



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# **EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y ESTRATEGIAS**

**de manejo de los ecosistemas  
de la microcuenca Cojup - Huaraz**

**Dirección General de Economía  
y Financiamiento Ambiental**





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# **EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y ESTRATEGIAS**

**de manejo de los ecosistemas  
de la microcuenca Cojup - Huaraz**

**Dirección General de Economía  
y Financiamiento Ambiental**

## **Evaluación del estado de conservación y estrategias de manejo de los ecosistemas de la microcuenca Cojup - Huaraz.**

Autor: Ministerio del Ambiente  
Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales  
Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental

Editado por:  
© Ministerio del Ambiente  
Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales  
Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental  
Av. Antonio Miroquesada 425, Magdalena del Mar, Lima, Perú  
Imágenes: © Ministerio del Ambiente  
Primera edición, abril 2020

# ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>Introducción</b>	<b>8</b>
<b>II.</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>10</b>
<b>III.</b>	<b>Objetivos</b>	<b>11</b>
	3.1. Objetivo general	11
	3.2. Objetivos específicos	11
<b>IV.</b>	<b>Ámbito de la cuenca</b>	<b>11</b>
<b>V.</b>	<b>Metodología</b>	<b>13</b>
	5.1. Delimitación de los ecosistemas (sitios ecológicos)	13
	5.2. Factores para la elaboración del mapa de ecosistemas (sitios ecológicos)	15
	5.3. Evaluación del estado de conservación de los ecosistemas	16
	5.3.1. Atributos de los ecosistemas pajonal, césped de puna y tolar	16
	5.3.2. Indicadores de los atributos de los ecosistemas pajonal, césped de puna y tolar	17
	5.3.3. Diseño de muestreo	18
	5.3.4. Procedimiento para la medición de indicadores	21
	5.3.5. Atributos e indicadores del bofedal	26
	5.3.6. Valoración del estado de conservación	28
<b>VI.</b>	<b>Resultados</b>	<b>29</b>
	6.1. Mapa de factores para la determinación de los ecosistemas (sitios ecológicos)	29
	6.2. Mapa de ecosistemas y ecosistemas de segundo orden (sitios ecológicos)	34
	6.3. Estado de conservación de los ecosistemas	39
	6.3.1. Estado de conservación del pajonal	39
	6.3.2. Estado de conservación del césped de puna	44
	6.3.3. Estado de conservación del tolar	49
	6.3.4. Estado de conservación del bofedal	53
	6.3.5. Mapa de los estados de conservación de los ecosistemas	55
	6.4. Opciones de gestión de los ecosistemas evaluados	58
	6.5. Acciones para la recuperación y la conservación de los ecosistemas altoandinos	62
	6.5.1. Enfoques de manejo y recuperación de pastizales	62
	6.5.2. Modelos conceptuales en el manejo de pastizales	63
	6.5.3. Acciones de manejo y recuperación de pastizales en función al gradiente de degradación	68
	6.5.3.1. Manejo adaptativo	69
	6.5.3.2. Control estricto de pastoreo	72

6.5.3.3.	Manejo de la vegetación y cobertura vegetal	74
6.5.3.4.	Manejo de la cobertura del suelo	75
6.5.4.	Estrategias de mejora productiva y ecológica de pastizales	81
6.5.4.1.	Estrategias extensivas	82
6.5.4.2.	Estrategias intensivas	89
6.5.5.	Estrategias y recomendaciones para la conservación de ecosistemas en la microcuenca Cojup	94
6.5.5.1.	En pajonal y césped de puna	95
6.5.5.2.	En tolares	97
6.5.5.3.	En bofedales	98

**VII. Conclusiones y recomendaciones 100**

**VIII. Referencias bibliográficas 101**

**Anexos 106**



Foto: Michell León/Merese Fida

# 1.

## Introducción

En el Perú, existen aproximadamente 22 millones de hectáreas de pastizales, de las cuales 15 millones pertenecen a la región *Puna*, y son importantes no solo por su valor como recurso forrajero para el pastoreo, sino también debido a los servicios ambientales que ofrecen (Flores, 2013). Sin embargo, más del 60 % de los pastizales altoandinos se encuentran en proceso de degradación debido a la ausencia de políticas de conservación, inadecuado manejo y sobrepastoreo, lo cual genera una reducción de la productividad de los pastizales, la pérdida de biodiversidad y promueve la desertificación (Flores, 1996). En adición, se estima que la degradación haría que los pastizales sean más vulnerables al cambio climático.

La condición del pastizal es un término ecológico que hace referencia al estado de salud de estos, considerando el potencial que podrían alcanzar con respecto a estados referenciados en un punto en el tiempo y grado en el cual la integridad de los atributos de la vegetación, suelo y agua, así como los procesos ecológicos del ecosistema pastizal se encuentran en equilibrio (Flores, 1997 y Pyke *et al.*, 2002).

La degradación de los pastizales altoandinos es el resultado de varios factores que van desde las condiciones de variabilidad climática consideradas en un modelo de

no equilibrio, hasta las actividades ligadas al incremento de la presión de uso de la vegetación dentro del contexto de un modelo de equilibrio (Li *et al.*, 2002), generando en consecuencia un cambio perjudicial de las características de la vegetación y la función hídrica, con un impacto negativo en el valor, servicios y beneficios ambientales que brindan estos ecosistemas (Petersen & Stringham, 2008).

Frente a este panorama existe preocupación por llevar a la práctica estrategias de mejora de pastizales que resulten viables para la rehabilitación de ecosistemas degradados desde el punto de vista económico y ecológico, con la finalidad de agregar sostenibilidad a estos sistemas, mejorando la condición y productividad de los pastizales, e incrementando la estabilidad y resistencia de los ecosistemas a perturbaciones (Krogh *et al.*, 2002).

Rehabilitar un pastizal significa elevar su condición, productividad y capacidad de carga animal, así como la protección del suelo y la recarga hídrica, por lo tanto, las buenas prácticas de manejo de pastizales son aquellas que incrementan la cantidad de forraje utilizable, reemplazan a las plantas indeseables por las deseables, conservan el agua y el suelo, y promueven el incremento de la vida silvestre (Flores, 1993).



El conocimiento del estado de salud o estado de conservación de los pastizales (ecosistemas), ubicados en la zona altoandina de la microcuenca de Cojup, constituye una información importante en la toma de decisiones de la población en cuanto a poder elevar su condición socioeconómica, y de esta manera, que sea consciente de los beneficios que brindan el establecimiento del mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos (MERESE) en la microcuenca de Cojup.

Bajo este contexto, el presente estudio contribuirá con información del estado actual de conservación de los ecosistemas altoandinos, específicamente referido a los ecosistemas pajonal, césped de puna, bofedal y tolar, los cuales constituyen un recurso forrajero de importancia para la población. En este sentido, el estudio permitirá orientar a la construcción de la línea base para la identificación de iniciativas productivas sostenibles en el marco de los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MERESE) en la microcuenca de Cojup.



Foto: Michell León/Merese Fida

## 2. Antecedentes

El Ministerio del Ambiente (MINAM), a través de sus diversos instrumentos de gestión ambiental, como la Política Nacional del Ambiente, propone en su primer eje estratégico, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica, en el cual se especifica dentro de sus objetivos, lograr la implementación de instrumentos de evaluación, valoración y financiamiento para la conservación de los recursos naturales, diversidad biológica y servicios ambientales en el país.

El MINAM es la autoridad ambiental que tiene por función, diseñar, establecer, ejecutar y supervisar la política nacional y sectorial ambiental, con la finalidad de velar por el ambiente y el patrimonio natural de la Nación, a través de una adecuada gestión ambiental aplicada en todos los niveles de gobierno. Actualmente viene implementando los objetivos de la política nacional y regional, con el propósito de lograr un mayor involucramiento y compromiso de los actores clave regionales, locales y de la sociedad civil, buscando resultados concertados y consensuados para el desarrollo sostenible.

*Perú Natural* es uno de los ejes estratégicos de trabajo del Ministerio del Ambiente, que busca promover el desarrollo y el aprovechamiento sostenible de nuestros recursos naturales y la

inversión en la infraestructura natural que brindan los servicios ecosistémicos de provisión de agua en cantidad y calidad, características importantes para el desarrollo de las poblaciones.

El mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos (MERESE) constituye una herramienta que —a través de acuerdos voluntarios— busca financiar e implementar acciones de conservación, recuperación y uso sostenible de la infraestructura natural donde se producen los servicios ecosistémicos, como la provisión de agua en calidad y cantidad para el desarrollo de las diferentes actividades socioeconómicas de la población.

En el año 2015, el MINAM, a través de la Dirección General de Financiamiento Ambiental (DGEFA), en colaboración con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), identificaron veintidós iniciativas de MERESE de regulación hídrica en diversas cuencas del Perú, las cuales cuentan con diferente grado de avance en su diseño e implementación. La DGEFA viene promoviendo su desarrollo y brindando apoyo técnico con la finalidad de fortalecer dichos esquemas.

# 3. Objetivos

## 3.1. Objetivo general

Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas altoandinos en la microcuenca Cojup (Huaraz), con el fin de diseñar mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos (MERESE).3.2.

