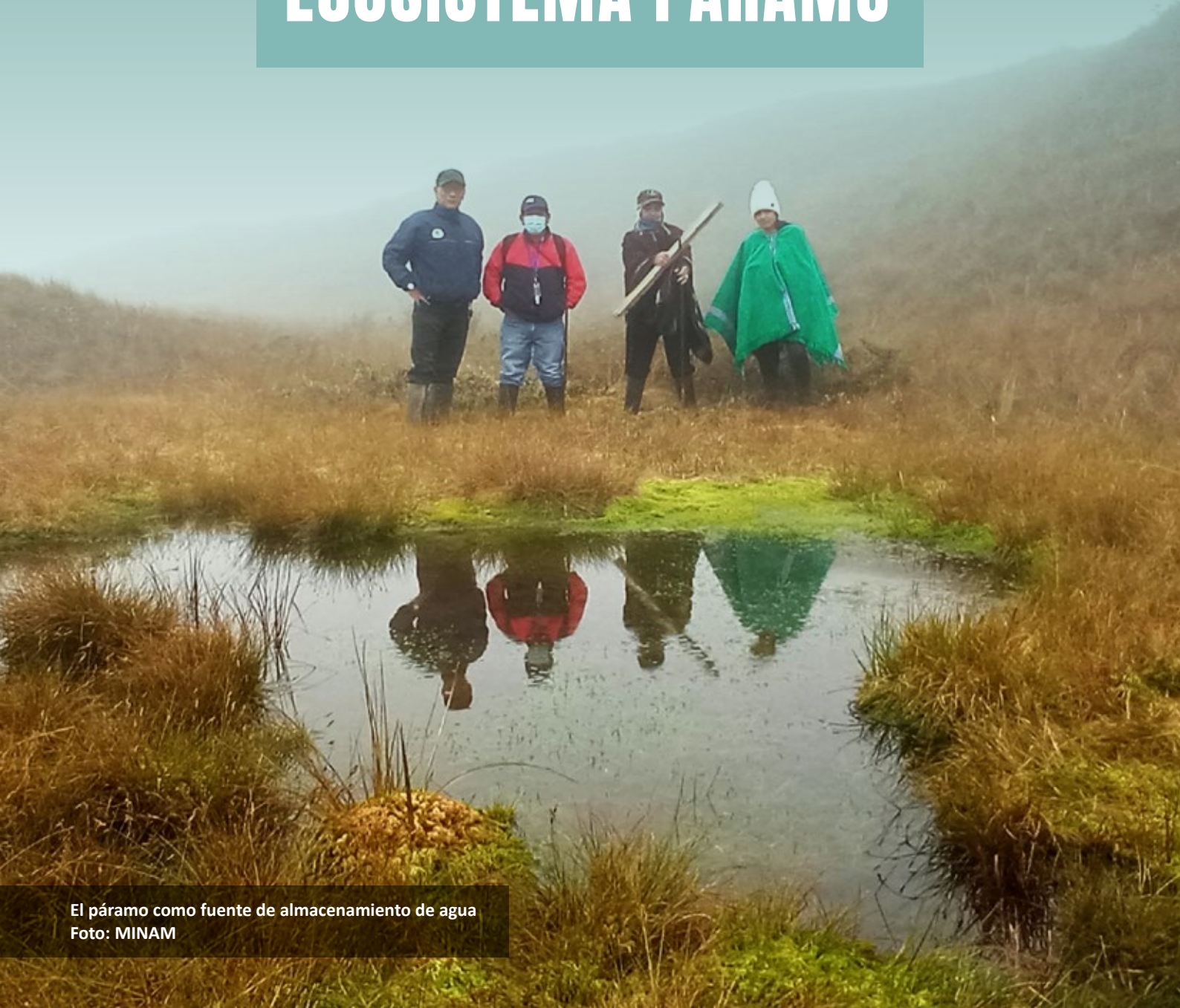
Magnitud

Refiere a la dimensión de la perturbación en relación con el tamaño del territorio del páramo a partir de lo cual se planifican y diseñan los alcances, estrategias y acciones, según periodos de tiempo, desde las perturbaciones a nivel local hasta las regionales (*Op Cit*).

Ecosistema con alta presencia de cuerpos de agua.
Páramos en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe.
Foto: Municipalidad Provincial de San Ignacio

VI.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ECOSISTEMA PÁRAMO



El páramo como fuente de almacenamiento de agua
Foto: MINAM

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, MATERIALES E INSTRUMENTOS

Para evaluar el estado del ecosistema páramo, el equipo de trabajo debe estar conformado como mínimo, por el siguiente personal:

- ▶ **Profesional responsable de la brigada:** encargado de conducir el grupo de trabajo, capacitado en el uso de la Guía de evaluación, y dirige el planeamiento, la metodología, procedimiento de registro, procesamiento de la información, y el trabajo de campo y gabinete.
- ▶ **Profesional 1:** profesional con conocimiento de las especies, registro de la cobertura vegetal, medición de indicadores en las parcelas de muestreo y procesamiento de información.
- ▶ **Profesional 2:** profesional encargado de la elaboración de mapas para el desarrollo del trabajo de campo, ubicación geográfica de parcelas con GPS, delimitación de parcelas, toma de fotos, entre otros.
- ▶ **Apoyo:** Comunero(a) conocedor(a) de especies de flora, fauna y de las áreas de páramos apropiadas para realizar la evaluación.

A continuación, se hace referencia a los instrumentos y materiales a considerar para la evaluación del estado de los ecosistemas.

CUADRO n.º 1

INSTRUMENTOS Y MATERIALES

EQUIPOS Y MATERIALES	INSTRUMENTOS
 Cinta métrica 100 m	 Cámara fotográfica
 Cinta métrica 5 m	 Navegador GPS
 Marco de madera 1 m ²	 Brújula
 Barreta	 Laptop
 Machete	
 Balanza digital de mano	
 Bolsas plásticas	
 Bolsas plásticas 27 x 28 cm con cierre hermético.	
 Cuaderno de registro	
 Lápices	
 Marcadores indelebles	
 Etiquetas	
 Imágenes satelitales	



6.1.2 ATRIBUTOS E INDICADORES

La estimación de los atributos del páramo considerados como clave, que a su vez son medidos a través de indicadores, permite evaluar la condición ecológica del ecosistema. Los atributos propuestos para el páramo son: florística, estabilidad de suelo, integridad biótica y alteración del paisaje. Para medir a cada uno, se le ha asignado los siguientes indicadores (cuadro n.º 2).

CUADRO n.º 2

ATRIBUTOS E INDICADORES

ATRIBUTOS DEL ECOSISTEMA	INDICADORES
Florística del sitio	Riqueza (n.º)
	Composición florística (%)
Estabilidad de suelo	Cobertura (%)
	Suelo desnudo superficial (%)
	Densidad aparente (g/cm ³)
	Materia orgánica horizonte superficial (cm)
Integridad biótica	Altura de plantas importantes (m)
	Cantidad biomasa aérea (kg/m ²)
	Cantidad de mantillo (cm)
	Especies exóticas (%)
Alteración del paisaje	Origen
	Intensidad
	Magnitud

Estos indicadores deben cumplir el propósito de facilitar y mantener el rigor necesario para una cuantificación confiable:



- ▶ Su medición en campo debe ser sencilla.
- ▶ Deben ser valores directos que representan fácilmente la realidad.
- ▶ Sensibles para detectar las variaciones del ecosistema.
- ▶ Facilitan la predicción del cambio.
- ▶ Representan una condición definida del ecosistema.

6.1.3 VALORES RELATIVOS DE ATRIBUTOS E INDICADORES

Valores relativos de los atributos

Es necesario definir el peso específico o valor relativo de cada atributo ante los demás para establecer su nivel de importancia o contribución a la valoración del ecosistema. Para ello, se compara entre pares tanto a los atributos, como a sus indicadores, a fin de establecer niveles de importancia en cada nivel y dentro de cada uno. Considerando la fuerte interrelación de dependencia recíproca entre la florística del sitio, estabilidad del suelo y la integridad biótica en que estos factores se afectan el uno al otro en magnitud equivalente es que se asigna iguales pesos específicos como valores relativos. Cada atributo es crítico en su influencia sobre el otro en el equilibrio del ecosistema.

La vegetación, en composición y riqueza es la expresión de la adaptación de la vida a las condiciones abióticas de un ambiente y a la vez modificadora de él (Sánchez, 2012). La evaluación del estado de un ecosistema es la estimación del estado del equilibrio que lo caracteriza. Este equilibrio se expresa como la intensa interacción entre sus componentes principales que actúan como factores limitantes entre ellos.

Un ecosistema se activa por la fijación de energía solar, y adquiere un paisaje singular y función característica según el tipo y abundancia de su vegetación. La máxima capacidad del ecosistema tiene una expresión notable en la eficiencia de su vegetación para la fijación de energía como materia vegetal

o producción de biomasa bajo las condiciones ambientales que la limitan y a las cuales se ha adaptado; que también se registra como productividad primaria. Pero el tipo de especies y su eficiencia para producir están condicionadas por la naturaleza del suelo, la disponibilidad de minerales, compuestos orgánicos, textura y estructura según su origen. Existen intensas correlaciones entre la biomasa vegetal, la diversidad de especies, la diversidad funcional y la estabilidad de los suelos, que además es un proceso complejo cuyo aprendizaje será consecuencia de las continuas modificaciones que se integren como resultado de evaluaciones permanentes (Shi-kui Dong *et al.* 2019; Pérez-Ramos *et al.* 2017; Chmolowska *et al.* 2016; García *et al.* 2016; Billings, 1977). El impacto del cambio ambiental en ecosistemas como los páramos, gira en torno a la oferta y calidad del recurso hídrico, su capacidad productora y reguladora del agua en las cuencas, que depende del tipo de vegetación y su capacidad productiva con la que le da capacidad para retener humedad e incorporarla al suelo, y las características del suelo que sostiene a esa diversidad (Franco-Vidal, *et al.* 2010).

CUADRO n.º 3

VALOR RELATIVO DE LOS INDICADORES DE LOS CUATRO ATRIBUTOS DEL PÁRAMO

ATRIBUTO	INDICADOR	VALOR RELATIVO (%)
Florística del sitio 30 %	Riqueza n.º	15
	Composición Florística (%)	15
Estabilidad de suelo 30 %	Cobertura aérea (%)	10
	Suelo desnudo superficial (%)	8
	Densidad aparente (g/cm³)	8
	Materia orgánica horizonte superficial (cm)	4
Integridad biótica 30 %	Altura planta (m)	10
	Cantidad de biomasa aérea (kg/m²)	11
	Mantillo (cm)	7
	Especies exóticas (%)	2
Alteración del paisaje 10 %	Intensidad	5
	Magnitud	2.5
	Origen	2.5
		100

6.1.4 PUNTAJE DE INDICADORES EN FUNCIÓN AL RANGO DE 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. Para ello se buscaron y definieron rangos de los valores de referencia, utilizando datos propios y datos disponibles de instituciones y centros de investigación que compartieran sus resultados de caracterización de páramos en el Perú, Ecuador y Colombia. La escala de calificación de puntajes contempla como referencia los rangos de valores que se verificarán en la medición de campo de los indicadores. El puntaje máximo que tendrá cada indicador corresponde al valor relativo asignado a cada uno de ellos que exprese el óptimo valor, como se muestra en cada uno de los cuadros n.º 4 al n.º 7. Proceso que está explicado en el anexo 1 de las métricas de estimación de valores relativos.



Orquídea del género *Oncidium* en páramos de Canchaque, Huancabamba, Piura.
Foto: MINAM

PUNTAJE DE FLORÍSTICA DE SITIO

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Riqueza (n.º especies)		
Gramíneas	< 30 % del área de referencia	2
	30- 59 % del área de referencia	4
	60- 85 % del área de referencia	6
	> 85 % del área de referencia	8
Arbustos	< 20 % del área de referencia	0
	20 – 70 % del área de referencia	3
	> 70 % del área de referencia	5
Hierbas	< 20 % del área de referencia	0
	20 – 70 % del área de referencia	1
	> 70 % del área de referencia	2
Composición florística (%)		
Gramíneas (%)	< 30 % del área de referencia	2
	30- 59 % del área de referencia	4
	60- 85 % del área de referencia	6
	> 85 % del área de referencia	8
Arbustos (%)	20 % del área de referencia	1
	20 – 70 % del área de referencia	3
	> 70 % del área de referencia	5
Hierbas (%)	20 % del área de referencia	1
	20 – 70 % del área de referencia	1,5
	> 70 % del área de referencia	2

ESCALA DE PUNTAJE DE ESTABILIDAD DEL SUELO

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Cobertura aérea (%)	< 20 % del área de referencia	1
	20- 55 % del área de referencia	2,5
	56- 90 % del área de referencia	5
	> 90 % del área de referencia	10
Suelo desnudo superficial (% m ²)	100 % desnudo del área de referencia	0
	50 % desnudo del área de referencia	4
	0 % desnudo del área de referencia	8
Densidad aparente (DA) (g/cm ³) [rangos]	> 0.9	0
	0.4 – 0.8	4
	0.3 – 0.4	6
	0.2- 0.4	8
Materia orgánica de horizonte superficial (cm) [rangos]	< 1,0 cm	1
	1.0 – 3.0 cm	2
	3.0-5.0 cm	3
	> 5.0 cm	4

ESCALA DE PUNTAJE DE INTEGRIDAD BIÓTICA

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Altura de plantas importantes (cm)	< 25 % del área de referencia	1
	25 – 70 % del área de referencia	5
	> 70 % del área de referencia	10
Cantidad de biomasa aérea (kg/m ²)	< 20% del área de referencia	0
	20 – 55 % del área de referencia	4
	56 – 90 % del área de referencia	8
	> 90 % del área de referencia	11
Perfil de mantillo (cm profundidad)	< 1	1
	1.0- 2.0	3
	2,0 – 3,0	5
	> 3.0	7
Plantas exóticas (%)	> 30 % cobertura basal	0
	10 a 30 % cobertura basal	1
	< 10 % cobertura basal	2

ESCALA DE PUNTAJE DE ALTERACIÓN DEL PAISAJE

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Intensidad	permanente: minería	2
	transitorio: incendio	3
	leve: cacería	4
	sin daño	5
Magnitud	> 80 % paisaje evaluado	0
	50 – 80 % paisaje evaluado	1
	20 – 50 % paisaje evaluado	1,5
	intacto	2,5
Origen	humano	0
	humano-natural	1
	natural	2
	no intervenido	2,5

Modificado de Aguirre 2013

Si bien los valores de referencia propuestos en algunos indicadores pueden ser válidos para la mayor cantidad de áreas de páramos, considerando que fueron determinados a partir del trabajo de campo en sitios específicos, se abre la posibilidad de establecer valores de referencia de lugares cercanos a las zonas de evaluación. Estos deben obtenerse de páramos que se encuentren en las mejores condiciones en términos de integridad ecológica (composición, estructura y funcionalidad), para ello se tiene que levantar información en campo de cada indicador y reestablecer los rangos de valores de referencia por cada indicador.