## Objetivos específicos

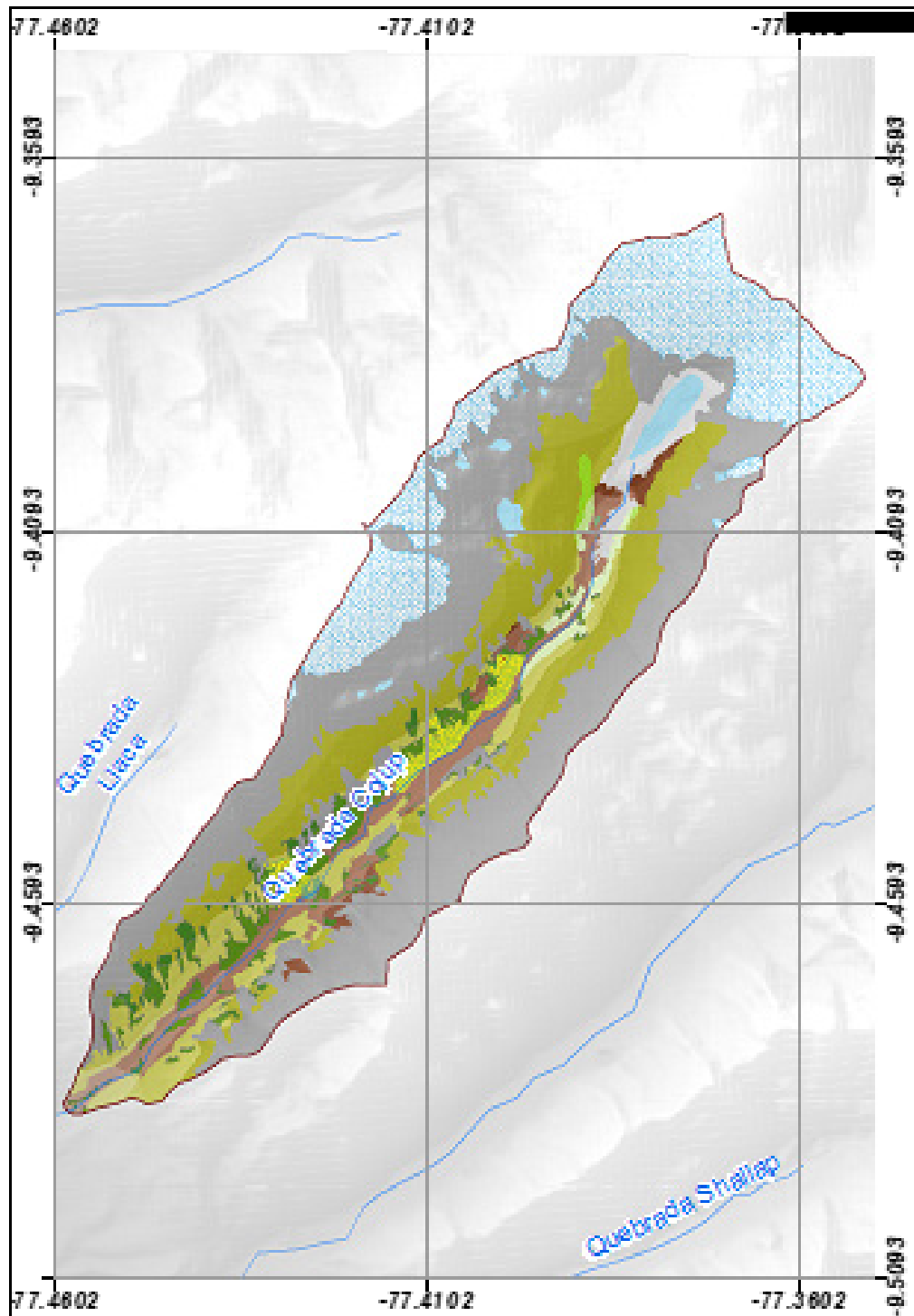
- Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas altoandinos pajonal y césped de puna de la microcuenca Cojup, Huaraz.
- Proponer medidas de conservación, recuperación y uso sostenible de los ecosistemas altoandinos.

# 4. Ámbito de estudio

La microcuenca Cojup se ubica en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash. Pertenece a la cuenca del río Santa, es parte de la cuenca del océano Pacífico y según la Autoridad Nacional del Agua – ANA, pertenece a la Región

Hidrográfica del Pacífico, como parte de la Unidad Hidrográfica 137. Se ubica entre las coordenadas -9.426003 latitud sur y -77.404727 longitud oeste. Comprende altitudes desde 3722 hasta los 6129 m (figura n.º 1).

Figura n.º 1. Mapa de ubicación de la microcuenca Cojup



Fuente: MINAM, 2018

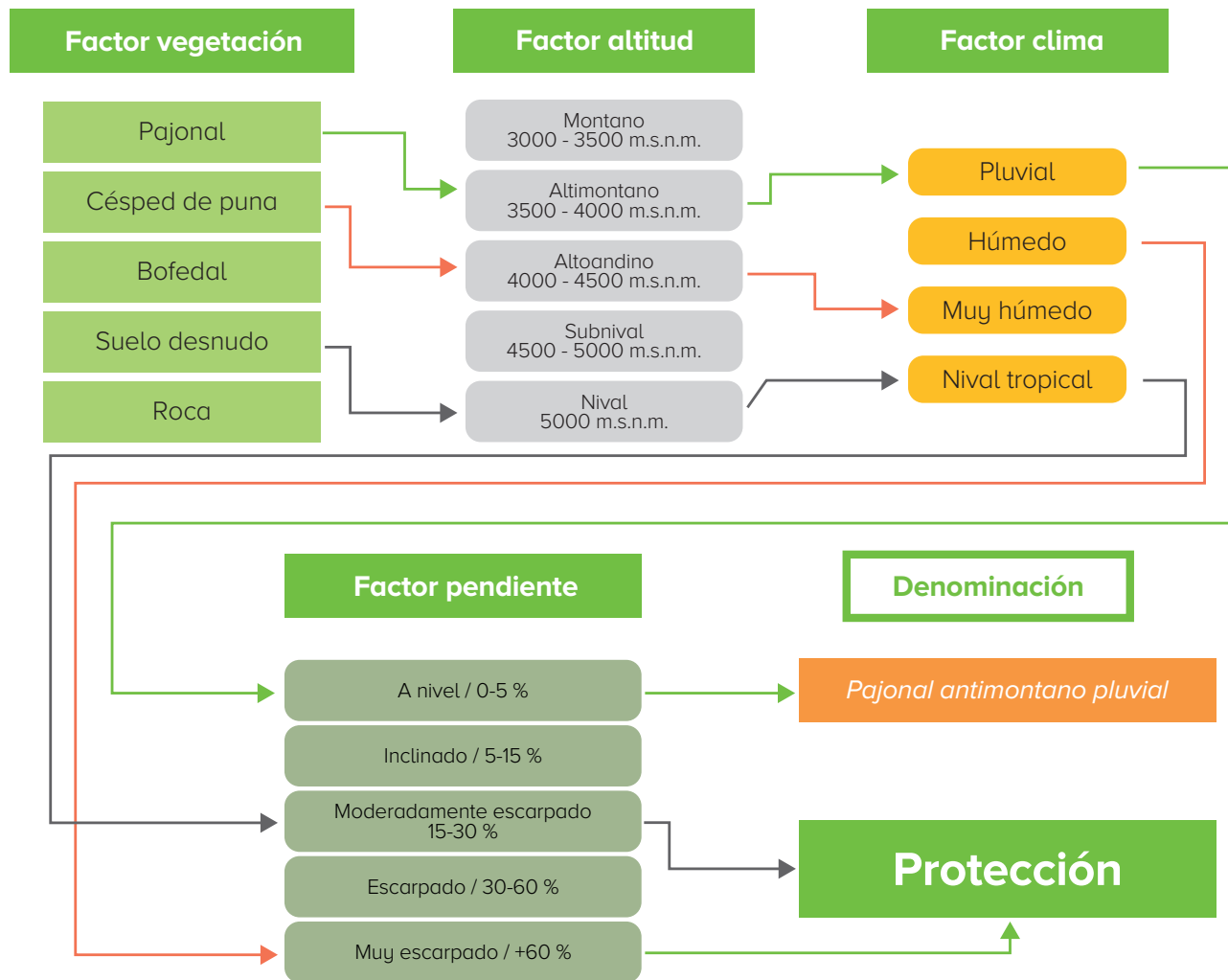
# 5. Metodología

## 5.1. Delimitación de los ecosistemas (sitios ecológicos)

La delimitación de los ecosistemas, que para el presente estudio se denominan *sitios ecológicos*, involucra desarrollar un proceso de integración de varios factores biofísicos basado en la obtención de información primaria y secundaria, tales como la vegetación, el clima y la pendiente, incluyendo el criterio de capacidad de uso mayor de la tierra. En la figura n.º 2 se muestra el proceso para determinar los tipos de ecosistemas o sitios ecológicos.



Figura n.º 2. Proceso cartográfico de mapeo de los ecosistemas (sitios ecológicos).



Fuente: MINAM, 2018

## 5.2. Factores para la elaboración del mapa de ecosistemas (sitios ecológicos)

### a. Factor vegetación

Para expresar el factor vegetación se elaboró un mapa de vegetación tomando como referencia el *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal* (MINAM, 2015). Se utilizaron imágenes satelitales del servidor *Planet* (resolución 4 m), a través de la técnica de clasificación orientada a objetos y con la delimitación de bordes, tomando como base una imagen del servidor *Google Earth* 2018. La escala de interpretación o mapeo fue

de 1:25 000, con un área mínima de mapeo de 2 ha.

### b. Factor clima

Para la elaboración de este mapa se utilizó la información de zonas de vida del *Mapa Ecológico del Perú* elaborado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN, 1976). Se digitalizaron las provincias de humedad de las zonas de vida correspondientes a la microcuenca Cojup.

### c. Factor altitud

Para la elaboración del mapa de elevación o altitudinal, se utilizó el Modelo de Elevación Digital (*DEM*) *ASTER* 2011 de una resolución de 30 m, la cual fue reclasificada de acuerdo a la provincia de humedad y su relación con los pisos ecológicos mostrados

**Cuadro n.º 1. Relación de las provincias de humedad con los pisos ecológicos**

Provincia de humedad	Piso ecológico	Altitud (m)
Húmedo y muy húmedo	Basal	0 - 600
	Basimontano	600 - 1500
	Submontano	1500 - 2500
	Montano bajo	2500 - 3000
	Montano	3000 - 3500
	Altimontano	3500 - 4000
	Altoandino	4000 - 4500
	Subnival	4500 - 5000
	Nival	> 5000

**Fuente:** *Guía de inventario de flora y vegetación* (MINAM, 2015). ONERN (1976). Comunidad Andina (CAN) 2009.

#### d. Factor pendiente

Para la elaboración de este mapa se utilizó el Modelo de Elevación Digital (*DEM*), *ASTER* 2011 de una resolución de 30 m, el cual fue procesado

para obtener un archivo de pendientes en porcentaje basándose en la elevación del píxel. Seguidamente se realizó una reclasificación de acuerdo al criterio de descripción de unidades de mapeo (cuadro n.º 2).

**Cuadro n.º 2. Clases de pendiente**

Denominación	Pendiente (%)
A nivel	0 - 5
Inclinado	5 - 15
Moderadamente escarpado	15 - 30
Escarpado	30 - 60

Fuente: MINAM, 2018

### 5.3. Evaluación del estado de conservación de los ecosistemas

Para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas priorizados como son el pajonal, el césped de puna y el tolar, se aplicó la metodología de la *Guía complementaria para la compensación ambiental de ecosistemas altoandinos: pajonal, césped de puna y tolar*, aprobada por la Resolución Ministerial n.º 183-2016-MINAM, la cual se basa en la aplicación de escalas de valores relativos al nivel de cada atributo del ecosistema y de sus respectivos indicadores.

Para el caso del ecosistema bofedal, variaron algunos de los atributos e indicadores utilizados para los ecosistemas antes mencionados, debido a su naturaleza (humedal).

#### 5.3.1. Atributos de los ecosistemas pajonal, césped de puna y tolar

##### Florística del sitio

Involucra a dos indicadores: riqueza de especies y composición florística, y refleja la contribución de los diferentes grupos funcionales como gramíneas y graminoides, hierbas y arbustos a los procesos ecológicos y la estabilidad del sistema ecológico. La florística nos brinda información sobre la capacidad del ecosistema de albergar especies y, en consecuencia, su



potencial para resistir eventuales cambios adversos en su condición, debido a que existe una relación positiva entre el grado de diversidad y la estabilidad del ecosistema.

#### Estabilidad del suelo

Involucra a cuatro indicadores, cobertura aérea del suelo, ausencia de suelo desnudo, pérdida de suelo superficial y cantidad de materia orgánica en el horizonte superficial. Estos indicadores reflejan la capacidad del área para evitar la pérdida de nutrientes y la función hidrológica causada por la acción del viento y el agua. La estabilidad del suelo está relacionada con la capacidad del ecosistema de mantener condiciones estables para el crecimiento de las plantas y resistir la erosión.

#### Integridad biótica

Involucra a cuatro indicadores, altura de plantas dominantes, cantidad de biomasa aérea, mantillo superficial y presencia de plantas invasoras. Revela la capacidad del área para mantener los procesos ecológicos clave, como ciclo de nutrientes, captura de energía, productividad y regulación del ciclo hídrico, y resistir a la pérdida de estas funciones causadas por perturbaciones ambientales en un contexto de variabilidad normal.

### 5.3.2. Indicadores de los atributos de los ecosistemas pajonal, césped de puna y tolar

#### a. Riqueza de especies

Este parámetro se refiere al número de especies por grupo funcional (gramíneas y graminoides, hierbas y arbustos) que existe en el área y

está asociada positivamente con el grado de estabilidad y resiliencia del sistema ecológico, debido a que las especies allí presentes, son el resultado de un largo proceso de adaptación a las condiciones bióticas y abióticas prevalentes en el ecosistema.

#### b. Composición florística

Refleja la contribución relativa que hacen a la cobertura vegetal, 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. Los cambios en la composición de especies pueden estar relacionados a cambios en infiltración, así por ejemplo, césped de puna y arbustales difieren en su capacidad de intercepción de lluvia, escorrentía e infiltración.

#### c. Cobertura aérea 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. Este parámetro está correlacionado también con los patrones de flujo de agua, porque a mayor cobertura, la intercepción de gotas de lluvia es mayor y el movimiento del agua superficial se hace más lento.

#### d. Suelo desnudo

La superficie de suelo desnudo está positivamente correlacionado con el nivel de escorrentía, grado de erosión y el tamaño de espacios vacíos existente entre las canopias de las plantas, de tal modo que espacios vacíos amplios entre estas, tienen un mayor efecto sobre las funciones ecológicas que espacios pequeños.

### **e. Pérdida de suelo superficial**

A medida que el suelo superficial se pierde, la estructura del suelo subsuperficial se degrada y el contenido de materia orgánica se reduce, trayendo como consecuencia una pérdida en la capacidad del sitio para almacenar agua de lluvia y liberarla gradualmente, así como la capacidad del suelo de suplementar nutrientes para el crecimiento de las plantas.

### **f. Materia orgánica en el horizonte superficial**

La materia orgánica acumulada en la forma de hojarasca, el color del suelo y la existencia de estructura, son indicadores de la cantidad de materia orgánica presente y del potencial del sitio para proveer nutrientes al ecosistema, así como brindar condiciones adecuadas para el desarrollo de la vegetación y el funcionamiento del sistema hidrológico.

### **g. Altura de la canopia 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. 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.

### **h. Cantidad de biomasa aérea.**

Este parámetro revela la capacidad productiva del sitio y el grado en que este es capaz de capturar energía, almacenarla y transferir nutrientes a las cadenas de pastoreo y

descomposición, asegurando así, una adecuada transferencia de nutrientes de la planta al sistema suelo.

### **i. Cantidad de mantillo.**

La cantidad de mantillo por unidad de área está relacionada positivamente con el nivel de protección del suelo, la capacidad del sistema para sostener procesos clave como el ciclo de nutrientes y brindar una adecuada protección contra la erosión, permitiendo una mejor infiltración y regulación del abastecimiento del agua.

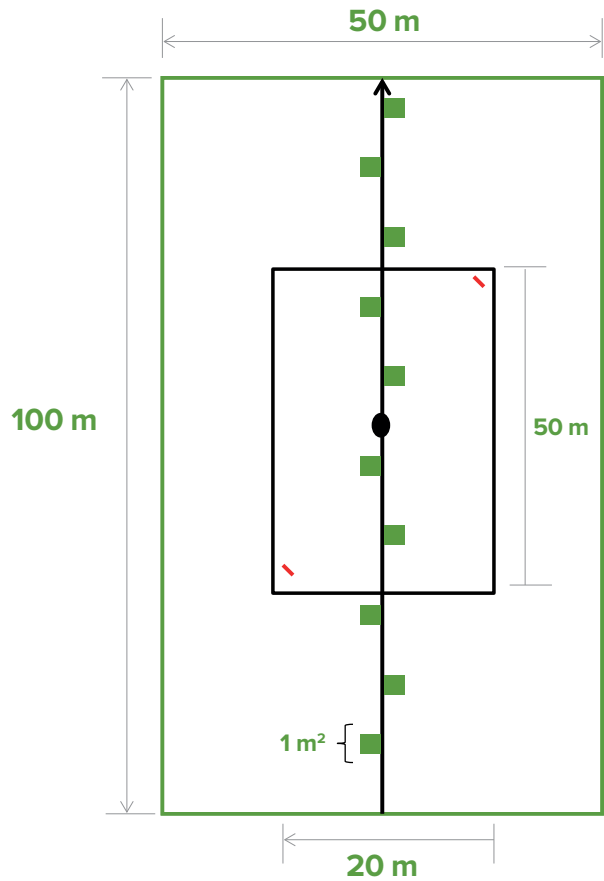
### **j. Plantas invasoras**

La presencia de plantas invasoras, no originales del ecosistema, indica que las condiciones ambientales que favorecían la presencia de especies nativas han cambiado significativamente. Estas plantas por su naturaleza generalmente anual o efímera, brindan menor protección al suelo que las especies originales, haciéndolo más inestable y susceptible a las perturbaciones.

## **5.3.3. Diseño de muestreo**

En las figuras n.º 3 y n.º 4, se muestra el diseño del transecto y de las parcelas de evaluación.

Figura n.º 3. Diagrama de una parcela de evaluación



#### Transecto Central 100 m

- Altura de plantas (cm)
- Cobertura superficial suelo (%)
- Suelo desnudo (%)

#### Cuadrante 20 x 50 m

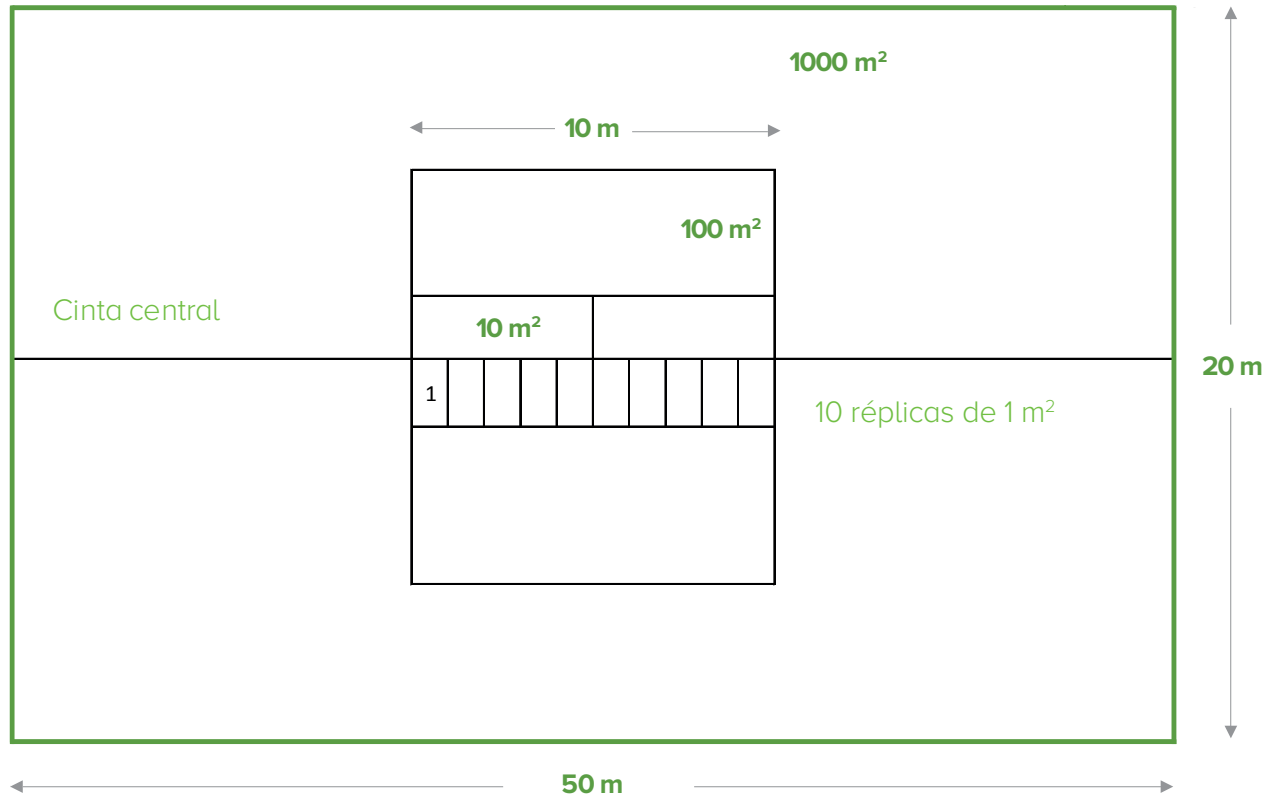
- Número de especies
- Número de grupos funcionales