6.2.

PROCESO METODOLÓGICO



El proceso metodológico consta de una secuencia de cinco (5) pasos agrupados en tres (3) fases: 1) fase de gabinete, 2) fase de campo y 3) fase de poscampo:



IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE INTERÉS A EVALUAR:

Inicialmente, se debe identificar y delimitar la zona de evaluación operativamente ventajosa y representativa del ecosistema páramo, especialmente las áreas con mayor potencial de servicio hidrológico para las cuencas de las que son naciente y diversidad biológica, excluyendo las áreas con evidente cambio de uso y modificación significativa de su paisaje (actividad agropecuaria, actividad minera, actividad petrolera, centros poblados, caminos, carreteras, etc.).

Se analiza el área de evaluación en base al conocimiento e interés de las organizaciones comunales y con apoyo de las cartas geográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de las cuadrículas pertenecientes de Ayabaca y Huancabamba, se compara con las referencias del Mapa Nacional de Ecosistemas, Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, el Mapa de Áreas Degradadas del Perú, Mapa de Cobertura Vegetal Región Piura y las imágenes satelitales disponibles (Sentinel 2, Google Earth, entre otros).

Acordar con las organizaciones comunales (comunidad y/o ronda campesina) como entidades legítimas de control social del entorno de los páramos, la importancia de la generación de una Guía de Evaluación del Estado de Conservación de este ecosistema como herramienta para optimizar sus capacidades de conservación de los servicios y recursos que les provee y de negociación con las instituciones del Estado y agentes privados interesados en su conservación. Son estas organizaciones quienes convocan a sus expertos y/o expertas a participar en las mediciones de campo como representantes de los intereses de la organización en la utilidad de los resultados obtenidos.



Las mediciones de campo se deben realizar previa planificación identificados por los expertos en estos ecosistemas y de la comunidad, que conocen detalladamente las zonas propicias para el propósito, tanto en su representatividad como en sus facilidades operativas para llegar a ellos. Con los expertos locales se acuerdan los procedimientos, requerimientos logísticos y elección de los sitios específicos en los cuales realizar las mediciones.

Área referencial:

El área referencial de evaluación se fija con una imagen panorámica del estado del paisaje con la vegetación de interés en primer plano para su comparación periódica anual, a fin visualizar disturbios significativos. Generalmente, el área de referencia es considerada como la mejor representante de un tipo particular de ecosistema, que por las condiciones naturales en las que se ha desarrollado está relativamente íntegra y funcional (Aguirre, *et al.* 2013).



Calicata en suelos de páramo mostrando la saturación de agua
Foto: MINAM

PÁRAMOS PACAIPAMPA, CUENCA QUIROZ

(SERVICIO HÍDRICO RESERVORIO SAN LORENZO – PIURA)



Fotos: MINAM



PÁRAMOS CHINGUELAS, CUENCA HUANCABAMBA

(SERVICIO HÍDRICO RESERVORIO OLMOS – LAMBAYEQUE)



Fotos: MINAM

CÁLCULO Y DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE LAS UNIDADES MUESTRALES

Aunque las referencias señalan que el ecosistema páramo muestra tres formaciones vegetales, arbustal, pajonal y pajonal con arbustos, ésta última representa el 52 % y se encuentra a lo largo del área de distribución del ecosistema (Gonzales *et al.* 2012; MINAM, 2015; Otivo, 2010).

El criterio orientador para decidir el **área de referencia** para evaluación será su ubicación, por encima de los 3200 m s. n. m. cerca de las cumbres, la dominancia del paisaje pajonal-arbustos dispersos y especialmente de laderas de drenaje directo a microcuencas o subcuencas de alto interés en el suministro de agua para actividades económicas y salud humana. La diversidad de especies, su distribución y riqueza determinan la magnitud de su servicio hídrico y su potencial biodiversidad. Por la característica del relieve general del páramo de colinas y montañas de alta pendiente que representan las cumbres entre los 3000 a 3700 m s. n. m., es que el área de evaluación debe corresponder a esta característica y la predominancia del pajonal con arbustos, con 3 a 4 unidades de evaluación; por ser estas áreas de Provisión de Servicio Ambiental Hídrico (APSH) (Gonzales *et al.* 2005) y es conveniente que los registros se hagan en la época de lluvias y en la de estiaje.

Unidad muestral

La unidad de muestreo para el registro de la flora y la medición de sus variables se realiza mediante un transecto de 100 m de longitud, registrando en cada metro la especie presente en el punto y cada 10 m se registra la vegetación en un cuadrante de 1 m² de superficie como método sugerido por el MINAM para ecosistemas similares (MINAM, 2015b).



Mediciones en campo de la biomasa aérea, para la evaluación del estado del ecosistema páramo en Garales, Pacaipampa, Ayabaca, Piura.
Foto: MINAM



Mediciones en campo de la florística del sitio, para la evaluación del estado del ecosistema páramo en Chinguelas, Huancabamba, Piura.
Foto: MINAM

MEDICIÓN DE INDICADORES EN CAMPO

Previo a la medición de indicadores en campo, se debe elaborar el mapa de localización del ámbito de estudio y, de ser el caso, complementar con otros de mayor detalle. En este mapa, se mostrarán las parcelas de referencia, las unidades muestrales, vías de acceso, los cuerpos de agua, centros poblados, y demás aspectos que se estimen necesarios. Además, se recomienda que el mapa muestre como fondo imágenes satelitales con la mejor resolución espacial disponible (recomendable pixel de 5 metros de resolución).

En las unidades muestrales, se evaluarán los siguientes indicadores:

A. FLORÍSTICA

Riqueza

Se registra el número de especies perennes por grupo funcional (gramíneas, graminoides, hierbas y arbustos) que existe en el área y es un indicador del grado de estabilidad y resiliencia del ecosistema, puesto que las especies allí presentes son el resultado de un largo proceso de adaptación a las condiciones bióticas y abióticas prevalentes en el ecosistema. En ese sentido, el mayor número de especies puede otorgar mayores posibilidades de respuesta, adaptación y resistencia del ecosistema a las perturbaciones ambientales.

La riqueza se expresa a través del número total de especies presentes en un determinado lugar, sin tomar en cuenta el valor de importancia o abundancia de las mismas. También es denominada “diversidad específica”, ya que se expresa a través de la lista de especies reportadas a partir del inventario de todas las unidades muestrales levantadas en campo. Dicha lista es complementada por registros efectuados fuera del área de muestreo.

La lista de especies debe ser reportada para cada tipo de vegetación y, de manera general, para toda el área evaluada, donde se indique la respectiva familia, especie y su forma de vida vegetal. Este parámetro permite identificar áreas naturales con determinados valores de diversidad biológica con el fin de cuantificar y evaluar la integridad de la diversidad de especies vegetales que podrían ser afectadas o impactadas por actividades productivas.

Composición florística

Se registra la contribución relativa en porcentaje de la cobertura basal y los grupos funcionales (gramíneas y graminoides, hierbas y arbustos). Su grado de similaridad con el área de referencia y el balance existente entre los Grupos funcionales, revela el estado estructural del ecosistema. En ese sentido, los cambios en la composición de especies pueden estar relacionados con cambios en la biomasa radicular e infiltración. Así, las asociaciones de gramíneas y arbustales difieren en su capacidad de intercepción de lluvia, escorrentía e infiltración.

B. ESTABILIDAD DEL SUELO

Cobertura aérea (%)

Se registra el porcentaje de protección que brinda cada tipo vegetación en la unidad de superficie muestreada (m^2) que evita el efecto erosivo de la lluvia sobre el suelo. En consecuencia, a mayor cobertura, mayor posibilidad de formación de costras de líquenes y musgos. De otra parte, la cobertura aérea es un factor determinante del grado de estabilidad de la superficie del suelo, la resistencia a la erosión y la disponibilidad de nutrientes.

Suelo desnudo superficial (%)

Se registra el porcentaje de suelo cubierto por mantillo, roca, musgos, líquenes, o residuos vegetales; está directamente correlacionado con el control de escorrentía y grado de erosión. El efecto de este indicador sobre la estabilidad del suelo depende del tamaño de espacios vacíos existentes en la canopia de plantas, de modo que espacios vacíos amplios entre grupos de plantas, tienen un mayor efecto negativo sobre las funciones ecológicas.

Densidad aparente (g/cm³)

Se toma un volumen fijo de suelo y se pesa una vez seco por calentamiento en el horno a 105 °C durante 24 horas. Se utiliza un cilindro metálico con un volumen conocido. Se introduce el cilindro o anillo dentro del suelo y se retira cuidando mantener el suelo de su interior. En el laboratorio se deseca y se pesa. La densidad viene determinada por la relación entre el peso seco obtenido y el volumen correspondiente. Es importante tener en cuenta la textura del suelo de las parcelas de evaluación dado que la densidad aparente varía según el contenido de arcilla, arena y limo.

Materia orgánica horizonte superficial (%)

Se toma muestra de suelo de los primeros 20 cm donde se concentra la materia orgánica acumulada en el horizonte superior para proveer nutrientes al ecosistema y brindar condiciones adecuadas para el desarrollo de la vegetación y el funcionamiento del sistema hidrológico. Sin embargo, la capacidad de proveer nutrientes está asociada al nivel de pH.

C. INTEGRIDAD BIÓTICA

Altura de plantas dominantes (m)

Se registra la altura de las plantas de la especie dominante cada 10 m. del transecto de 100 m. Este valor refleja el vigor de las plantas dominantes y el potencial del ambiente local para sostener un crecimiento adecuado de las plantas. Existe relación directa entre la altura de planta y la longitud del sistema radicular. Raíces profundas y bien ramificadas están asociadas con una buena aireación, grado de porosidad y retención de humedad a lo largo del perfil del suelo (MINAM, 2015).



Páramos en zona altoandina de la comunidad campesina de Yanta, Ayabaca, Piura.
Foto: MINAM



Mediciones en campo de la florística del sitio, para la evaluación del estado del ecosistema páramo.
Foto: MINAM

Cantidad biomasa aérea (g/m²)

Se registra la biomasa aérea por m² con diez repeticiones a lo largo del transecto de 100 m. Su valor expresa la capacidad productiva del sitio y el grado en que éste es capaz de capturar energía, almacenarla y transferir nutrientes vitales a toda la planta. También representa la productividad primaria. La productividad primaria neta aérea (PPNA) es un atributo clave de los ecosistemas, dado que está estrechamente relacionada con el flujo de energía y los ciclos de carbono y nutrientes, por lo tanto, ha sido propuesta como un estimador integral del funcionamiento ecosistémico. Siendo un indicador de gran importancia es sencillo, rápido y barato de medir. La mejor comprensión sobre los factores que controlan la PPNA permitiría avanzar en el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Cabello *et al.* 2015; Gaitán, J. 2017).

Cantidad de mantillo (cm)

Caracterizado por una capa de materia orgánica por encima de un suelo mineral, con un límite difuso entre la capa de materia orgánica y un horizonte A (FAO 2012). El mantillo es parte primordial en el proceso de almacenaje de carbono y minerales en el suelo. El cambio de la cobertura vegetal tiene efectos directos sobre la naturaleza del mantillo, que a su vez influencia la organización y estructura de las comunidades vegetales, afectando la germinación de semillas, sobrevivencia de plántulas y desarrollo de retoños vegetales (Pérez-Molina & Cordero-Solorzano, 2012). Debido a los restos de tallo de las especies gramíneas y arbustivas su estimación resulta operativa midiendo su grosor en centímetros en los primeros 5 cm del suelo superficial.

Especies exóticas (%)

Se registran las especies que pueden ser introducidas, y que no son propias del ecosistema, esto, debido a la acción humana o natural por el cambio del clima, y que están compitiendo con las especies nativas del páramo.



Mediciones en campo de la condición del suelo y biomasa aérea
Foto: MINAM

D. ALTERACIÓN DEL PAISAJE

Origen

El trabajo de identificar la causa de la alteración del paisaje se realiza en campo, pudiendo tener como origen la acción humana, natural o la combinación de ambas.

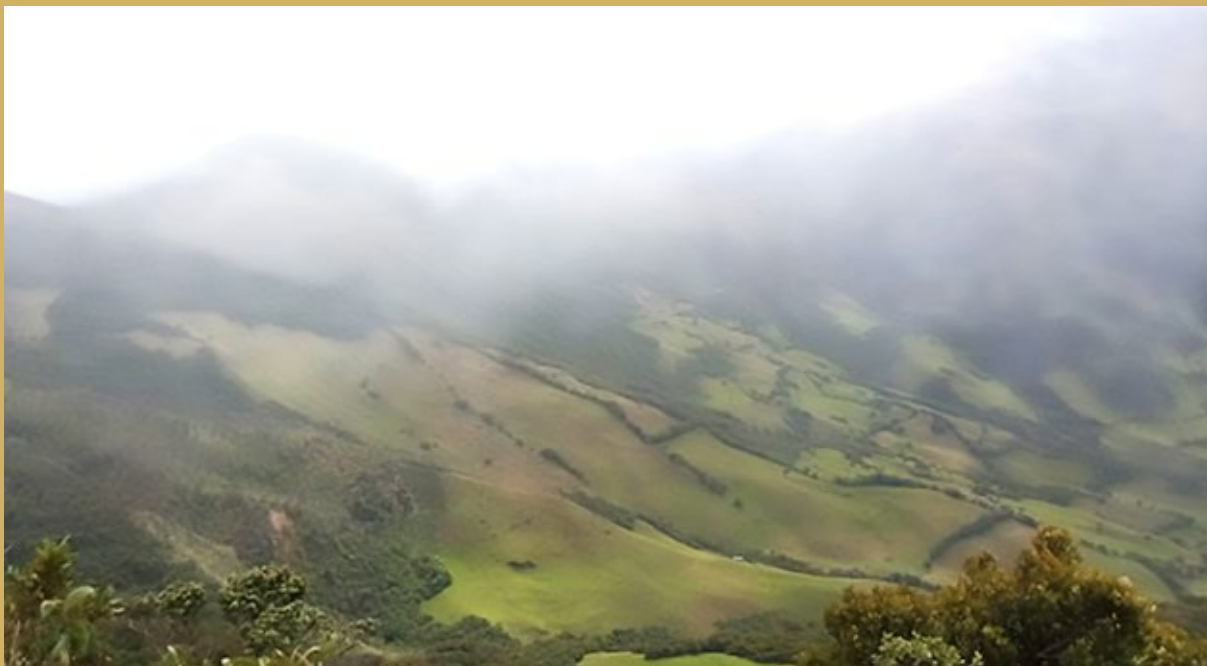
Intensidad

Se registra cualitativamente el nivel del daño que puede soportar el ecosistema, que puede ser permanente como en el caso de explotaciones mineras de gran escala; transitorio, como en el caso de incendios; y leves, si son alteraciones por rutas turísticas.

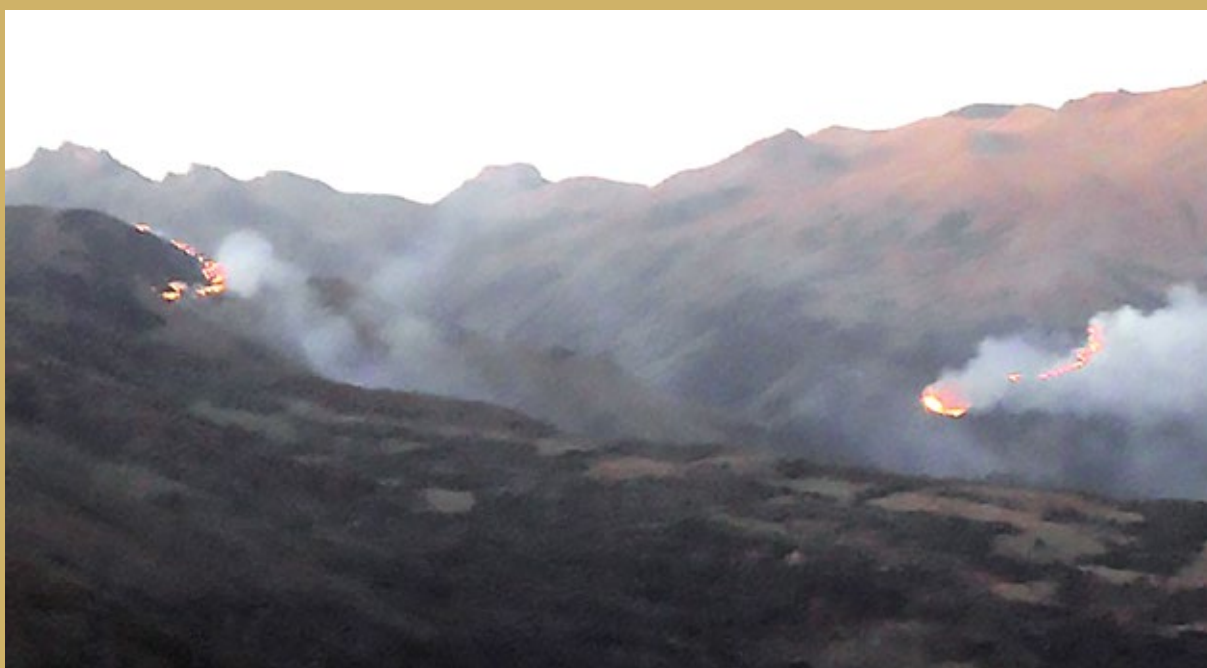
Magnitud

Se registra una estimación porcentual de la alteración o perturbación del paisaje en evaluación que puede ser: gran extrema, si es mayor al 80 % de perturbación; muy grande, si es del 50 % al 80 % de perturbación; grande, del 20 % al 50 % y menor, si está debajo del 20 %.





Avance de la actividad agropecuaria en el bosque nublado hacia los páramos
Fotos: MINAM



Incendios provocados por agricultores, su expansión amenaza a los páramos en las cumbres.
Fotos: MINAM

6.2.4 PASO 4

COMPARACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA Y LA UNIDAD MUESTRAL (UM) EVALUADA PARA LA DETERMINACIÓN DE PUNTAJES

En base a los registros de los indicadores realizados en campo se deben estimar los puntajes de cada indicador. Para ello, compara el registro de cada indicador con su valor referencial presentado en esta guía o levantado en campo para un sitio de referencia. Según los valores referenciales que son los óptimos para cada indicador, la sumatoria de todos es 100. Debido a que el valor referencial de cada indicador es el óptimo, también es el máximo numéricamente, por lo que los valores registrados en campo se ubicarán entre su valor mínimo y máximo.

CUADRO n.º 8

COMPARACIÓN DE VALORES REFERENCIALES Y DE LA UNIDAD MUESTRAL PARA EL CÁLCULO DEL VALOR ECOLÓGICO DEL PÁRAMO

ATRIBUTO	INDICADOR	VALOR REFERENCIAL	PUNTAJE REFER	VALOR UM	PUNTAJE UM
Florística	Riqueza (n.º especies)				
	Gramíneas (n.º especies /m²)	< = 1	2		
		2-3	4		
		4	6		
		> 4	8		
	Arbustos (n.º de especies /m²)	< 1	0		
		1-3	3		
		> 3	5		
	Hierbas (n.º especies/m²)	< 2	0		
		2-4	1		
		> 4	2		
	Composición florística (%)				
	Gramíneas (%) / m²	< 20 %	2		
		20-50 %	4		
		51-80 %	6		
		> 80 %	8		
	Arbustos (%) / m²	< 20 %	1		
		20-70 %	3		
		> 70 %	5		
	Hierbas (%) / m²	< 20 %	1		
		20-70 %	1.5		
		> 70 %	2		

ATRIBUTO	INDICADOR	VALOR REFERENCIAL	PUNTAJE REFER	VALOR UM	PUNTAJE UM
Estabilidad del suelo	Cobertura aérea (%) en 1 m ²	< 20 %	1		
		20 – 55 %	2.5		
		56 – 90 %	5		
		> 90 %	10		
	Suelo desnudo superficial (%) en 1m ²	100 %	0		
		50 %	4		
		0 %	8		
	Densidad aparente (DA) (g/cm ³)	> = 0,9	0		
		0,5 – 0,8	4		
		0,3 – 0,4	6		
		< = 0,2	8		
	Materia orgánica de horizonte superficial(cm)	< 1,0 cm	1		
		1,0 – 3,0	2		
		3,1 – 5,0	3		
		> 5,0	4		
Integridad biótica	Altura canopia de plantas importantes (cm)	<30	1		
		30 – 60	5		
		> 60	10		
	Cantidad de biomasa aérea (kg/m ²)	< 1,0	0		
		1,0 – 3,0	4		
		3,0 – 5,0	8		
		> 5,0	11		
	Perfil de mantillo (cm profundidad)	< 1,0	1		
		1,0 – 2,0	3		
		2,1 – 3,0	5		
		>3,0	7		
	Plantas exóticas (%) en 1 m ²	> 30 %	0		
		10 a 30 %	1		
		< 10 %	2		
Alteración del paisaje	Intensidad	permanente	2		
		transitorio	3		
		Leve	4		
		sin daño	5		
	Magnitud (%) del paisaje evaluado	> 80 %	0		
		51 – 80 %	1		
		20 – 50 %	1.5		
		intacto	2.5		
	Origen	humano	0		
		hum-nat	1		
		natural	2		
		no intervenido	2.5		
			100		

CÁLCULO DEL VALOR ECOLÓGICO


El cálculo del estado del ecosistema de la zona evaluada se obtendrá determinando un único valor por cada indicador. El valor ecológico es calculado promediando los valores de los indicadores de todas las unidades muestrales evaluadas. La magnitud de la diferencia entre el valor real (campo) y el referencial (óptimo) en cada indicador de cada atributo, proporcionará como resultado un valor alejado o cercano a 100 que, según los rangos establecidos para cada escala, indicarán si el estado del ecosistema se encuentra **muy pobre o muy bueno**.

CUADRO n.º 9

CÁLCULO DEL PROMEDIO DE LOS INDICADORES DE LAS PARCELAS DE EVALUACIÓN

ATRIBUTOS	INDICADORES	UM ₁	UM ₂	UM ₃	UM _n	VALOR PROMEDIO
		VALORES				
Florística	Riqueza (n.º especies)	R ₁	R ₂	R ₃	R _n	$(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)/n$
	Composición florística (%)	CF ₁	CF ₂	CF ₃	CF _n	$(CF_1 + CF_2 + CF_3 + \dots + CF_n)/n$
Estabilidad del suelo	Cobertura aérea (%) en 1 m ²	C ₁	C ₂	C ₃	C _n	$(C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n)/n$
	Suelo desnudo superficial (%) en 1m ²	SD ₁	SD ₂	SD ₃	SD _n	$(SD_1 + SD_2 + SD_3 + \dots + SD_n)/n$
	Densidad Aparente (DA) (g/cm ³)	DA ₁	DA ₂	DA ₃	DA _n	$(DA_1 + DA_2 + DA_3 + \dots + DA_n)/n$
	Materia orgánica de horizonte superficial (cm)	MO ₁	MO ₂	MO ₃	MO _n	$(MO_1 + MO_2 + MO_3 + \dots + MO_n)/n$
Integridad biótica	Altura canopia de plantas importantes (m)	AP ₁	AP ₂	AP ₃	AP _n	$(AP_1 + AP_2 + AP_3 + \dots + AP_n)/n$
	Cantidad de biomasa aérea (kg/m ²)	CB ₁	CB ₂	CB ₃	CB _n	$(CB_1 + CB_2 + CB_3 + \dots + CB_n)/n$
	Perfil de mantillo (cm profundidad)	PM ₁	PM ₂	PM ₃	PM _n	$(PM_1 + PM_2 + PM_3 + \dots + PM_n)/n$
	Plantas exóticas (%) en 1 m ²	PE ₁	PE ₂	PE ₃	PE _n	$(PE_1 + PE_2 + PE_3 + \dots + PE_n)/n$
Alteración del paisaje	Intensidad	I ₁	I ₂	I ₃	I _n	$(I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n)/n$
	Magnitud (%) del paisaje evaluado	M ₁	M ₂	M ₃	M _n	$(M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n)/n$
	Origen	O ₁	O ₂	O ₃	O _n	$(O_1 + O_2 + O_3 + \dots + O_n)/n$

Ejemplo Validación de campo del cálculo del valor ecológico del páramo por comparación de valores referenciales (óptimos) con valores de campo en las unidades muestrales (UM)

					
ATRIBUTOS	INDICADOR	VALOR REFERENCIAL (ÓPTIMO)	PUNTAJE REFERENCIAL (ÓPTIMO)	VALOR UM	PUNTAJE UM (PROM. N:3)
Florística	Riqueza (n.º especies)				
	Gramíneas (n.º/m²)	> 4	8	3	4
	Arbustos (n.º/m²)	> 3	5	3	3
	Hierbas (n.º/m²)	> 4	2	4	1
	Composición florística (%)				
	Gramíneas (%) / m²	> 80	8	85	8
	Arbustos (%) / m²	> 70	5	10	1
	Hierbas (%) / m²	> 70	2	5	1
	Cobertura aérea (%) en 1 m²	> 90	10	100	10
	Suelo desnudo superficial (%) en 1m²	0 %	8	0	8
	Densidad Aparente (DA) (g/cm³)	0,2 – 0,4	8	0,3	8
	Materia orgánica de horizonte superficial (cm)	> 5.0	4	3,5	3
	Altura canopia de plantas importantes (cm)	> 60	10	70	10
	Cantidad de biomasa aérea (kg/m²)	> 5.0	11	3,5	8
	Perfil de mantillo (cm profundidad)	> 3.0	7	2,0	4
	Plantas exóticas (%) en 1 m²	< 10	2	0	2
	Intensidad	sin daño	5	Sin daño	5
Magnitud (%) del paisaje evaluado	intacto	2.5	intacto	2.5	
Origen	no intervenido	2.5	No intervenido	2.5	
			100		83

ESCALA Y VALOR RELATIVO PARA ESTIMAR EL ESTADO DEL ECOSISTEMA PÁRAMO

ESCALA	VALOR RELATIVO	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0 – 2	0 – 20	Muy pobre
2 – 4	20 – 40	Pobre
4 – 6	40 – 60	Regular
6 – 8	60 – 80	Bueno
8 – 10	80 – 100	Muy Bueno



VII.

REFERENCIAS

Equipo de campo ingresando a la zona de evaluación
en la comunidad campesina de Yanta, Ayabaca, Piura.
Foto: MINAM

- ▶ Aldana Dezzio, A. (2007). *Evaluación de los cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del parque nacional sierra de la culata. Mérida-Venezuela periodo 1988-2003*. Tesis doctoral. Universidad de Alcalá.

- ▶ Aguilar-Garavito M. y Ramírez, W. (eds.) (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.

- ▶ Aguirre M., Nikolay; Jonathan Torres C., Patricia Velasco-Linares. (2013). *Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana*. Quito. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-restauracion-p%C3%A1ramos.pdf>

- ▶ Ansaloni, Rafaella. (2018). *Factores ambientales, diversidad y estructura de la vegetación del P.N. Cajas* (Azuay, Ecuador). Tesis Doctoral. Escuela De Doctorado Internacional Programa de Doctorado en Biodiversidad y Conservación del Medio Natural. Universidad de Santiago de Compostela.

- ▶ Autoridad Nacional del Agua - ANA. (2017). *Tratamiento Integral para la Reducción de la Vulnerabilidad Frente a Inundaciones y Escasez Hídrica en la Cuenca Chira Piura*. Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Chira Piura.

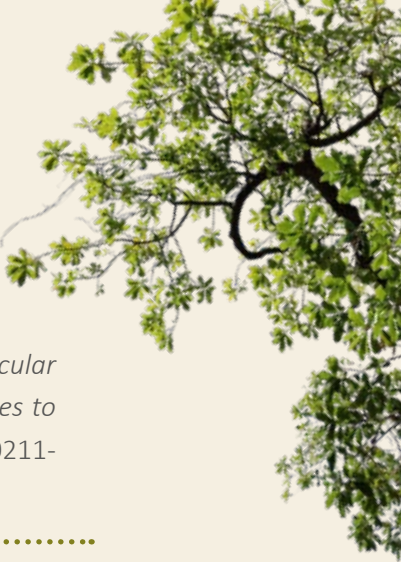
- ▶ Batjes, N. (1996). *Total carbon and nitrogen in the soils of the world*. European Journal of Soil Science, 47(2): 151-163.

- ▶ Bolívar-García, W., Giraldo, A. y González-Colorado, A. (2017). *La integridad biológica como herramienta de valoración cuantitativa del estado de conservación del bosque seco en Colombia*. Biota Colombiana 18(1). <https://www.researchgate.net/publication/321082753>



- ▶ Billings, W.D. (1977). *Las Plantas y el Ecosistema. Serie Fundamentos de Botánica*. México, 168 p.
- ▶ Bussmann, Rainer. (2005). *Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso* (203-216). *Revista Peruana de Biología*, Vol. 12, Nº. 2.
- ▶ Bussmann, R. and Sharon, D. (2016). *Plantas medicinales de los Andes y la Amazonía - La flora mágica y medicinal del Norte del Perú*. *Ethnobotany Research & Applications*. 15(1):1-293.
- ▶ Cabello, J., Alcaraz-Segura, D., Reyes, A., Lourenço, P., Bonache, J., Castillo, P., Valencia, S., Naya, J., Ramírez, L. y Serrada, J. (2015). *Diseño de un programa de Seguimiento del funcionamiento de ecosistemas mediante teledetección para la Red de Parques Nacionales de España* (174-177). En: Eds. J. Bustamante, R. Díaz-Delgado, D. Aragonés, I. Afán y D. García: *Teledetección: Humedales y Espacios Protegidos*. XVI Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Sevilla 21-23 octubre 2015.
- ▶ Carhuapoma, Mario. (2011). *Plantas Aromáticas Nativas del Perú: biocomercio de fragancias, sabores y fitocosméticos*. CONCYTEC, Lima, Perú. 238 p.
- ▶ Castañeda, A. y Montes Pulido, C. (2017). *Carbono almacenado en páramo andino*. *Entramado*, ISSN-e 1900-3803, Vol. 13, Nº. 1, 2017, págs. 210-221
- ▶ Castelán Vega, R., López Teloxa, L., Tamariz Flores, J., Linares Fleites, G. y Cruz Montalvo, A. (2017). *Erosión y pérdida de nutrientes en diferentes sistemas agrícolas de una microcuenca en la zona periurbana de la ciudad de Puebla*, México. *Terra Latinoamericana* 35: 229-235.
- ▶ Chesneau, E. (1980). *Biogeografía de América Latina. Secretaría de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie Biología. Monografía n.º 13*. Caracas, Venezuela.