#### Cuadrante 1 x 1 m

- Cobertura aérea (%)
- Cantidad de biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
- Cantidad de mantillo ( $\text{g}/\text{m}^2$ )

**Fuente:** Guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas altoandinos.

Figura n.º 4. Diseño de las subparcelas de 20 x 50 m



**Fuente:** Guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas altoandinos

### 5.3.4. Procedimiento para la medición de indicadores

La **riqueza** se expresa como el número de especies existentes en un área representativa del sitio de evaluación y para estimarla se utiliza un sistema de cuadrantes anidados (1, 2, 3, 5, 10, 20, 40, 100 m<sup>2</sup>), los más pequeños incluidos dentro de los de tamaño más grande (Whittaker, 1975).

El evaluador recorre primero el sitio para tomar conocimiento general de la fisionomía y florística, luego ubica un área representativa del sitio en proceso de evaluación y en el centro del mismo ubica el sistema de cuadrantes anidados. Aquí se registra el número de especies existentes en 1 m<sup>2</sup>, luego, agrega a la lista inicial la relación de nuevas especies encontradas en 2 m<sup>2</sup>, luego las adicionales existentes en 3 m<sup>2</sup> que no estuvieron en el cuadrante de 2 m<sup>2</sup> y así sucesivamente hasta completar el cuadrante de 100 m<sup>2</sup>. El resultado es una lista de especies existentes en toda el área.

La **composición florística** se refiere a la proporción que cada especie o grupo funcional representa sobre un total de 100 lecturas a lo largo de un transecto de 100 m (DeVries, 1979; Parker, 1951). Este parámetro permite determinar qué especies son las más importantes.

A lo largo del transecto de 100 m, se realiza, con el anillo censador y a intervalos de 1 m, el registro del grupo funcional captado (gramíneas

y gramínoideas, hierbas y arbustos), plantas invasoras, suelo desnudo, pavimento de erosión y mantillo. Con esto se determina el porcentaje presente de cada grupo funcional.

La **cobertura** aérea es la proyección de la canopia de la planta sobre el suelo y se estima visualmente dentro de cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> a lo largo de un transecto cinta de 1 m x 100 m (Kent, 2012). La forma de estimación depende del grado de experiencia, cuando esta existe, los valores de cobertura se pueden expresar puntualmente, y cuando no la hay, se estima en base a rangos de cobertura dentro de una escala previamente determinada (cuadro n.º 3).

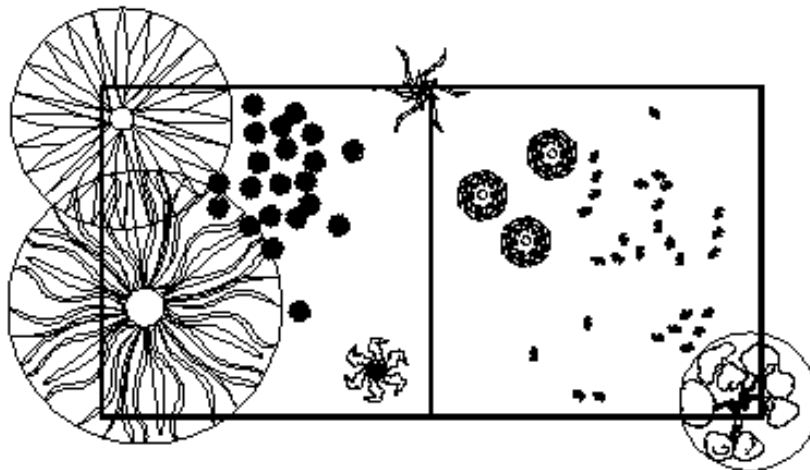
El método consiste en observar el cuadrante directamente desde una posición vertical y asignar la clase y promedio de la escala Domin – Krajina correspondiente para la especie dominante, subdominante y sub-subdominante. Especies dominantes, son aquellas plantas que contribuyen en mayor cuantía a la cobertura aérea, la densidad y la biomasa disponible en el sitio de evaluación. Las especies subdominantes y sub-subdominantes contribuyen en menor proporción a la cobertura aérea, la densidad y la biomasa disponible. Durante el proceso de estimación se debe registrar también la canopia de plantas que se extienden sobre el cuadrante aun cuando sus raíces no se encuentran dentro del cuadrante. Por lo tanto, en algunos casos, la cobertura aérea puede exceder el cien por ciento si se toma en cuenta la superposición de la cobertura de especies del estrato superior sobre el inferior (BLM, 1999; Kennedy y Addison, 1987).

**Cuadro n.º 3. Clases de cobertura y valor promedio asignado a la estimación visual en cuadrantes de 1 x 1.**

Clase	Rango de cobertura	Promedio asignado
10	100	100,0
9	75-99	87,0
8	50-75	62,5
7	33-50	41,5
6	25-33	29,0
5	10-25	17,5
4	5 -10	7,5
3	2 - 5	2,5
2	<1	0,5
1	<1	0,0

**Fuente:** MINAM, 2018

**Figura n.º 3. Medición de la cobertura aérea**



**Fuente:** Guía complementaria para la compensación ambiental de ecosistemas altoandinos.

El **suelo desnudo** es la porción de suelo desprovista de vegetación o mantillo a lo largo de un transecto de 100 m y se estima en porcentaje sobre un total de 100 lecturas (DeVries, 1979; Parker, 1951).

El registro se hace con un anillo censador de 2,5 cm<sup>2</sup> a lo largo del transecto de 100 m a intervalos de 1 m. Al final del proceso de evaluación se obtienen 100 lecturas o registros a partir de los cuales se obtiene de manera directa el porcentaje.

La **pérdida de suelo superficial** se estima visualmente y es un reflejo del deterioro que experimenta el suelo debido al mal manejo, sobreexplotación de los recursos naturales y factores ambientales asociados con la precipitación, fuerza del viento, sequías, entre otros (Anderson, 1974).

La estimación de pérdida de suelo se realiza por apreciación visual al inicio, mitad y final de un transecto de 100 m de largo, utilizando los criterios y las clases asignadas en el formato B4. La evaluación involucra movimiento de mantillo, deposición de suelo, presencia de plantas en pedestal, pavimento de erosión, erosión laminar, erosión en surcos y presencia de cárcavas.

La **materia orgánica**, se refiere a la porción de material vegetal que se encuentra formando parte estructural de la porción superficial del suelo y que se halla en proceso de descomposición. Se determina por el método de Walkley y Black (Chapman y Pratt, 1973).

Se extrae de muestras representativas o alícuotas de suelo superficial. Cada alícuota está compuesta por una muestra combinada de cinco submuestras de aproximadamente 0,5 kg, tomadas sistemáticamente cada 20 m a lo largo del transecto de 100 m.

La **altura** de las plantas es una característica propia de cada especie, pero su tamaño relativo depende de las condiciones ambientales prevalentes y del estado del manejo. La importancia de las plantas está dada por la suma de los valores de cobertura relativa, densidad relativa y frecuencia relativa de las plantas perennes presentes en el sitio de evaluación (BLM, 1999).

Se registra la altura de las tres especies de plantas más importantes a lo largo del transecto de 100 m, sistemáticamente cada 10, utilizando como unidad de medición a la planta más importante cercana a los puntos de muestreo ubicados a 10, 20 hasta el punto ubicado a 100 m. El registro de altura se hace donde se concentra la mayor cantidad de hojas, estimada a partir de donde al colocar la mano se sienta mayor presión.

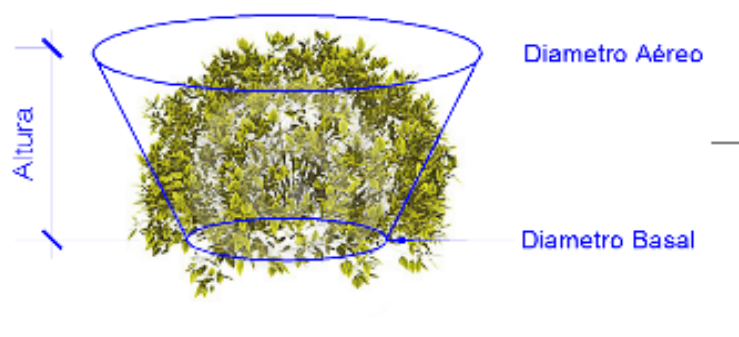
La **biomasa** aérea es el reflejo de la capacidad del sistema ecológico para almacenar energía en la forma de material vegetal tanto aéreo como subterráneo, pero se estima solamente en la parte aérea por las dificultades y costos asociados con obtener información de la cantidad de materia orgánica presente en el suelo y se expresa generalmente en g/m<sup>2</sup> (Kent, 2012).

El material vivo es cortado a ras del suelo en cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> tomado cada 10 m a lo largo del transecto lineal de 100 m. Para el material arbustivo, la biomasa se estima multiplicando su densidad por la cantidad de hojas estimadas a partir de un análisis dimensional; es decir, considerando la relación volumen/peso de la canopia (figura n.º 4). La densidad, número de plantas por hectárea, se obtiene contando plantas arbustivas en los cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> utilizados para estimar la cobertura aérea. El análisis dimensional se realiza en 10 arbustivas,

cada 10 metros, a lo largo del transecto de 100 m. Se colectan y pesan las hojas de las arbustivas seleccionadas y se mide el diámetro menor y mayor y la altura de la planta para estimar el volumen. El volumen de la planta (x)

y el peso de las hojas (y) luego se utilizan para generar ecuaciones del tipo  $y = a + bx$ , donde  $a$  es el intercepto y  $b$  es la pendiente de la ecuación lineal.

**Figura n.º 4. Variables de medición para estimar la biomasa arbustiva**



**Fuente:** Guía complementaria para la compensación ambiental de ecosistemas altoandinos.

El mantillo se refiere a la hojarasca existente sobre la superficie del suelo y refleja la cantidad de material vegetal que potencialmente está disponible para ser incorporada por la acción de micro-herbívoros y otros procesos destinados a conformar parte de la materia orgánica.

Se colecta toda la hojarasca y residuos vegetales existentes sobre la superficie del suelo dentro de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>. Este material es recogido manualmente y pesado en fresco para estimar la cantidad de mantillo. Se obtiene un total de diez muestras cada 10 m a lo largo de un transecto de 100 m, pesadas individualmente y registradas en el formato B5.

Las plantas invasoras son plantas que no aparecen en estadios intermedios de conservación y terminan reemplazando a las especies originales cuando el sitio es perturbado por factores ambientales o mal manejo (DeVries, 1979; Mueller-Donbois y Ellenberg 1974). Las especies se registran a lo largo del transecto de 100 m a intervalos de 1 m, cuya relación se muestra en el cuadro n.º 4.



**Cuadro n.º 4. Lista de especies invasoras del pajonal y césped de puna**

Familia	Especie
Asteraceae	Werneria nubigena
Asteraceae	Perezia multiflora
Asteraceae	Senecio spinosus
Cactaceae	Opuntia flocosa
Caryophyllaceae	Pycnophyllum molle
Fabaceae	Astragalus garbancillo
Geraniaceae	Geranium sessiliflorum
Malvaceae	Malva sp.
Plantaginaceae	Plantago sericea
Poaceae	Aciachne pulvinata
Poaceae	Aciachne acicularis
Poaceae	Muhlenbergia peruviana
Poaceae	Aristida sp.
Urticaceae	Urtica flabellata

**Fuente:** Guía complementaria para la compensación ambiental de ecosistemas altoandinos

El siguiente paso, es la estimación de los valores relativos de cada indicador, basado en valores de las áreas de referencia (bien conservadas) y cuyo cálculo se basó en la *Guía complementaria para la compensación ambiental de ecosistemas altoandinos*.

Para la medición de los indicadores, se utilizaron los siguientes materiales y equipos de campo:

- Una wincha de 100 m de largo y una cinta métrica o wincha de 3 m
- Un pico y una lampa para la extracción de muestras de suelo
- Bolsas y etiquetas para identificar muestras de suelo y estacas para marcar el área de evaluación
- Un cuadrante de 1 x 1 para medir la cantidad de biomasa, mantillo y apreciar la cobertura aérea
- Un equipo para medir pH
- Un barreno para extraer muestra de suelo y martillo
- Un cilindro metálico para la densidad aparente del suelo

- Un sistema de posicionamiento global (GPS) para referenciar el área
- Una romana de campo de alta precisión (1 gramo) para el pesado de muestras
- Formatos de evaluación de campo y tablero de mano
- Cámara fotográfica digital (esencial) y cámara digital o filmadora

### 5.3.5. Atributos e indicadores del bofedal

En el cuadro n.º 5, se muestran los pesos relativos (%) asignados a los atributos e indicadores utilizados para la evaluación del estado de conservación del bofedal. En la figura n.º 6, se muestran los rangos de valores y su puntaje respectivo de los indicadores asignados.

**Cuadro n.º 5. Lista de atributos e indicadores del bofedal**

Atributo	Indicador	Peso relativo (%)
Agua (39,6 %)	Napa freática (cm)	30,8
	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	8,8
Suelo (19,9 %)	Profundidad de turba (cm)	9,2
	Materia orgánica (%)	3,5
	Densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )	3,5
	Signos de erosión	2,9
Biota (19,9 %)	Especies invasoras (%)	8,7
	Riqueza (número de especies)	3,1
	Cobertura (%)	3,0
	Biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	5,1
Paisaje (16,0 %)	Amenazas	8,0
	Conectividad hidrológica	8,0
<b>Total</b>		100,0

Fuente: MINAM, 2018

Cuadro n.º 6. Rango de valores y puntajes respectivos para los indicadores del bofedal

Atributo	Indicador	Rango de valores	Puntaje
Condición del agua	Napa freática (cm)	< 5	30,8
		6 a 20	20,5
		21 - 60	10,3
		> 60	0,0
	Conductividad eléctrica (µS/cm)	< 52	8,8
		52 - 110	5,9
		110 - 215	2,9
		> 215	0,0
	Profundidad de turba (cm)	> 200	9,2
		100 - 200	6,1
		41 - 100	3,1
		< 40	0,0
Condición del suelo	Materia orgánica (%)	> 75	3,5
		56 - 75	2,3
		37 - 55	1,2
		< 37	0,0
	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	< 0,2	3,5
		0,2 - 0,3	2,3
		0,3 - 0,9	1,2
		> 0,9	0,0
	Signos de erosión	A	2,9
		B	1,9
		C	1,0
		D	0,0

Fuente: MINAM, 2018

### 5.3.6. Valoración del estado de conservación

En el cuadro n.º 7, se muestra la escala de valoración del estado de conservación para todos los ecosistemas evaluados (pajonal, césped de puna, tolar y bofedal).

**Cuadro n.º 7. Escala y valor relativo del estado de conservación para los ecosistemas.**

Escala	Valor relativo (%)	Estado
0 - 2	00 – 20	Muy pobre
2 - 4	20 – 40	Pobre
4 - 6	40 – 60	Regular
6 - 8	60 – 80	Bueno
8 – 10	80 – 100	Muy bueno

**FUENTE:** GUÍA COMPLEMENTARIA PARA LA COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS ALTOANDINOS

# 6. Resultados

## 6.1.

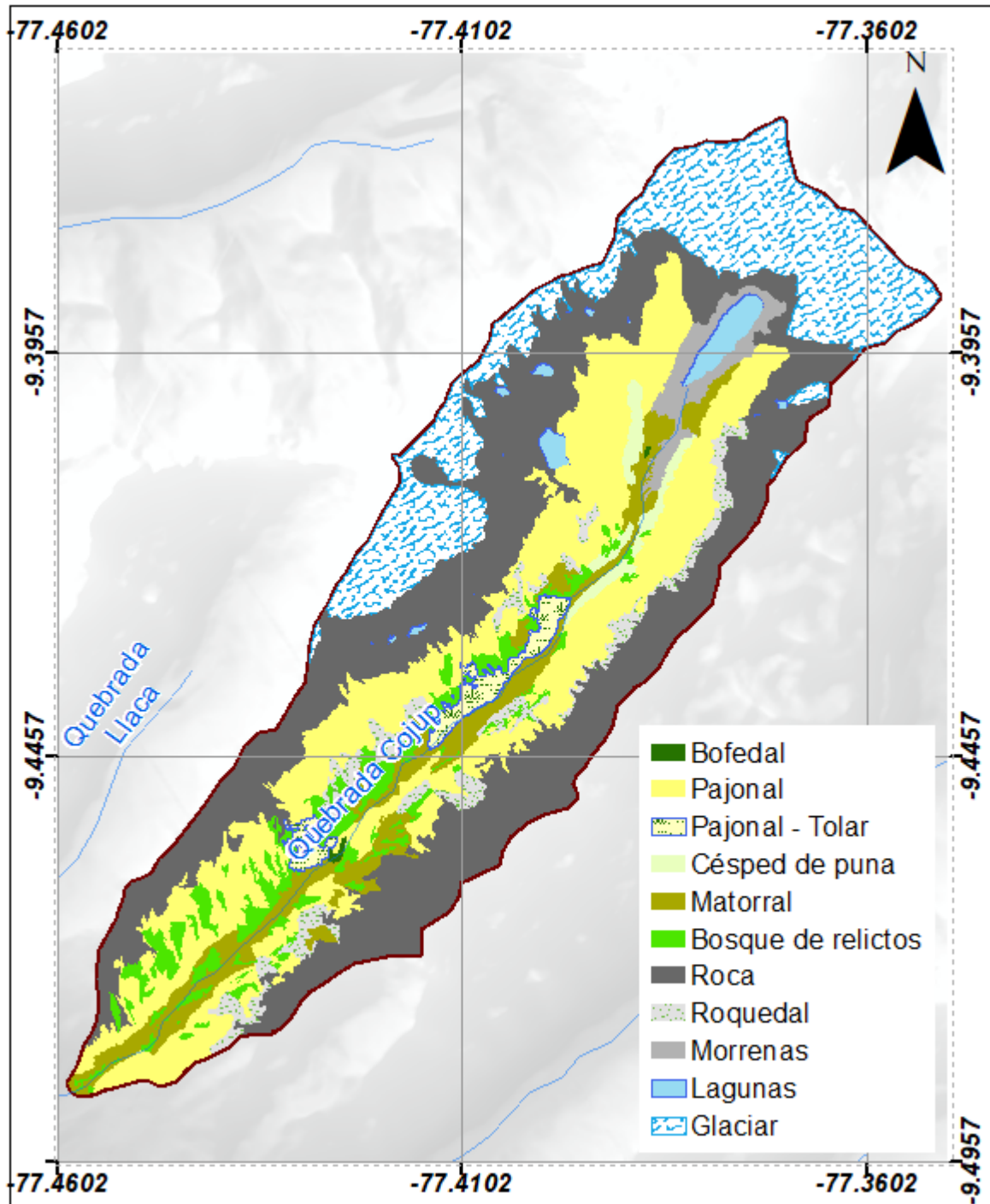
### Mapa de factores para la determinación de los ecosistemas (sitios ecológicos)

En las figuras n.º 5, n.º 6, n.º 7 y n.º 8, se muestran los mapas insumo que han sido usados para la elaboración del mapa de ecosistemas de primer y segundo orden (sitios ecológicos).