- 
- ▶ Cuello, N., Cleef, A., Aymard, G. (2010). *Phytogeography of the vascular paramo flora of Ramal de Guaramacal (Andes, Venezuela) and its ties to other paramo floras*. Anales del Jardín Botánico de Madrid, ISSN 0211-1322, Vol. 67, Nº 2, págs. 177-193.
-

- ▶ Cuesta, F., Sevink, J., Llambí LD, De Bièvre B, Posner (2014). *Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos*, CONDESAN. J. Editores.
-

- ▶ Cuevas-Reyes, Pablo. (2010). *Importancia de la resiliencia biológica como posible indicador del estado de conservación de los ecosistemas: implicaciones en los planes de manejo y conservación de la biodiversidad*. Biológicas, 12(1): 1–7.
-

- ▶ Chmolowska, D., Kozak, M. & Laskowski, R. (2016). *Soil physicochemical properties and floristic composition of two ecosystems differing in plant diversity: fallows and meadows*. Plant Soil 402:317–329 DOI 10.1007/s11104-015-2788-7.
-

- ▶ De Bièvre, B., Íñiguez, V. y Buytaert, W. (2006): *Hidrología del páramo. Importancia, propiedades y vulnerabilidad*. Páramo, 21, pp. 26-44.
-

- ▶ De La Barrera, F., Reyes-Paecke, S. & Meza, L. (2011). *Análisis del paisaje para la evaluación ecológica rápida de alternativas de relocalización de una ciudad devastada*. Revista Chilena de Historia Natural 84: 181-194.
-

- ▶ Escobar, N. (2013). *Diagnóstico de la Composición Florística Asociada a Actividades Agropecuarias en el Cerro Quinini (Colombia)*. Revista Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca, 1(1), 10-28.
-

- ▶ Garavito, L. (2015). *Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo*. INGENIARE, Universidad Libre-Barranquilla, Año 11, No. 19, pp. 127-136 • ISSN: 1909-2458.

- ▶ Franco-Vidal, C., Muñoz, A., Andrade, G. y Naranjo, L. (Compiladores y editores). (2010). *Experiencias de adaptación al cambio climático en ecosistemas de montaña (páramos y bosques de niebla) en los Andes del Norte*. Memorias del Taller Regional. Bogotá, D.C. febrero 19 y 20 de 2009. WWF, MAVDT, Ideam y Fundación Humedales.

-
- ▶ García, M., Alados, C., Antor, R., Benito Alonso, J., Camarero, J., Carmena, F., Errea, P., Fillat, F., García González, R., García-Ruiz, J., Gartzia, M., Gómez García, D., Gómez, I., González-Sampériz, P., Gutiérrez, E., Jiménez, López-Moreno, J., Mata, P., Moreno, A., Montserrat, P., Nuche1, P., Pardo1, Revuelto, J., Rieradevall, M., Sáiz, H., Tejero, P., Vicente-Serrano, S., Villagrasa, E., Villar, L. y Valero-Garcés, B. (2016). *Integrando escalas y métodos LTER para comprender la dinámica global de un espacio protegido de montaña: el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Ecosistemas 25(1): 19-30. Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-1.04 Artículo publicado en Open Access.

-
- ▶ Gaytán, J., Navarro, F., Tenti Vuegen, L., Pizarro, J., Carfagno, P., Rigo, S. (2017). *Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la República Argentina*. 1ª. ed. – Buenos Aires: Ediciones INTA.

-
- ▶ Gaytán-Oyarzun, J., López –Escamilla, A., López-Herrera, M., Pulido-Flores, G., Scott-Moks, W., Perez –Escandon, B. y Villavicencio-Nieto, M. (2012). *Evaluación rápida de biodiversidad para estimar prioridad biológica (ERP BIO)*. In book: Calidad ambiental y desarrollo sustentable. Indicadores Tomo II (pp.29-42) Edition: PrimeraChapter: Publisher: 2012 Editors: Universidad Autónoma del estado de Guerrero.

-
- ▶ Gobierno Regional de Piura. (2015). *Proyecto especial de irrigación e hidroenergético Alto Piura*. Expediente Técnico Actualizado. Tomo I. Resumen Ejecutivo.

-
- ▶ Gobierno Regional de Piura. (2017). *Plan Estratégico Institucional 2018-2023*. Gobierno Regional Piura. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto Y Acondicionamiento Territorial. Sub-Gerencia Regional de Planeamiento, Programación e Inversión. <https://regionpiura.gob.pe/documentos/resoluciones/phpv0dvj5.pdf>



- ▶ Goldstein, I., Rojas López, J., Pulido, N., Molina, Z. (2012). *Sustentabilidad de los paisajes andinos de Venezuela. Emergencias territoriales prioritarias en la conservación del agua* (213-238). Revista geográfica venezolana, Vol. 53, Nº 2, 2012.

-
- ▶ Gonzáles, J., Marcial, R. y Rojas, J. (2005). *Valoración económica de los recursos naturales en la cuenca binacional Catamayo Chira*. Componente 1: auditoría/estudio del agua subcomponente 1: diagnóstico del servicio ambiental hídrico mayo 2005. Proyecto Binacional Catamayo Chira. Consorcio: UNP-PDL.

-
- ▶ Gutiérrez Ravelo, A. & Estévez Braun, A. (2009). *Relevancia de los productos naturales en el descubrimiento de nuevos fármacos en el s. XXI* Rev.R.Acad. Cienc.Exact.Fís.Nat. (Esp) Vol. 103, Nº. 2, pp 409-419, 2009.

-
- ▶ Hocquenghem, A. (1998). *Para Vencer a la Muerte; Piura y Tumbes, raíces en el bosque seco y en la selva alta, horizontes en el Pacífico y en la Amazonía*. CNRS, IFEA, ANCAH. Lima. 445 p.

-
- ▶ Hofstede, R et al. (2014). *Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. UICN, Quito, Ecuador.

-
- ▶ Instituto de Montaña. (2010). *Mapeo del Ecosistema Paramo en el Perú*. Proyecto Páramo Andino. Lima, Perú.

-
- ▶ Joaquín Daza, S. & Figueroa Casas, A. (2014). Factores que determinan la resiliencia socio-ecológica para la alta montaña andina. Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín, Vol. 13, Nº. 25, 2014.

-
- ▶ Kröpfl, A., Polo, S., Villasuso, N., Bolla, D., Marinzalta, M. (2019). *Control de arbustos y servicios ecosistémicos en el monte*. ISSN 2618-1967 • <http://revele.uncoma.edu.ar/htdoc/revele/index.php/anuariocurza/article/view/2493/pdf>



- ▶ León Montero, H. (2017). *Estudio de evaluación del estado de conservación de los ecosistemas de la cuenca del río Cañete*. Ministerio del Ambiente; Perú.

- ▶ Loret, F. (2012). *Vulnerabilidad y resiliencia de ecosistemas forestales frente a episodios extremos de sequía*. Ecosistemas 21(3):85-90.

- ▶ Llambí, L., Soto-W, A., Célleri, R., De Bievre, B., Ochoa, B., Borja, P. (2012). *Ecología, hidrología y suelos de páramos*. Proyecto Páramo Andino.

- ▶ Llambí, L., Cuesta, F. (2014). *La diversidad de los páramos andinos en el espacio y en el tiempo*. En: Cuesta F, Sevink J, Llambí LD, De Bièvre B, Posner J, Editores. Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos, CONDESAN.

- ▶ Llambí, L., Fariñas, M., Smith, J., Castañeda, S., Briceño, B. (2014). *Diversidad de la vegetación en dos páramos de Venezuela: un enfoque multi escala con fines de conservación*. En: Cuesta F, Sevink J, Llambí LD, De Bièvre B, Posner J, Editores. Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos, CONDESAN.

- ▶ Moncada, J. & León Vargas, Y. (2013). *Evaluación del programa de educación ambiental formal del proyecto páramo andino* (101-110). Educere: Revista Venezolana de Educación, Nº. 56.

- ▶ Morales-Betancourt, Juan Alejandro; Estévez-Varón, Jaime Vicente. (2013). *El páramo: ¿ecosistema en vía de extinción?* Revista Luna Azul, núm. 22, enero-junio, 2006, pp. 39-51 Universidad de Caldas Manizales, Colombia.



- ▶ More, A., Viñas, P., De Bievre, B., Acosta, L. y Ochoa, B. *Establecimiento de un sistema de monitoreo hidrológico de páramo andino como base para la determinación de medidas de adaptación al cambio climático*. Informa final de Consultoría. CONDESAN, NCI. https://issuu.com/praa/docs/informe_n07_praa_consortio_nci-cond

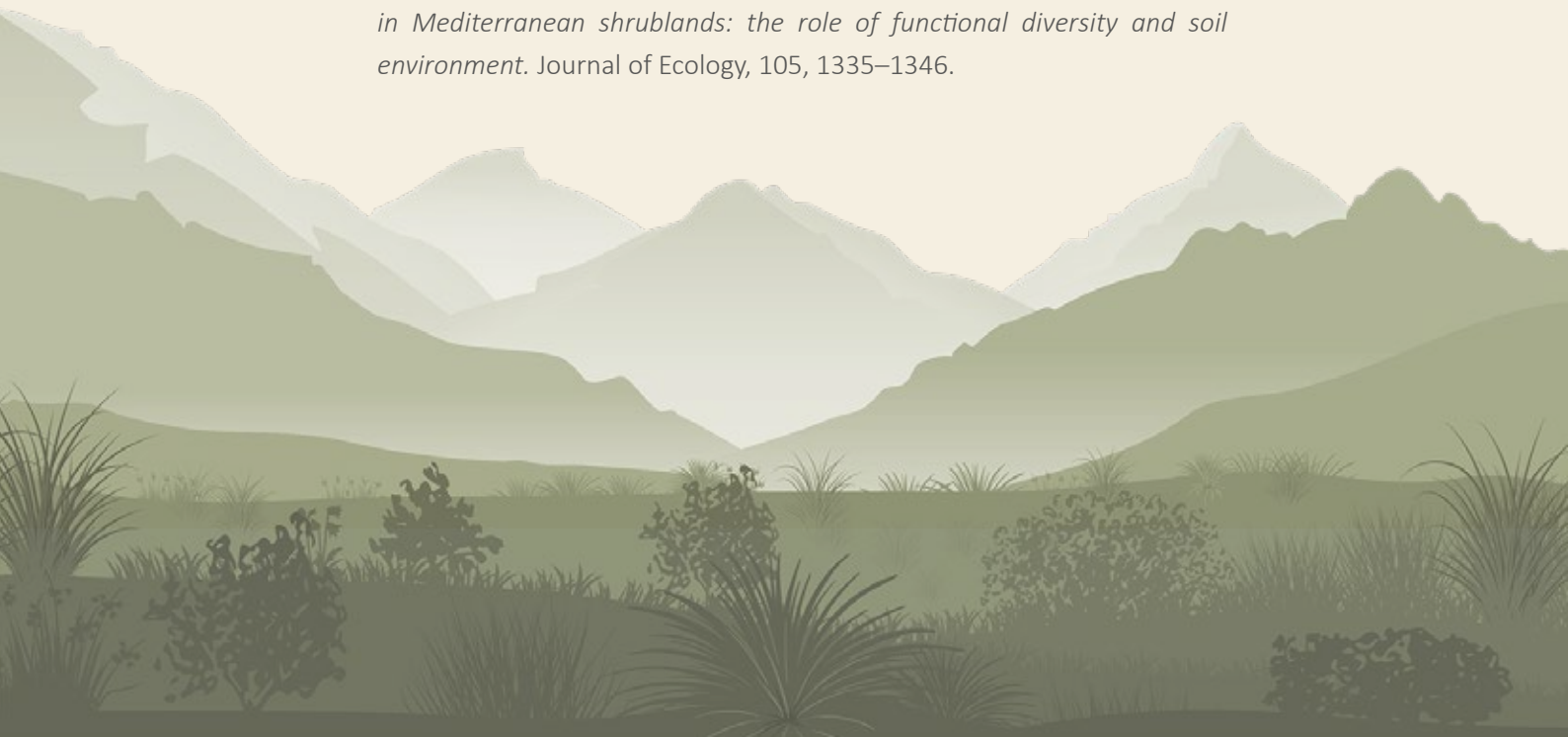
-
- ▶ Moreno Mancilla, O., Morales Alba, A., Camargo, J. (2019). *Abordaje metodológico para la restauración de ecosistemas Andinos* (31-64). En: Prado Castillo, L.; Pablo .Gil Leguizamón, Alexander Sabogal González, María Morales-Puentes (Coord): *Restauración de ecosistemas de montaña: cultura y ecología desde el páramo y el Piedemonte Llanero*. ISBN 978-958-660-335-5.

-
- ▶ Mostacero, J., Mejía, F, Gastañadui, D. & De La Cruz Castillo, J. (2017). *Inventario taxonómico, fitogeográfico y etnobotánico de frutales nativos del norte del Perú*. Scientia Agropecuaria 8 (3): 215 – 224.

-
- ▶ Otivo, J. (2010). *Memoria descriptiva mapa de cobertura vegetal; Región Piura*.

-
- ▶ Pérez-Molina, J. & Cordero Solórzano, R. (2012). *Recuperación de tres coberturas forestales de altura media en Costa Rica: análisis de los oligoquetos, el mantillo y suelo*. Rev. Biol. Trop. Vol. 60 (4): 1431-1443.

-
- ▶ Pérez-Ramos, I., Diaz-Delgado, R., G. de la Riva, E., Villar, R., Lloret, F. y Marañón, T. (2017). *Climate variability and community stability in Mediterranean shrublands: the role of functional diversity and soil environment*. Journal of Ecology, 105, 1335–1346.



- ▶ CONCYTEC. (2015). *Programa Nacional Transversal de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica de Valorización de la Biodiversidad 2015-2021*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). Perú.

- ▶ Ministerio del Ambiente. (2010). *Política Nacional Del Ambiente*. Decreto Supremo n.º 012-2009-MINAM de 23 de mayo de 2009.

- ▶ Ministerio del Ambiente. (2013). *Agenda de investigación ambiental*. Dirección General de Investigación e Información Ambiental.-- Lima: MINAM.