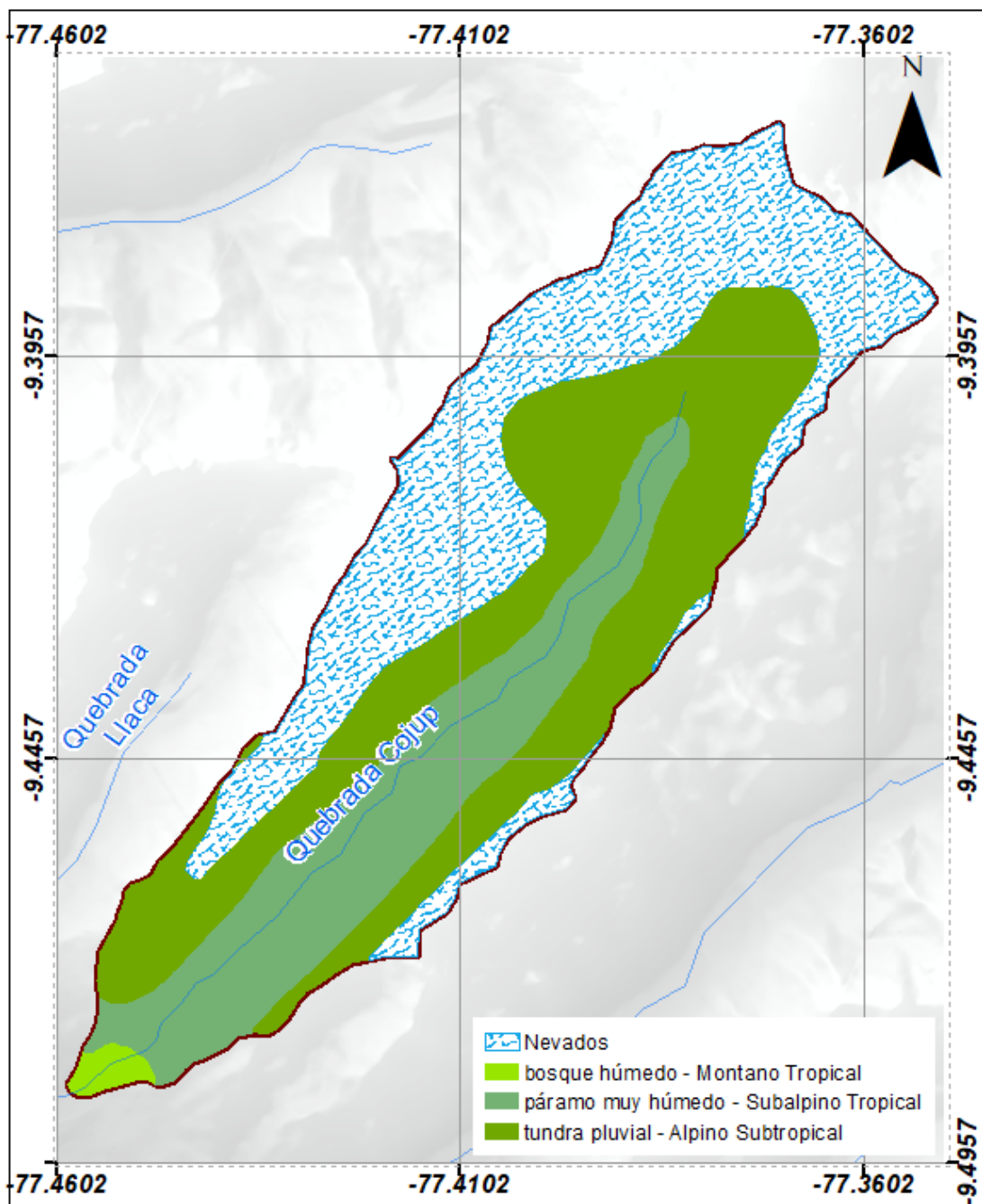
Foto: Michell León/Forest trends

Figura n.º 5. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca Cojup



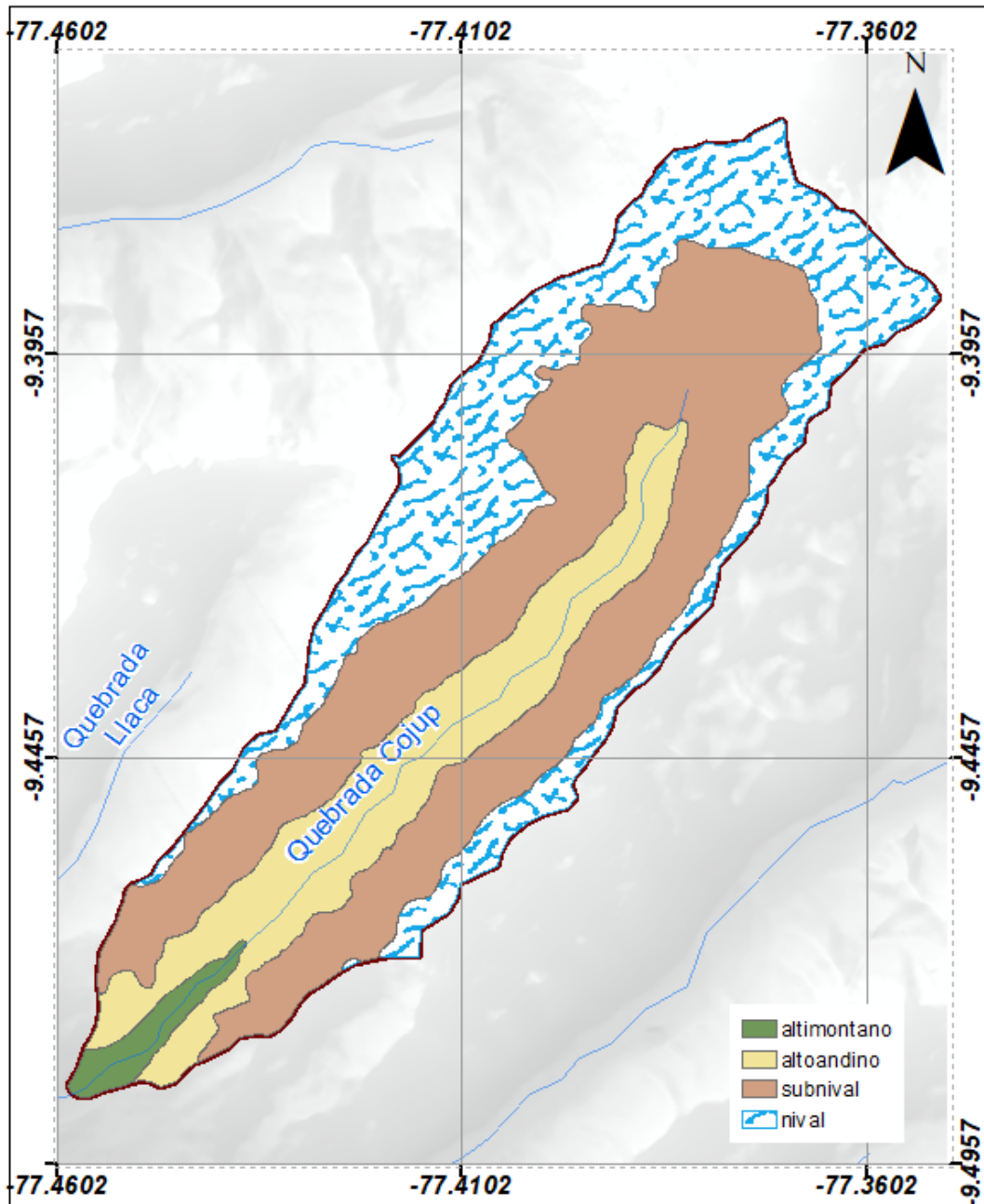
Fuente: MINAM, 2018

Figura n.º 6. Mapa de zonas de vida de la microcuenca Cojup



Fuente: MINAM, 2018

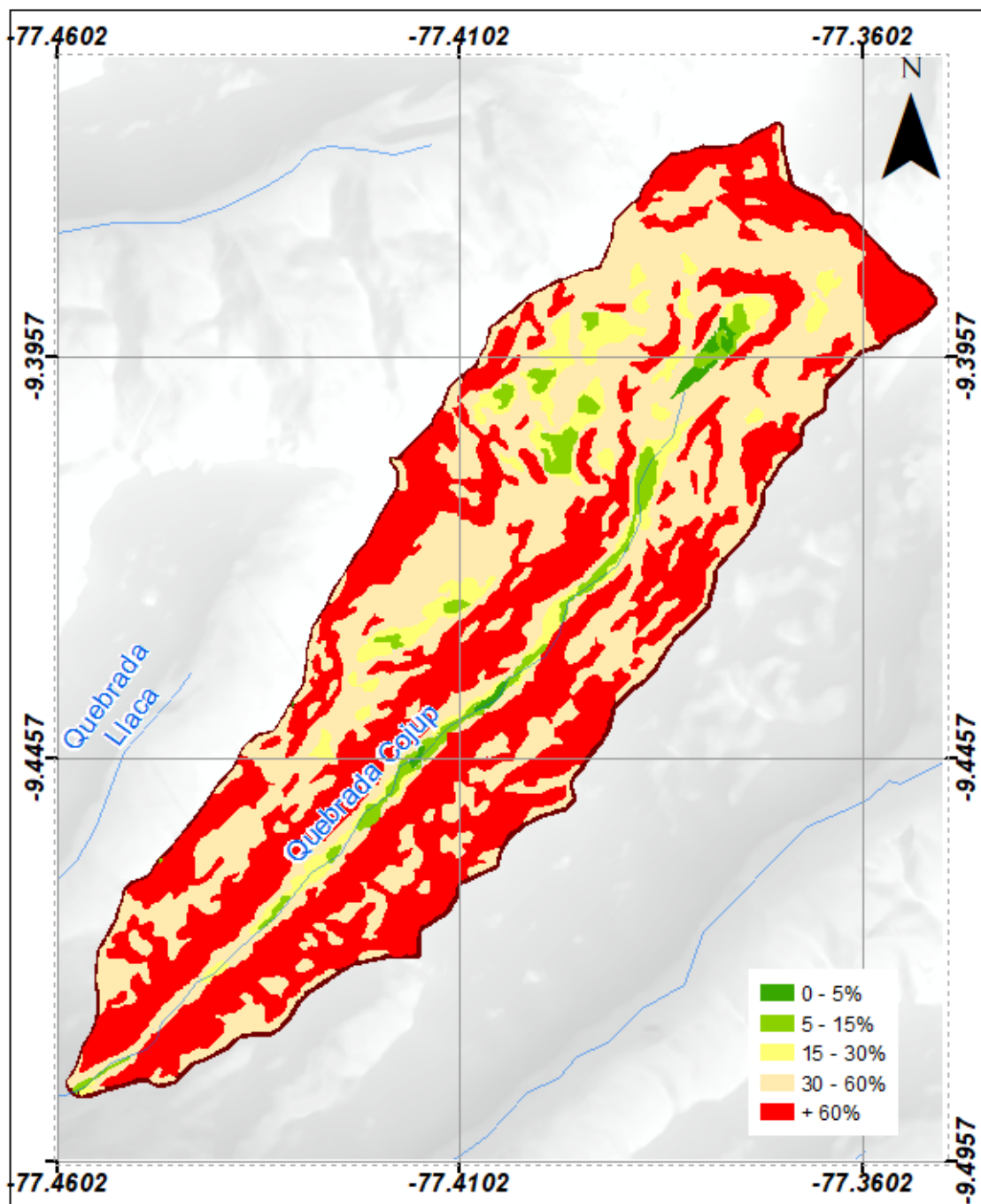
Figura n.º 7. Mapas de elevaciones de la microcuenca Cojup



Fuente: MINAM, 2018



Figura n.º 8. Mapa de pendientes de la microcuenca Cojup



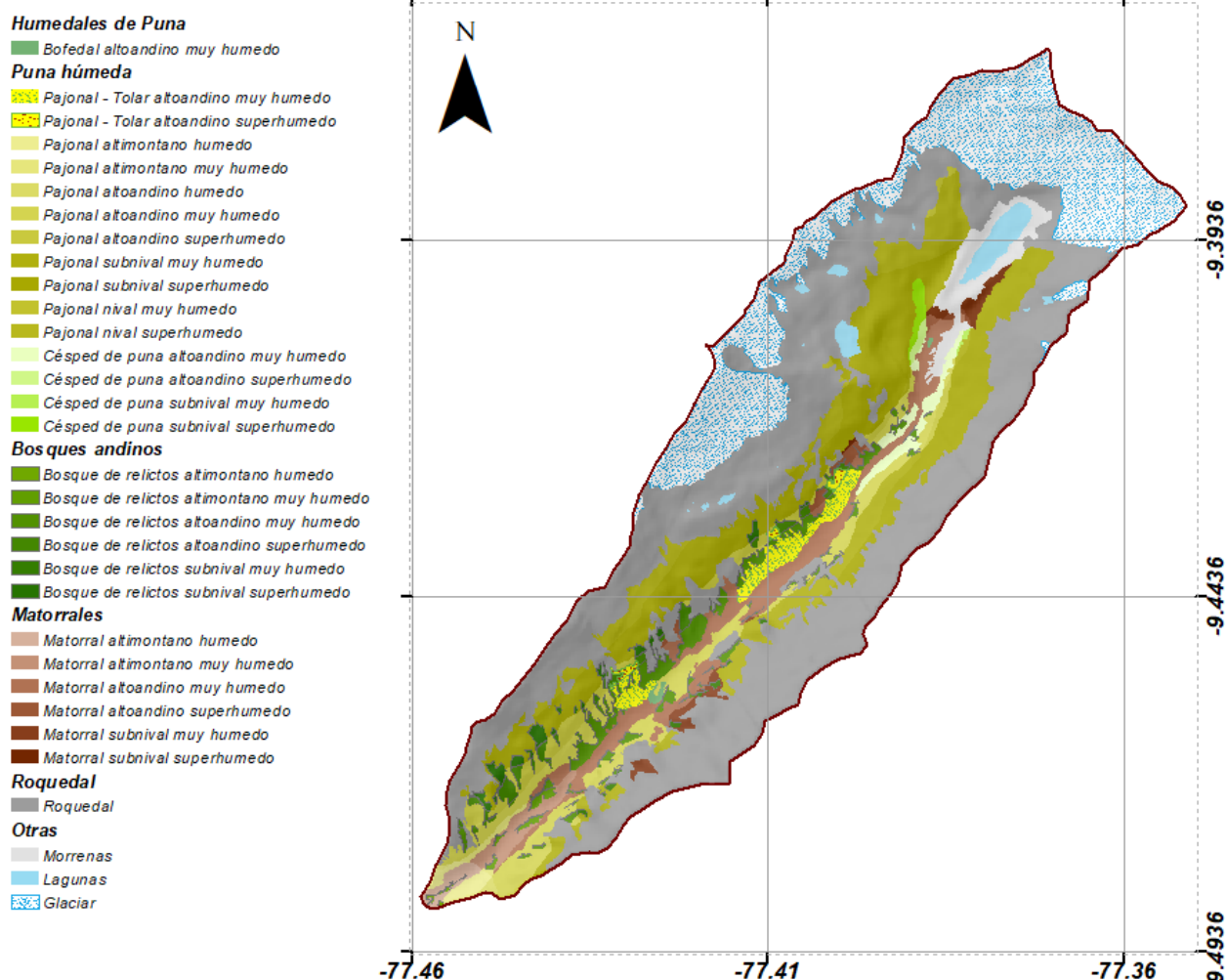
Fuente: MINAM, 2018

## 6.2. Mapa de ecosistemas y ecosistemas de segundo orden (sitios ecológicos)

Mediante el proceso de integración de los factores anteriormente descritos, se generaron nuevos polígonos o áreas que vienen a ser los ecosistemas principales y los ecosistemas de segundo orden (sitios ecológicos) con una unidad mínima de mapeo de 2 ha.

En la figura n.º 9, se muestra el mapa de ecosistemas ajustado con la información recopilada en el trabajo de campo. Se determinaron 32 unidades, de las cuales, las áreas objetivo para la evaluación fueron los ecosistemas: pajonal, bofedal, césped de puna y matorral, sumando 22 unidades homogéneas, las cuales abarcaron un área de 1906 ha y representaron el 34,73 % del área total de la microcuenca. En el cuadro n.º 8, se muestran los sitios ecológicos evaluados. Las áreas con afloramiento rocoso, suelo desnudo y pendiente mayores a 60 % fueron excluidas de la evaluación.

Figura n.º 9. Mapa de ecosistemas y sitios ecológicos de la microcuenca de Cojup



Fuente: MINAM, 2018

Cuadro n.º 8. Áreas evaluadas por tipo de ecosistema y sitio ecológico

Ecosistemas		Superficie (ha)	(%)	Superficie total (ha)	Total (%)
Humedal de puna	Bofedal altoandino muy húmedo	5,95	0,11	5,95	0,11
Puna húmeda	Pajonal - Tolar altoandino muy húmedo	85,76	1,56	1 533,47	27,94
	Pajonal - Tolar altoandino superhúmedo	12,86	0,23		
	Pajonal altimontano húmedo	25,68	0,47		
	Pajonal altimontano muy húmedo	11,32	0,21		
	Pajonal altoandino húmedo	3,96	0,07		
	Pajonal altoandino muy húmedo	245,11	4,47		
	Pajonal altoandino superhúmedo	79,56	1,45		
	Pajonal nival muy húmedo	4,88	0,09		
	Pajonal nival superhúmedo	2,69	0,05		
	Pajonal subnival muy húmedo	302,87	5,52		
	Pajonal subnival superhúmedo	684,46	12,47		
	Césped de puna altoandino muy húmedo	49,36	0,90		
	Césped de puna altoandino superhúmedo	6,84	0,12		
	Césped de puna subnival muy húmedo	2,26	0,04		
	Césped de puna subnival superhúmedo	15,85	0,29		

Matorral	Matorral altimontano húmedo	20,57	0,37	366,64	6,68
	Matorral altimontano muy húmedo	45,86	0,84		
	Matorral altoandino muy húmedo	233,15	4,25		
	Matorral altoandino superhúmedo	15,83	0,29		
	Matorral subnival muy húmedo	28,04	0,51		
	Matorral subnival superhúmedo	23,19	0,42		

**Fuente:** MINAM, 2018

Teniendo en cuenta que se determinaron 22 unidades homogéneas o sitios ecológicos para la evaluación de campo, se consideró como regla, realizar al menos un transecto por unidad homogénea, asignando un mayor número de transectos a las unidades homogéneas con mayor extensión. No se asignaron transectos de evaluación en algunos ecosistemas debido a la inaccesibilidad a ellos o por estar ubicados en áreas de pendiente muy escarpada.

En el cuadro n.º 9 y la figura n.º 10, se muestran el número y distribución de los transectos evaluados en las áreas de los ecosistemas principales y ecosistemas de segundo orden (sitios ecológicos).

Considerando que se identificaron 22 unidades homogéneas definitivas en el área de estudio, se considera un muestreo estratificado por sitio, realizando un total de 21 transectos o parcelas en el área de estudio, considerando un mayor número de transectos en las áreas más grandes, habiéndose evaluado 11 unidades homogéneas, considerando las áreas más accesibles y extensas, por lo tanto se sugiere la extrapolación del estado de conservación de las unidades no evaluadas tomando como referencia el ecosistema similar más cercano.