- ▶ Ministerio del Ambiente. (2014). *La estrategia nacional de diversidad biológica al 2021 y su plan de acción 2014-2018*. Dirección General de Diversidad Biológica. Perú.

- ▶ Ministerio del Ambiente. (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal: Memoria descriptiva*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima:

- ▶ Ministerio del Ambiente. (2015b). *Guía de inventario de la flora y vegetación / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*. Lima; MINAM.

- ▶ Ministerio del Ambiente. (2016). *Guía complementaria para la compensación ambiental: Ecosistemas Altoandinos*. Perú.

- ▶ Ministerio del Ambiente. (2018). *Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú: Memoria Descriptiva*. Perú.

- ▶ Ministerio del Ambiente (2019). *Guía de Evaluación del Estado del Ecosistema de Bofedal*. Ministerio del Ambiente. Lima; Perú.

- ▶ Ramos, J. (1998). *Economía institucional y gestión de recursos naturales la gestión del agua en España: un análisis institucional comparado*. Tesis Doctoral. Dpto. de HISTORIA de INSTITUCIONES ECONÓMICAS. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Universidad Complutense de Madrid.

- ▶ Recharte, J. y Torres, F. (2015). *Donde la Amazonia contempla al Pacífico (199-209)*. En: LA AMAZONIA. Sílabas del agua, el hombre y la naturaleza. Banco Crédito del Perú. Lima, Perú. 325 p.

- ▶ Reyes Camargo, J., Peñuela Díaz, G., Hernández Velandia, D., Gámez Rodríguez, M., Mora Espitia, W., Prado Castillo, L. (2019). *Restauración ecológica del bosque Andino en la Vereda Monserrate (Sabanalarga, Casanare): diagnóstico y diseño (179-226)*. En: Prado Castillo Luis Fernando; Pablo Andrés Gil Leguizamón, Alexander Sabogal González, María Eugenia Morales-Puentes.

- ▶ Rubio Gutiérrez, A. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Proyecto fin de carrera. Universidad de Sevilla. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- ▶ Sagástegui, A. (2009). *¿Páramo o Jalca?* (22-27). En: Torres, Fidel y Gabriela López S. (Editores). 2009. Caracterización del ecosistema Páramo en el norte del Perú: ¿Páramo o Jalca? Lima: AGRORED NORTE, The Mountain Institute.

- ▶ Sánchez, I. (2009). *Jalcas y páramos en el norte del Perú* (27-34). En: Torres, Fidel y Gabriela López S. (Editores). 2009. Caracterización del ecosistema Páramo en el norte del Perú: ¿Páramo o Jalca? Lima: AGRORED NORTE, The Mountain Institute.

- ▶ Sáenz Torres, S. (2009). *Evaluación del impacto de la agricultura de conservación en la reconversión agropecuaria sustentable de la región centro-andina colombiana* (111-128). Equidad y Desarrollo, n.º 12.

- ▶ Sánchez, I. (2012). *La diversidad biológica en Cajamarca: visión étnico-cultural y potencialidades*. Gobierno Regional de Cajamarca. 205 p.

- ▶ Salamanca, Alvierio; Siavosh Sadeghian. (2005). *Densidad aparente y su relación con otras propiedades en los suelos de las zonas cafeteras de Colombia* (381-397). Cenicafe 56(4).



- ▶ Sayre, R., Roca, E., Sedaghatkish, G., Young, B., Keel, S., Roca, R., Sheppard, S. (2000). *Un Enfoque en la Naturaleza Evaluaciones Ecológicas Rápidas*. The Nature Conservancy.

- ▶ Serrano Giné, D. y Galárraga Sánchez, R (2015). *El páramo andino: características territoriales y estado ambiental. Aportes interdisciplinarios para su conocimiento*. Estudios Geográficos Vol. LXXV, I 278, pp. 369-393

- ▶ Sevink, J., Tonneijck, F., Kalbitz, K., Cammeraat, L., (2014). *Dinámica del carbono en los ecosistemas de páramo de los Andes neotropicales: Revisión de literatura sobre modelos y parámetros relevantes*. Researchgate, mayo 2014.

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

- ▶ Salinas, J. (2010). *La política ambiental y su institucionalidad en Colombia*. Medio Ambiente & Derecho: Revista electrónica de derecho ambiental. n.º 20. https://huespedes.cica.es/gimadus/20/07_john_alexandersalinas_mejia.html

- ▶ Shi-kui Dong, Wei Sha, Xu-kun Su, Yong Zhang, Shuai LI, Xiaoxai Gao, Shi-liang Liu, Jian-bin Shi, Quan-ru Liu, Yan Hao. (2019). *The impacts of geographic, soil and climatic factors on plant diversity, biomass and their relationships of the alpine dry ecosystems: Cases from the Aerjin Mountain Nature Reserve, China* (170-177). Ecological Engineering, Volume 127, I SSN 0925-8574. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.10.027>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092585741830404X>)

- ▶ Tobón Marín, C. (2008). *Ecohidrología de los páramos andinos* (8-12). En: Torres, Fidel y Gabriela López S. (Editores). 2009. Caracterización del ecosistema Páramo en el norte del Perú: ¿Páramo o Jalca? Lima: AGRORED NORTE, The Mountain Institute.

- ▶ Torres, F. (2015). *Comunidades de los páramos del norte peruano y su conocimiento etnobotánico para la innovación. Proyecto Comunidades de los Páramos*. Instituto de Montaña. Corporación Gráfica Andina. Lima, Perú. 17 p.

- ▶ Torres, S., Proaño, C. (2018). *Componentes del balance hídrico en los páramos de Jatunsacha, Ecuador* (52 – 66). LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, Volumen 28 Nº 2.

- ▶ Torres-Guevara, F., Ganoza-Yupanqui, M.L., Suárez-Rebaza, L.A., Malca-García, G.R., Bussmann, R.W. (2020). *Wild Plants of Northern Peru: Traditions, Scientific Knowledge and Innovation*, in: *Wild Plants: The Treasure of Natural Healers* (Eds. M. Rai, S. Bhattarai and C.M. Feitosa). CRC press, USA.

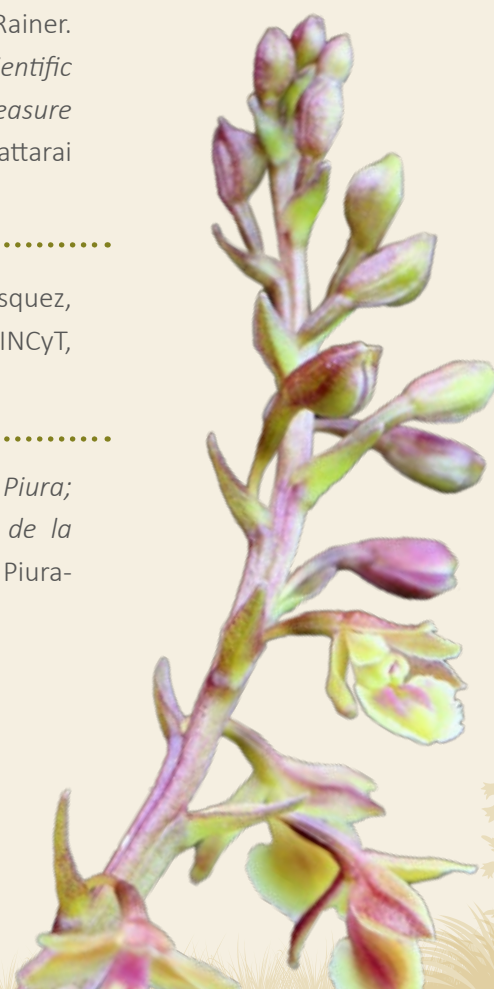
- ▶ Torres-Guevara, F. and Ganoza-Yupanqui, M. (2017). *Etnobotánica y sistemas de extracción para compuestos fenólicos, actividad antioxidante y toxicidad de plantas de páramos y bosques nublados del norte peruano*. Revista Peruana de Medicina Integrativa. 2(2):101-109.

- ▶ Torres, Fidel. (2019). *Etnobotánica y biomoléculas de especies de páramos y bosques nublados de Piura; con potencial aplicación en medicina complementaria y biocomercio*. Tesis Doctoral en Farmacia y Bioquímica. Escuela de Post-Grado. Unidad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo.

- ▶ Torres-Guevara, Fidel., Mayar, L., Ganoza-Yupanqui, Luz., Suárez-Rebaza, Gonzalo., Malca-García & Bussmann, Rainer. (2019). *Wild plants Northern Peru: traditional and scientific knowledge and Innovation*. In: “*Wild Plants: The Treasure of Natural Healers*”. (Eds: Mahendra Rai, Shandesh Bhattarai and Chistiane M. Feitosa).

- ▶ Vásquez, L., Ecurra, J., Aguirre, R., Vásquez, G., Vásquez, L. (2010). *Plantas medicinales del norte del Perú*. FINCyT, Lambayeque Perú; 382 p.

- ▶ Valladolid, Baudilio. (2010). *Especies forestales de Piura; enfoque fitogeográfico, taxonómico y etnobotánico de la Región Piura*. Central Peruana de Servicios – CEPESER. Piura-Perú. 170 pág.



VIII.

ANEXOS

Especie de flora presente en el ecosistema páramo.
Foto: MINAM

ANEXO 1

MÉTRICAS DE ESTIMACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE LOS ATRIBUTOS E INDICADORES, PARA ESTIMAR EL VALOR ECOLÓGICO DE ECOSISTEMA DE PÁRAMO

CUADRO n.º 11

DETERMINACIÓN DE LOS VALORES RELATIVOS DE LOS ATRIBUTOS

	FLORÍSTICA DEL SITIO	ESTABILIDAD SUELO	INTEGRIDAD BIÓTICA	ALTERACIÓN PAISAJE	TOTAL	%	VAL RELAT
Florística del sitio	1	1	1	3	6.0	30	30
Estabilidad suelo	1	1	1	3	6.0	30	30
Integridad biótica	1	1	1	3	6.0	30	30
Alteración paisaje	0.33	0.33	0.33	1	2.0	10	10
					20.0	100	100

CUADRO n.º 12

VALORES RELATIVOS DE LOS ATRIBUTOS

ATRIBUTO	VALOR RELATIVO
Florística del sitio	30
Estabilidad suelo	30
Integridad biótica	30
Alteración del paisaje	10

A) VALORES RELATIVOS DE LOS INDICADORES DE LA FLORÍSTICA DEL SITIO

En consideración de que la riqueza florística es el número de especies presentes en un determinado lugar y su composición florística la magnitud de la presencia de cada especie, su importancia es equivalente y complementaria, por lo que tienen el mismo peso o valor relativo.

CUADRO n.º 13

DETERMINACIÓN DE VALORES RELATIVOS DE FLORÍSTICA



	RIQUEZA	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	TOTAL	%	VR
Riqueza	1	1	2	50	15
Composición florística	1	1	2	50	15
			4	100	30

CUADRO n.º 14

VALOR RELATIVO FLORÍSTICA



	VR
Riqueza	15
Composición florística	15
	30

Por su aporte a la biomasa aérea, cobertura del suelo y arquitectura en la captación de humedad, el tipo de gramíneas presentes constituyen el grupo vegetal de mayor importancia seguido de los arbustos que contribuyen a la estabilidad del suelo y en menor medida las especies herbáceas (Sagástegui, A. 2009).

CUADRO n.º 15

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO INDICADORES DE RIQUEZA (n.º DE ESPECIES)

	GRAMÍNEAS	ARBUSTOS	HIERBAS	TOTAL	%	VR
Gramíneas	1.00	3.00	6.00	10.00	56.50	8
Arbustos	0.17	1.00	5.00	6.17	34.84	5
Hierbas	0.33	0.20	1.00	1.53	8.66	2
				17.70	100.00	15

CUADRO n.º 16

VR INDICADORES DE RIQUEZA (n.º DE ESPECIES)

	VR
Riqueza	15
Composición florística	15
	30

Las especies gramíneas que dominan el paisaje son las que ofrecen la mayor cobertura del suelo, a ello también se debe la asignación del mayor valor relativo frente a los arbustos y herbáceas.

CUADRO n.º 17

DETERMINACIÓN VALOR RELATIVO DE INDICADORES DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (% POR m²)

	GRAMÍNEAS	ARBUSTOS	HIERBAS	TOTAL	%	VR
Gramíneas	1.00	3.00	6.00	10.00	56.50	8
Arbustos	0.17	1.00	5.00	6.17	34.84	5
Hierbas	0.33	0.20	1.00	1.53	8.66	2
				17.70	100.00	15

CUADRO n.º 18

VR INDICADORES DE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (% POR m²)

	VR
Gramíneas	8
Arbustos	5
Hierbas	2
	15

B) VALORES RELATIVOS DE LOS INDICADORES DE LA ESTABILIDAD DEL SUELO

Un factor fundamental en la estabilidad del suelo es la cobertura vegetal aérea que lo protege de la erosión eólica, desecación por el viento y por precipitación directa, por ello su indicador es el más importante. La expresión de suelo desnudo es un indicador visual y cuantificable del problema de

pérdida de vegetación que permite visualizar y estimar la declinación de la capacidad del ecosistema. Esto afecta directamente a la capacidad hídrica del suelo que se puede estimar con la medición de densidad aparente que puede calcularse con un método simple, rápido y barato. La materia orgánica que también se afecta por la variación de los indicadores anteriores, aunque es más difícil de cuantificar, se puede estimar midiendo el grosor de la capa superficial del suelo.

CUADRO n.º 19

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE INDICADORES ESTABILIDAD DEL SUELO

	CA	SDS	DA	MOHS	TOTAL	%	VR
Cobertura aérea (CA) %	1	1	2	2	6	33,3	10
Suelo desnudo superficial (SDS)	1	1	1	2	5	27,8	8
Densidad aparente (DA)	0.5	1	1	2	4.5	25,0	8
Materia orgánica horizonte superficial (MOHS)	0.5	0.5	0.5	1	2.5	13,9	4
					18	100	30

CUADRO n.º 20

VALOR RELATIVO INDICADORES ESTABILIDAD DEL SUELO

	VR
Cobertura aérea (CA)	10
Suelo desnudo superficial (SDS)	8
Densidad aparente (DA)	8
Materia orgánica horizonte superficial (MOHS)	4
	30

C) VALORES RELATIVOS DE LOS INDICADORES DE LA INTEGRIDAD BIÓTICA

La cantidad de biomasa aérea representa la productividad primaria del ecosistema cuya medición directa provee una información cuantitativa de la capacidad del ecosistema para convertir energía como masa vegetal de protección a la erosión, provisión de materia orgánica y estructura del suelo, por lo que se le asigna el máximo valor relativo. Complementando este indicador, la altura de las plantas de la especie dominante brinda la información de la dimensión espacial de la integridad biótica. Debido a que el mantillo es un subproducto de los dos primeros indicadores tiene menor valor relativo, y la presencia de especies exóticas es un indicador de procesos de incidencia humana o de cambio climático, que aún no tiene incidencia significativa.

CUADRO n.º 21

DETERMINACIÓN DE LOS VALORES RELATIVOS DE LOS INDICADORES DE INTEGRIDAD BIÓTICA

	ALTURA PLANTA (m)	CANTIDAD BIOMASA AÉREA (g/m ²)	MANTILLO (g/m ²)	ESPECIES INVASORAS (%)	TOTAL	%	VR
Altura planta (m)	1	1	2	5	9	33	10
Cantidad de biomasa aérea (kg/m ²)	1	1	3	5	10	36	11
Mantillo (cm)	0.5	0.33	1	5	6.83	25	7
Especies exóticas (%)	0.2	0.2	0.2	1	1.6	6	2
					27.4	100	30

CUADRO n.º 22

VALOR RELATIVO DE INTEGRIDAD BIÓTICA

	VR
Altura planta (m)	10
Cantidad de biomasa aérea (kg/m ²)	11
Mantillo (cm)	7
Especies exóticas (%)	2
	30

D) VALORES RELATIVOS DE LOS INDICADORES DE ALTERACIÓN DEL PAISAJE

Estos indicadores de impacto visual son relevantes para la estimación rápida del estado de conservación de un ecosistema, por ofrecer una información panorámica de la situación, que es notable cuando las alteraciones son significativas. El indicador de intensidad es el más relevante, porque informa de la posible irreversibilidad de la alteración como cuando se establece una operación minera de alta intensidad a tajo abierto con sus consecuentes áreas de expansión o el de carreteras para alta transitabilidad. El indicador de magnitud informa sobre el tamaño de la perturbación, pues una alteración, siendo muy intensa, puede ser de áreas focalizadas y pequeñas. Y en la misma proporción de valor relativo el origen de la alteración que puede ser antrópico, natural o combinado.



CUADRO n.º 23

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE INDICADORES ALTERACIÓN DEL PAISAJE

	INTENSIDAD	MAGNITUD	ORIGEN	TOTAL	%	VR
Intensidad	1	2	2	5	50	5
Magnitud	0.5	1	1	2.5	25	2.5
Origen	0.5	1	1	2.5	25	2.5
				10	100	10

CUADRO n.º 24

VALOR RELATIVO ALTERACIÓN DEL PAISAJE

	VR
Intensidad	5
Magnitud	2,5
Origen	2,5
	10

Sobre los atributos e indicadores, se determinó el valor relativo de cada uno, a partir de matrices multicriterio, basado en un análisis jerárquico. Esto permite comparar entre pares de atributos o de indicadores, y determinar la contribución o importancia relativa de cada uno. Se comparan primero los atributos entre sí, en una matriz, y luego los indicadores dentro de cada atributo, en cuatro matrices diferenciadas para cada atributo. Los detalles sobre la propuesta de ponderación, así como el sustento técnico se encuentran en el anexo 1.

CUADRO n.º 25

VALOR RELATIVO DE LOS INDICADORES DE LOS CUATRO ATRIBUTOS DEL PÁRAMO

ATRIBUTO	INDICADOR	VARIABLE	VALOR RELATIVO
Florística del sitio 30 %	Riqueza	Gramíneas	8
		Arbustos	5
		Hierbas	2
	Composición florística	Gramíneas	8
		Arbustos	5
		Hierbas	2
Estabilidad de suelo 30 %	Cobertura aérea (%)		10
	Suelo desnudo superficial (%)		8
	Densidad aparente (g/cm ³)		8
	Materia orgánica horizonte superficial (cm)		4
Integridad biótica 30 %	Altura planta (m)		10
	Cantidad de biomasa aérea (kg/m ²)		11
	Mantillo (cm)		7
	Especies exóticas (%)		2
Alteración del paisaje 10 %	Intensidad		5
	Magnitud		2.5
	Origen		2.5
			100

ANEXO 2

EJEMPLO DE CÁLCULO DEL VALOR ECOLÓGICO APLICADO AL ECOSISTEMA DE PÁRAMO

Haciendo uso de la presente guía, se ha calculado el valor ecológico de un área que corresponde a un ecosistema de Páramo, ubicado en el departamento de Piura. Este caso es usado como ejemplo para ilustrar el procedimiento del cálculo del valor ecológico a partir de los valores de los indicadores medidos en campo. Para ello, se ha utilizado las escalas de valoración de los indicadores que han sido establecidos en la presente guía y que se encuentran consignados en los cuadros n.º 4, 5, 6 y 7.

Aplicando los valores levantados en campo, se ha logrado llenar la cuadro n.º 8, donde se compara los valores de cada indicador levantado en campo con sus valores referenciales correspondientes. Para finalmente, con la suma de los puntajes estimados para cada indicador se obtiene el puntaje total, siendo para este ejercicio 83 puntos, que a la escala del 1 al 10 viene a ser 8.3, lo cual representa que el valor ecológico del área evaluada se encuentra en un estado MUY BUENO, según los rangos establecidos en el cuadro n.º 10.

Finalmente, se recomienda realizar una breve descripción del contexto de la zona donde se ubica el área evaluada.



Paisaje altoandino
característico del
ecosistema
páramo.
Foto: MINAM

EJEMPLO DE CÁLCULO DEL VALOR ECOLÓGICO DE UN ÁREA DE INTERÉS DE ECOSISTEMA DE PÁRAMO

INDICADOR	VALOR REFERENCIAL	PUNTAJE REFERENCIAL (ÓPTIMO)	VALOR UM	PUNTAJE UM
Riqueza (n.º especies)				
Gramíneas (n.º/m²)	> 4	8	3	4
Arbustos (n.º/m²)	> 3	5	3	3
Hierbas (n.º/m²)	> 4	2	4	1
Composición florística (%)				
Gramíneas (%) / m²	> 80	8	85	8
Arbustos (%) / m²	> 70	5	10	1
Hierbas (%) / m²	> 70	2	5	1
Cobertura aérea (%) en 1 m²	> 90	10	100	10
Suelo desnudo superficial (%) en 1m²	0 %	8	0	8
Densidad Aparente (DA) (g/cm³)	0,2 – 0,4	8	0,3	8
Materia orgánica de horizonte superficial (cm)	> 5.0	4	3,5	3
Altura canopia de plantas importantes (cm)	> 60	10	70	10
Cantidad de biomasa aérea (kg/m²)	> 5.0	11	3,5	8
Perfil de mantillo (cm profundidad)	> 3.0	7	2,0	4
Plantas exóticas (%) en 1 m²	< 10	2	0	2
Intensidad	sin daño	5	Sin daño	5
Magnitud (%) del paisaje evaluado	intacto	2,5	intacto	2,5
Origen	no intervenido	2,5	No intervenido	2,5
		100		83

ANEXO 3

RELACIÓN DE ESPECIES DE LOS PÁRAMOS DE AYABACA Y HUANCABAMBA

ESPECIES DE LOS PÁRAMOS DE AYABACA Y HUANCABAMBA (3 000 – 3 500 m s. n. m.)

Nº	NOMBRE	ESPECIE	FAMILIA	PROVINCIA
1	Chupicaure	<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (Smith) Standl.	POLYGOLACEAE	Ayabaca
2	Garu garu	<i>Lomatia hirsuta</i>	PROTEACEAE	Ayabaca
3	Guacum pequeño	<i>Bacharis sp</i>	ASTERACEAE	Ayabaca
4	Granadilla del páramo	<i>Passiflora cumbalensis</i>	PASSIFLORACEAE	Ayabaca
5	Guacún	<i>Diplostephium</i>	ASTERACEAE	Ayabaca
6	Hierba de apostema	<i>Berberis jelskiana</i>	BERBERIDACEAE	Ayabaca
7	Hierba de la fuente	<i>Viola arguta</i> H.B.K.	VIOLACEAE	Ayabaca
8	Hierba de la paloma	<i>Oritrophium peruvianum</i>	ASTERACEAE	Ayabaca
9	Hierba de la rabia	<i>Oenothera rosea</i>	ONAGRACEAE	Ayabaca
10	Hierba del cachul	<i>Bomarea densiflora</i>	LILIACEAE	Ayabaca
11	Hierba del corazón	<i>Chaptalia sp.</i>	ASTERACEAE	Ayabaca
12	Hierba del sereno	<i>Arcytophyllum rivetii</i>	RUBIACEAE	Ayabaca
13	Mora silvestre	<i>Rubus peruvianus</i>	ROSACEAE	Ayabaca
14	Muyaca	<i>Rubus nubigenus</i>	ROSACEAE	Ayabaca
15	Payana	<i>Bejaria mathewsii</i>	ERICACEAE	Ayabaca
16	Payana	<i>Bejaria peruviana</i>	ERICACEAE	Ayabaca
17	Pega pega	<i>Acaena ovalifolia</i>	ROSACEAE	Ayabaca
18	Pepino	<i>Solanum caripense</i>	SOLANACEAE	Ayabaca
19	Poleo del inca	<i>Satureja sericea</i>	LAMIACEAE	Ayabaca
20	Sachon	<i>Hesperomeles pernettyoides</i>	ROSACEAE	Ayabaca
21	San juan morado	<i>Gentianella sp</i>	GENTIANACEAE	Ayabaca
22	Sarcilleja chiquita	<i>Brachyotum naudini</i>	MELASTOMATACEAE	Ayabaca
23	Shagapa	<i>Gentianella crassicaulis</i>	GENTIANACEAE	Ayabaca
24	Shagapa	<i>Gentianella sp.</i>	GENTIANACEAE	Ayabaca



Nº	NOMBRE	ESPECIE	FAMILIA	PROVINICA
25	Shinchigual	<i>Hypericum laricifolium</i>	CLUSIACEAE	Ayabaca
26	Solapa	<i>Cavendishia sp.</i>	ERICACEAE	Ayabaca
27	Tabaco de campo	<i>Valeriana convallarioides (Schmale) B.B. Larsen</i>	VALERIANACEAE	Ayabaca
28	Tabaco de inca	<i>Valeriana aff. tatamana Killip</i>	VALERIANACEAE	Ayabaca
29	Taure	<i>Lupinus sp.</i>	FABACEAE	Ayabaca
30	Ushpa	<i>Gaultheria sp</i>	ERICACEAE	Ayabaca
31	Ushpa	<i>Vaccinium crenatum</i>	ERICACEAE	Ayabaca
32	Ushpa	<i>Vaccinium floribundum</i>	ERICACEAE	Ayabaca
33	Ushpa	<i>Gaultheria reticulata</i>	ERICACEAE	Ayabaca
34	Ushpa	<i>Gaultheria bracteatum</i>	ERICACEAE	Ayabaca
35	Ushpa	<i>Pernettya prostrata</i>	ERICACEAE	Ayabaca
36	Ushpa de oso	<i>Gaultheria sp.</i>	ERICACEAE	Ayabaca
37	Valeriana	<i>Geum peruvianum</i>	ROSACEAE	Ayabaca
38	Violeta de campo	<i>Viola dombeyana DC.</i>	VIOLACEAE	Ayabaca
39	Zarcilleja chiquita	<i>Brachyotum sp.</i>	MELASTOMATACEAE	Ayabaca
40	Hierba de la rabia	<i>Oenothera cf. Epilobiifolia</i>	ONAGRACEAE	Ayabaca
41	Suelda con suelda	<i>Dendrophthera luerii</i>	VISCACEAE	Ayabaca
42	Achicoria del cerro	<i>Chrysactinium acaule (H. B. K.) Weddell</i>	ASTERACEAE	Huancabamba
43	Chulquillo	<i>Oxalis corniculata</i>	OXALIDACEAE	Huancabamba
44	Hierba de apostema	<i>Bejaria mathewsii</i>	ERICACEAE	Huancabamba
45	Hierba de la apostema	<i>Bejaria aestuans L.</i>	VERBENACEAE	Huancabamba
46	Hierba de la rabia	<i>Gentianella sp.</i>	GENTIANACEAE	Huancabamba
47	Hierba de la rabia	<i>Castilleja virgata</i>	SCROPHULARIACEAE	Huancabamba
48	Hórnamo	<i>Senecio tephrosioides</i>	ASTERACEAE	Huancabamba
49	Hórnamo	<i>Huperzia sp.</i>	LICOPODIACEAE	Huancabamba
50	Sachon	<i>Hesperomeles pernettyoides</i>	ROSACEAE	Huancabamba
51	Salvereal	<i>Salvia sp.</i>	LAMIACEAE	Huancabamba
52	Shagapa (chica)	<i>Gentianella sp</i>	GENTIANACEAE	Huancabamba
53	Shagapa amarilla	<i>Sisyrinchium palmifolium</i>	GENTIANACEAE	Huancabamba
54	Shagapa amarilla	<i>Halenia sphagnicola</i>	GENTIANACEAE	Huancabamba





Nº	NOMBRE	ESPECIE	FAMILIA	PROVINICA
55	Shagapa morada	<i>Gentianella sp.</i>	GENTIANACEAE	Huancabamba
56	Shagapa morada grande	<i>Gentianella sp.</i>	GENTIANACEAE	Huancabamba
57	Shilca morada	<i>Baccharis cuneata</i>	ASTERACEAE	Huancabamba
58	Shulca amarilla	<i>Sisyrinchium palmifolium</i>	IRIDACEAE	Huancabamba
59	Shulca amarilla	<i>Arthosanthus sp</i>	IRIDACEAE	Huancabamba
60	Shulca morada	<i>Arthosanthus chimboracensis</i>	IRIDACEAE	Huancabamba
61	Sachon	<i>Hesperomeles pernettyoides</i>	ROSACEAE	Huancabamba
62	Shagapa amarilla	<i>Halenia sphagnicola</i>	GENTIANACEAE	Huancabamba
63	Shagapa morada	<i>Gentianella sp.</i>	GENTIANACEAE	Huancabamba
64	Shulca amarilla	<i>Arthosanthus sp</i>	IRIDACEAE	Huancabamba
65	Shulca morada	<i>Arthosanthus chimboracensis</i>	IRIDACEAE	Huancabamba
66	Suelda con suelda	<i>Aetanthus ornatus</i>	LORANTHACEAE	Huancabamba
67	Ushpa	<i>Pernettya prostrata (Cav.) DC.</i>	ERICACEAE	Huancabamba
68	Ushpa	<i>Gaultheria erecta Ventenat</i>	ERICACEAE	Huancabamba
69	Zarcilleja	<i>Clinopodium obovatum</i>	LAMIACEAE	Huancabamba

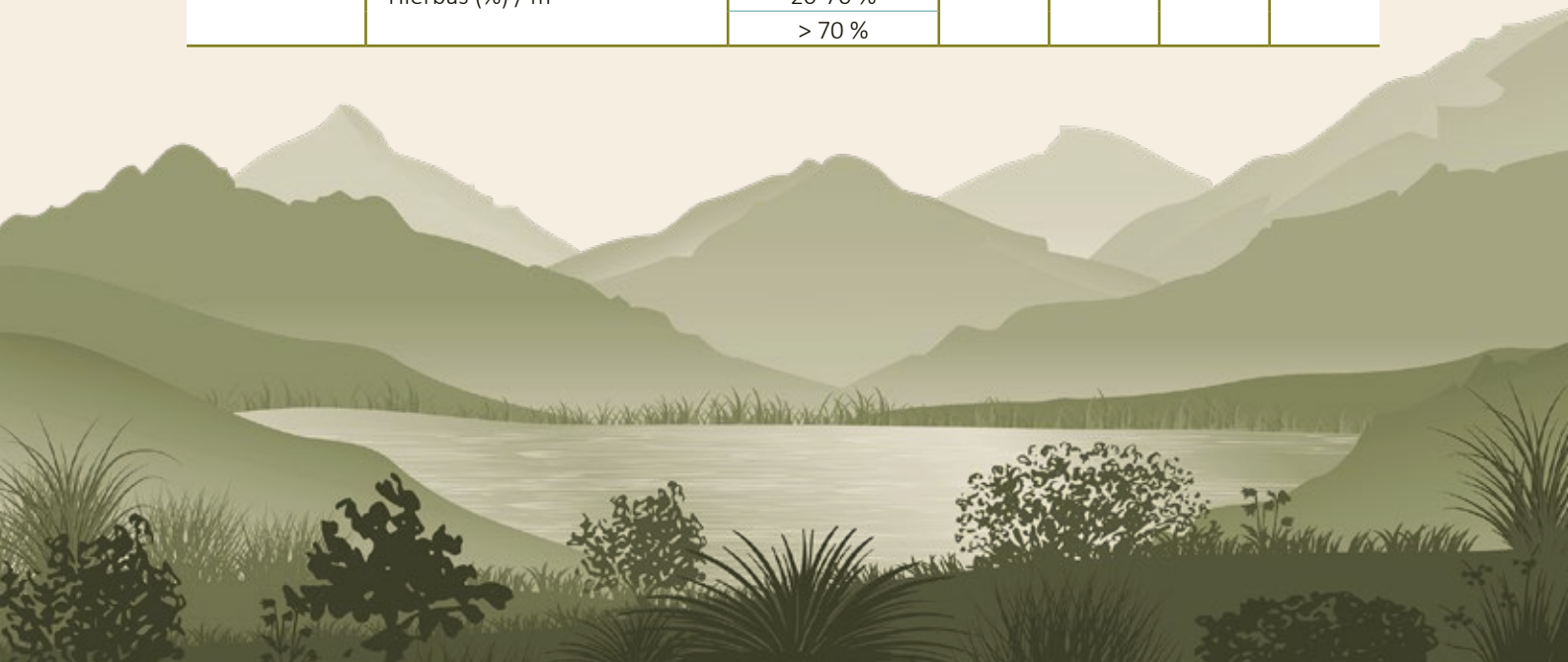
Fuente: Torres, F.2019a.

ANEXO 4

HOJA DE REGISTRO DE CAMPO



HOJA DE REGISTRO DE CAMPO						
Fecha:		Organización comunal:		Centro escolar		
Provincia:		Distrito:		Localidad:		Cuenca: Microcuenca:
ATRIBUTO	INDICADOR	VALOR REFERENCIAL	VALOR UM1	VALOR UM2	VALOR UM3	VALOR UM4
Florística	Riqueza (n.º especies)					
	Gramíneas (n.º /m²)	< 1				
		1-3				
		3-4				
		> 4				
	Arbustos (n.º /m²)	< 1				
		1-3				
		> 3				
		> 4				
	Hierbas (n.º/m²)	< 2				
		2-4				
		> 4				
		> 4				
	Composición florística (%)					
	Gramíneas (%) / m²	< 20 %				
		20-50 %				
		51-80 %				
		> 80 %				
	Arbustos (%) / m²	< 20 %				
		20-70 %				
> 70 %						
> 70 %						
Hierbas (%) / m²	< 20 %					
	20-70 %					
	> 70 %					
	> 70 %					



HOJA DE REGISTRO DE CAMPO

Fecha: Organización comunal: Centro escolar

Provincia: Distrito: Localidad: Cuenca: Microcuenca:

ATRIBUTO	INDICADOR	VALOR REFERENCIAL	VALOR UM1	VALOR UM2	VALOR UM3	VALOR UM4
Estabilidad del suelo	Cobertura aérea (%) en 1 m ²	< 20 %				
		20 – 55 %				
		56 – 90 %				
		> 90 %				
	Suelo desnudo superficial (%) en 1m ²	100 %				
		50 %				
		0 %				
	Densidad aparente (DA) (g/cm ³)	> 0,9				
		0,4 – 0,8				
		0,3 – 0,4				
		0,2 – 0,4				
	Materia orgánica de horizonte superficial (cm)	< 1,0 cm				
		1,0 – 3,0				
		3,0 – 5,0				
		> 5,0				
Integridad biótica	Altura canopia de plantas importantes (cm)	< 30				
		30 – 60				
		60				
	Cantidad de biomasa aérea (kg/m ²)	< 1,0				
		1,0 – 3,0				
		3,0 – 5,0				
		> 5,0				
	Perfil de mantillo (cm profundidad)	< 1,0				
		1,0 – 2,0				
		2,0 – 3,0				
		> 3,0				
	Plantas exóticas (%) en 1 m ²	> 30 %				
		10 a 30 %				
		< 10				
Alteración del paisaje	Intensidad	permanente				
		transitorio				
		leve				
		sin daño				
	Magnitud (%) del paisaje evaluado	> 80 %				
		50 – 80 %				
		20 – 50 %				
		intacto				
	Origen	humano				
		hum-nat				
		natural				
		no intervenido				

ANEXO 5

ANÁLISIS DE SUELO DE PÁRAMOS



CÓDIGO	ALTITUD m	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASE TEXTURAL	PH UND.	C.E. dS/m	CARBONATOS	M.O.T %	HUMEDAD %
MSuelo 1H	3 750	57,38	28,01	14,61	Franco arenoso	4,27	0,13	0,48	37,13	47,35
MSuelo 2H	3 750	59,36	22,15	18,49	Franco arenoso	4,20	0,15	0,52	36,32	46,35
MSuelo 3H	3 650	39,14	28,86	32,00	Franco arcilloso	4,05	0,05	0,12	4,34	20,61
MSuelo 4A	3 200	67,98	20,65	11,37	Franco arenoso	4,80	0,21	0,45	65,34	55,14
MSuelo 5H	3 750	50,97	30,06	18,97	Franco	4,20	0,13	0,10	8,53	23,18

Fuente: Torres, F.2019a.



Especie de flora de los páramos en el Santuario
Nacional Tabaconas Namballe
Foto: MINAM

ANEXO 6

MEDICIONES EN LOS PÁRAMOS DE HUANCABAMBA Y AYABACA

MEDICIONES EN EL PÁRAMO DE HUANCABAMBA.

PÁRAMO CHINGUELAS DE HUANCABAMBA			
ITEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
	ALTURA	30 cm	MUESTRA n.º 1
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none"> ▶ Cobertura completa ▶ Dos tipos de gramíneas ▶ Tres hierbas ▶ Cero arbustos ▶ 80 % de gramíneas ▶ 20 % de hierbas ▶ Biomasa: 4,5 kg ▶ Peso mantillo: 800 gr
1	Ushpa		
2	Shagapa		
3	Ornamo		
4	Shagapa		
5	Pasto natural		
6	Shagapa		
7	Hierba		
8	Pasto		
9	Paja		
10	Cortadera		
	ALTURA	50 cm	MUESTRA n.º 2
1	Pasto natural		<ul style="list-style-type: none"> ▶ Cero gramíneas ▶ Cero arbustos ▶ Cero gramíneas ▶ Cero arbustos ▶ 100 % hierbas ▶ 100 % cobertura ▶ Biomasa: 1,1 kg ▶ Mantillo: 5 kg
2	Shuca grande		
3	Paja		
4	Paja		
5	Paja		
6	Cortadera		
7	Paja		
8	Paja		
9	Paja		
10	Paja		

PÁRAMO CHINGUELAS DE HUANCABAMBA

ITEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
	ALTURA	70 cm	MUESTRA n.º 3
1	Paja		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 4 hierbas ▶ Cero arbustos ▶ 99 % gramíneas ▶ 1 % hierbas ▶ Biomasa: 4,5 kg ▶ Mantillo: 5 kg
2	Sachón		
3	Sachón		
4	Paja		
5	Sachón		
6	Shagapa amarilla		
7	Shagapa		
8	Paja		
9	Shagapa		
10	Hierba		
	ALTURA	50 cm	MUESTRA n.º 4
1	Yerba		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 gramíneas ▶ 2 hierbas ▶ Cero arbustos ▶ 99 % Gramíneas ▶ 1 % hierbas ▶ Biomasa: 2.55 kg ▶ Mantillo: 0,5 kg
2	Paja		
3	Shagapa		
4	Paja		
5	Hierba		
6	Ushpa		
7	Shagapa		
8	Paja		
9	Shagapa		
10	Paja		
	ALTURA	60 cm	MUESTRA n.º 5
1	Cortadera chica		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 4 hierbas ▶ 98 % gramíneas ▶ 2 % hierbas: chicoria, sachón, shuca ▶ Biomasa: 315 kg
2	Cortadera chica		
3	Mantillo		
4	Mantillo		
5	Mantillo		
6	Mantillo		
7	Mantillo		
8	Helecho		
9	Paja		
10	Paja		

PÁRAMO CHINGUELAS DE HUANCABAMBA

ITEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
	ALTURA	40 cm	MUESTRA n.º 6
1	Paja		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 gramíneas ▶ 3 hierbas: shagapa, achicoria, ushpa ▶ 95 % cobertura ▶ 5 % hierba ▶ Biomasa: 2,4 kg ▶ Mantillo: 1,2
2	Sachón		
3	Sachón		
4	Paja		
5	Paja		
6	Paja		
7	Mantillo		
8	Shagapa		
9	Paja		
10	Cortadera		
	ALTURA	60 cm	MUESTRA n.º 7
1	Shagapa		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 gramíneas ▶ 50 % gramíneas ▶ 40 % hierbas ▶ 10 % mantillo ▶ Biomasa: 2,25 kg
2	Paja		
3	Shuca		
4	Paja		
5	Paja		
6	Cortadera		
7	Cortadera		
8	Paja		
9	Cortadera		
10	Cortadera		
	ALTURA	64 cm	MUESTRA n.º 8
1	Cortadera		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3 gramíneas ▶ 2 hierbas: ushpa, Chicoria ▶ 95 % gramíneas ▶ 5 % hierba ▶ Biomasa: 3 kg
2	Paja		
3	Cortadera		
4	Ushpa de oso		
5	Shagapa		
6	Ashuca		
7	Paja		
8	Chingor		
9	Sachón		
10	Cutis morada		

PÁRAMO CHINGUELAS DE HUANCABAMBA

ITEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
	ALTURA	1.20 cm	MUESTRA n.º 9
1	Ushpa		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3 hierbas: chicoria, ushpa, shuca ▶ 2 gramíneas ▶ 80 % gramíneas ▶ 20 % hierbas ▶ Biomasa: 2,95
2	Sachón		
3	Chupaya de oso		
4	Mantillo		
5	Cortadera		
6	Paja		
7	Hierba frutal		
8	Hierba frutal		
9	Paja		
10	Paja		
	ALTURA	60 cm	MUESTRA n.º 10
1	Cortadera y paja		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 hierbas: paja, nudillo blanco ▶ 2 gramíneas ▶ 95 % cobertura con gramíneas ▶ 5 % hierbas ▶ Biomasa: 2 kg
2	Hierba y mantillo		
3	Ashuca		
4	Mantillo		
5	Paja		
6	Paja		
7	Cortadera chica		
8	Paja, cutis		
9	Paja, cutis, chicoria		
10	Shuca		

MEDICIONES EN EL PÁRAMO “GARALES” DE AYABACA

PÁRAMO GARALES TOTORA			
ITEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
	ALTURA	42 cm	MUESTRA n.º 1
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 gramíneas: ichu, cortadera ▶ 1 arbusto ▶ 1 hierba: zarcilleja ▶ 40 % arbusto ▶ 20 % hierba ▶ 40 % gramíneas ▶ 100 % cobertura de suelo ▶ Biomasa: 3,30 kg
1	Gramalote de páramo		
2	Paja ichu		
3	Cortadera chiquita		
4	Ushpa, paja		
5	Trencilla, hierba leñosa		
6	Cortadera chiquita		
7	Cortadera, zarcilleja		
8	Ushpa		
9	Paja y cortadera		
10	Paja, ushpa		
	ALTURA	50 cm	MUESTRA n.º 2
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 gramíneas: ichu, cortadera ▶ 2 arbustos: ushpa, monina (clarín) ▶ 1 hierba desconocida ▶ 80 % gramíneas ▶ 20 % arbustos ▶ 100 % cobertura del suelo ▶ Biomasa: 2,70 kg
1	Ushpa		
2	Gramalote		
3	Zarcilleja, hierba		
4	Paja		
5	Hierba, ushpa		
6	Cortadera		
7	Ushpa, hierba		
8	Ichu, hierba		
9	Ichu, hierba		
10	Gramalote		

PÁRAMO GARALES TOTORA

ITEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
	ALTURA	36 cm	MUESTRA n.º 3
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 1 gramínea: paja ichu ▶ 1 arbusto: payama ▶ 25 % arbusto ▶ 50 % gramíneas ▶ 15 % hierbas pequeñas ▶ 10 % hierbas ▶ 75 % cobertura vegetal ▶ 25 % mantillo ▶ Biomasa: 2,30 kg
1	Chupaya de oso, hierba		
2	Zarcilleja, cortadera		
3	Cortadera, ushpa		
4	Cortadera, hierba		
5	Cortadera, hierba		
6	Hierba, uchú		
7	Paja		
8	Zarcilleja, ushpa		
9	Cortadera		
10	Hierba		
	ALTURA	30 cm	MUESTRA n.º 4
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3 arbustos: zarcilleja, ushpa, hierba dulce ▶ 60 % arbusto ▶ 40 % gramíneas ▶ 100 % cobertura de suelo ▶ Biomasa: 3,95 kg
1	Hierba		
2	Mantillo		
3	Paja		
4	Paja		
5	Ichu		
6	Hierba		
7	Ushpa, ichu		
8	Zarcilleja		
9	Pichinguila		
10	Zarcilleja		

PÁRAMO GARALES TOTORA

ITEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
	ALTURA	40 cm	MUESTRA n.º 5
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 yerba: trencilla, zarcilleja ▶ Arbusto: ushpa, payama ▶ 50 % gramíneas ▶ 40 % arbustos ▶ 10 % hierbas ▶ 100 % cobertura del suelo ▶ Biomasa: 3,95 kg
1	Hierba, paja		
2	Mantillo		
3	Yerba		
4	Ushpa, paja		
5	Ichu, hierba		
6	Ushpa		
7	Ichu, zarcilleja		
8	Ichu, zarcilleja		
9	Ushpa		
10	Ichu, cortadera		
	ALTURA	58 cm	MUESTRA n.º 6
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 gramíneas: ichu, cortadera ▶ 1 hierba: chinchigual ▶ 80 % gramíneas ▶ 20 % hierbas ▶ 100 % cobertura del suelo ▶ Biomasa: 2,50 kg
1	Ichu, hierba		
2	Ushpa, cortadera		
3	Zarcilleja		
4	Ichu		
5	Zarcilleja		
6	Zarcilleja		
7	Zarcilleja		
8	Ushpa		
9	Ushpa, zarcilleja		
10	Ushpa		



PÁRAMO GARALES TOTORA

ITEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
	ALTURA	70 cm	MUESTRA n.º 7
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none">▶ 2 gramíneas: ichu, cortadera▶ 3 hierbas: trencilla, chinchigual, hierba desconocida▶ 100 % cobertura del suelo▶ Biomasa: 3,75
1	Ushpa		
2	Payama, arbusto		
3	Mantillo		
4	Ushpa		
5	Arbusto		
6	Paja		
7	Zarcilleja		
8	Ushpa		
9	Zarcilleja		
10	Paja		
	ALTURA	100 cm	MUESTRA n.º 8
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none">▶ 1 gramínea: ichu▶ 2 hierbas: achupalla de oso, trencilla, líquenes▶ 20 % gramíneas▶ 50 % hierbas▶ 30 % muzgo liquen▶ 100 % cobertura de suelo▶ Biomasa: 3,30 kg
1	Arbusto		
2	Paja		
3	Arbusto		
4	Arbusto		
5	Zarcilleja, ushpa		
6	Espadilla, zarcilleja		
7	Ushpa, paja		
8	Ushpa		
9	Hierba		
10	Ushpa		




PÁRAMO GARALES TOTORA

ITEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
	ALTURA	104 cm	MUESTRA n.º 9
	ESPECIE		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3 gramíneas: gramalote, cortadera, ichu ▶ 2 hierbas: trencilla, chinchigual ▶ 1 arbusto: ushpa ▶ 1 musgo liquen ▶ 70 % gramíneas ▶ 20 % hierbas ▶ 10 % arbusto musgo liquen ▶ 100 % cobertura del suelo ▶ Biomasa: 3,15 kg
1	Ushpa		
2	Ichu		
3	Hierba		
4	Hierba, gramalote		
5	Gramalote		
6	Gramalote		
7	Hierba		
8	Gramalote		
9	Ichu		
10	Ushpa		
	ALTURA	100 cm	MUESTRA n.º 10
1	Zarcilleja		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 gramíneas: ichu, gramalote ▶ 5 hierbas: trencilla, chinchigual, perilla, musgo liquen ▶ 1 arbusto: ushpa ▶ 20 % gramíneas ▶ 70 % hierbas ▶ 10 % musgo liquen ▶ 100 % cobertura del suelo ▶ Biomasa: 2,45 kg
2	Hierba		
3	Zarcilleja, ushpa		
4	Hierba, ushpa		
5	Cortadera		
6	Hierba		
7	Ichu, hierba		
8	Zarcilleja, hierba		
9	Hierba		
10	Hierba		

ESPECIES DE LAS UNIDADES MUESTRALES EN AYABACA

PÁRAMO “GARALES” AYABACA



	GÉNERO	FREC	TIPO
1	<i>Calamagrostis</i>	8	Gramínea
2	<i>Vaccinium</i>	4	Arbusto
3	<i>Carex</i>	3	Hierba
4	<i>Hypericum</i>	2	Hierba
5	<i>Lycopodium</i>	2	Hierba
6	<i>Baccharis</i>	1	Hierba
7	<i>Chaptalia</i>	1	Hierba
8	<i>Cortaderia</i>	1	Hierba
9	<i>Huperzia</i>	1	Hierba
10	<i>Orthrosnathus</i>	1	Hierba
11	<i>Puya</i>	1	Hierba



Arbustos 1

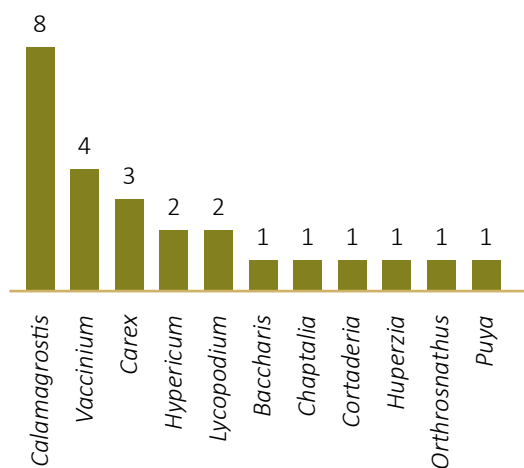


Gramíneas 2



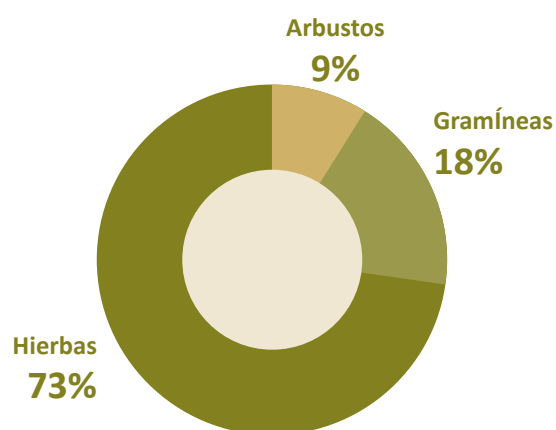
Hierbas 9

Especies por m² páramo de Ayabaca



Fuente: MINAM


Tipos de planta por m² páramo Ayabaca



Fuente: MINAM

ESPECIES DE LAS UNIDADES MUESTRALES EN HUANCABAMBA

PÁRAMO “CHINGUELAS” HUANCABAMBA



	GÉNERO	FREC	TIPO
1	<i>Calamagrostis</i>	6	Gramínea
2	<i>Carex</i>	4	Hierba
3	<i>Paspalum</i>	3	Gramínea
4	<i>Blechnum</i>	2	Hierba
5	<i>Cortaderia</i>	2	Gramínea
6	<i>Orthrosanthus</i>	2	Hierba
7	<i>Baccharis</i>	1	Hierba
8	<i>Vaccinium</i>	1	Arbusto



Arbustos 1

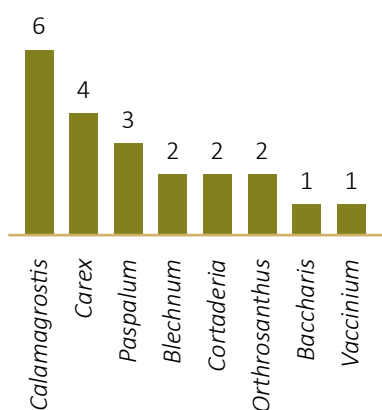


Gramíneas 3



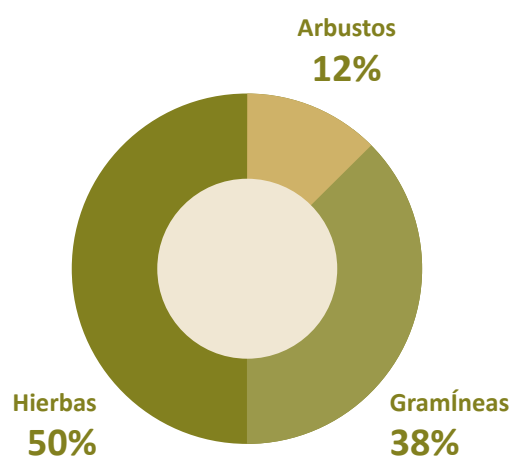
Hierbas 4

Especies por m² páramo Huancabamba



Fuente: MINAM

Tipos de planta por m² páramo de Huancabamba



Fuente: MINAM



IX.

GLOSARIO

Paisaje del ecosistema páramo en el Santuario
Nacional Tabaconas Namballe.
Foto: Municipalidad Provincial de San Ignacio

.....

▶ **Atributos de ecosistema:** Son los componentes fundamentales que informan de la capacidad de cumplir con sus funciones ecológicas clave y expresan su estado de conservación, lo cual es medido a través de sus indicadores (MINAM, 2016; 2019).

.....

▶ **Composición florística:** Es el aporte cuantitativo de cada especie distribuida en el espacio.

.....

▶ **Florística de sitio:** Representa la cantidad y calidad de la vegetación de un ecosistema y revela su capacidad adaptativa y de resiliencia en la medida que las plantas constituyen la base de la cadena alimenticia.

.....

▶ **Estabilidad de suelo:** La estabilidad del suelo está relacionada con la capacidad del ecosistema páramo de mantener condiciones estables de retención y distribución de agua a la cuenca.

.....

▶ **Indicador:** Son medidas físicas, químicas, biológicas o socioeconómicas que mejor representan a los atributos clave de un ecosistema.

.....

▶ **Integridad biológica:** la capacidad de apoyar y mantener una comunidad equilibrada, integrada y adaptativa de organismos que tienen una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable a la del hábitat natural de la región. https://es.qaz.wiki/wiki/Biological_integrity

.....

▶ **Institucionalidad:** son las reglas de juego socioeconómico y los jugadores son las organizaciones (de carácter político, económico, social, o educativo).

.....

▶ **Páramo andino:** son ecosistemas altoandinos, generalmente dominados por gramíneas y otras especies arbustivas y herbáceas, de gran importancia cultural, ambiental, social y económica. Constituyen el ecosistema estratégico en la provisión del servicio ambiental hídrico.

.....

.....

▶ **Producto natural:** En sentido amplio un producto natural está formado por todos los compuestos de la naturaleza. En sentido más restrictivo, un producto natural solo es un metabolito secundario. Compuestos producidos por la vegetación para adaptarse mediante mecanismos bioquímicos de síntesis de metabolitos secundarios, llamados también productos naturales (flavonoides, taninos, antocianinas, polifenoles) que resultan ser beneficiosas para la salud humana como plantas medicinales (Gutiérrez *et al.* 2009).

.....

▶ **Riqueza florística:** número total o diversidad de especies presentes en un determinado lugar.

.....

▶ **Resiliencia:** También definida como la elasticidad de la capacidad que tienen las especies de los ecosistemas y/o comunidades para retornar a su estado original después de la ocurrencia de un cambio debido a perturbaciones naturales o por actividades humanas.

.....

▶ **Resistencia:** La capacidad de permanecer inalterado ante una modificación del medio se define como resistencia (Loret, F. 2012).

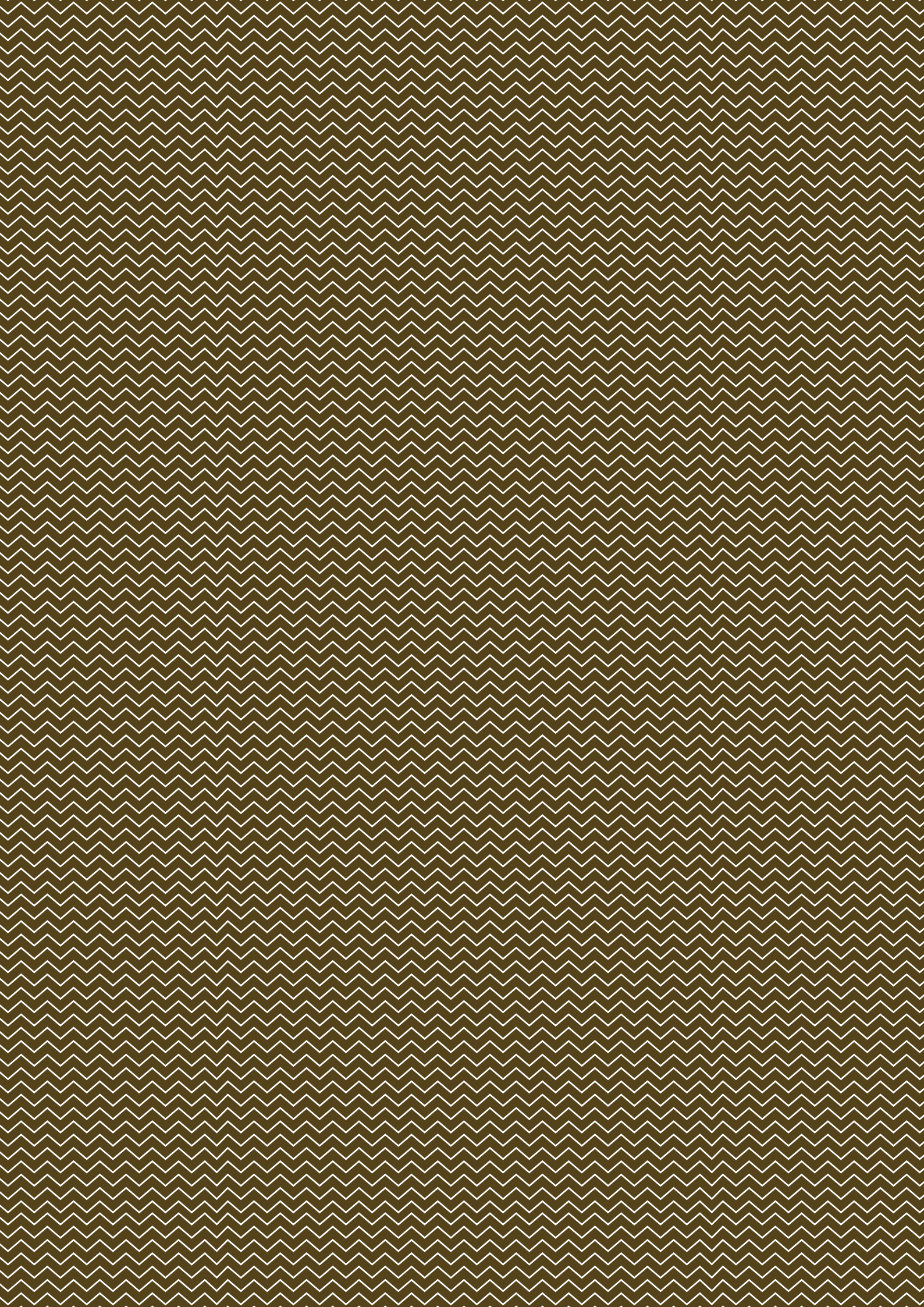
.....

▶ **Sitio de referencia:** modelo para planear un proyecto de restauración y, más adelante, para su evaluación. Es un sitio representativo del ecosistema original en el mejor estado posible de conservación, ubicado dentro de la zona ecológica de interés (SER.2004; Aguilar-Garavito *et al.* 2015).

.....

▶ **Valor relativo:** Es el valor de un indicador que se obtiene de una relación de cálculo entre una variable respecto a otra de diferente magnitud dependiendo de la importancia de una respecto a la otra. Por ejemplo: La comparación de la importancia relativa entre la florística del sitio y la estabilidad del suelo resultó en un menor valor de importancia del primero respecto al segundo.

.....





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

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

Con el apoyo de:



Canada



Imperial College
London