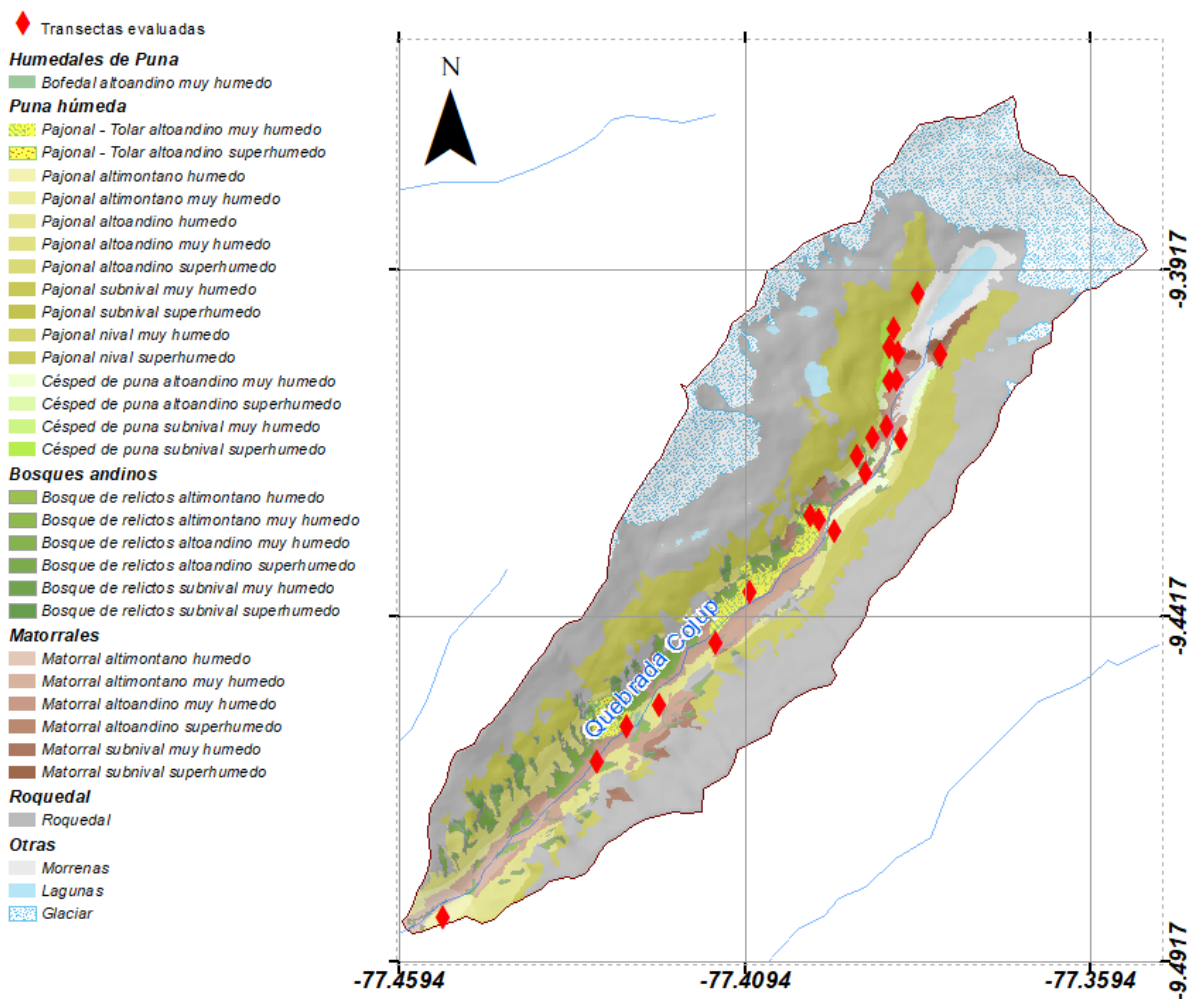
**Cuadro n.º 9. Número de transectos evaluados en las áreas de los ecosistemas**

Nº	Ecosistemas/sitios ecológicos	Área (ha)	Evaluado
1	Bofedal altoandino muy húmedo	5,95	2
2	Césped de puna subnival superhúmedo	15,85	1
3	Césped de puna subnival muy húmedo	2,26	
4	Césped de puna altoandino muy húmedo	49,36	2
5	Césped de puna altoandino superhúmedo	6,84	1
6	Pajonal nival superhúmedo	2,69	
7	Pajonal nival muy húmedo	4,88	
8	Pajonal subnival superhúmedo	684,46	2
9	Pajonal subnival muy húmedo	302,87	
10	Pajonal altoandino muy húmedo	245,11	5
11	Pajonal altoandino superhúmedo	79,56	
12	Pajonal altimontano húmedo	25,68	1
13	Pajonal altimontano muy húmedo	11,32	
14	Pajonal altoandino húmedo	3,96	
15	Pajonal - Tolar altoandino muy húmedo	85,76	2
16	Pajonal - Tolar altoandino superhúmedo	12,86	1
17	Matorral altimontano húmedo	20,57	
18	Matorral altimontano muy húmedo	45,85	2
19	Matorral altoandino muy húmedo	233,33	

20	Matorral altoandino superhúmedo	15,78	
21	Matorral subnival muy húmedo	27,94	
22	Matorral subnival superhúmedo	23,19	2
<b>TOTAL</b>		1906,06	21

Fuente: MINAM, 2018

Figura n.º 10. Mapa de distribución de transectos de evaluación en la microcuenca de Cojup



Fuente: MINAM, 2018



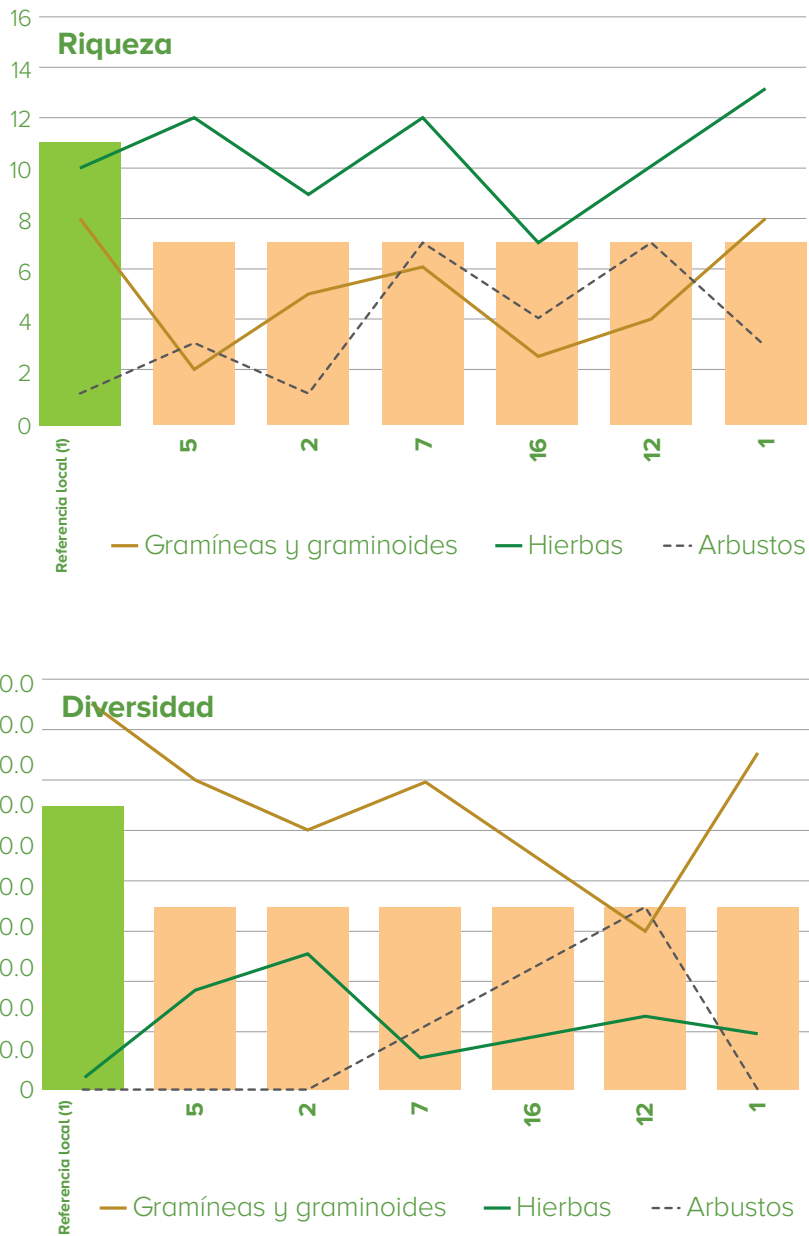
Gramíneas y gramínoideas	94,55	75,65	66,10	75,76	56,73	37,70	85,19
Hierbas	3,64	23,43	33,90	9,09	13,57	18,04	12,96
Arbustos	1,82	0,93	0,00	15,15	29,71	44,26	1,85
3. Cobertura de suelo (%)	58,30	48,40	51,30	53,50	40,38	36,33	32,44
4. Suelo desnudo (%)	1	9	18	3	3	4	12
5. Pérdida de suelo superficial	Nulo	Leve	Leve	Moderado	Leve	Leve	Moderado
6. Materia orgánica del horizonte superficial (%)	9,31	15,53	6,85	8,07	11,21	4,83	10,13
7. Altura de canopia de plantas importantes (cm)	44,43	46,07	35,20	49,50	45,10	84,50	42,27
8. Cantidad de biomasa aérea (g/m <sup>2</sup> )	753,36	305,62	255,02	280,33	172,85	396,56	240,19
9. Cantidad de mantillo (g/m <sup>2</sup> )	543,38	178,33	173,02	175,00	44,99	228,37	99,82
10. Plantas invasoras (%)	0,01	8,02	8,47	7,58	4,92	9,84	5,56

Estado de referencia local

Fuente: MINAM, 2018

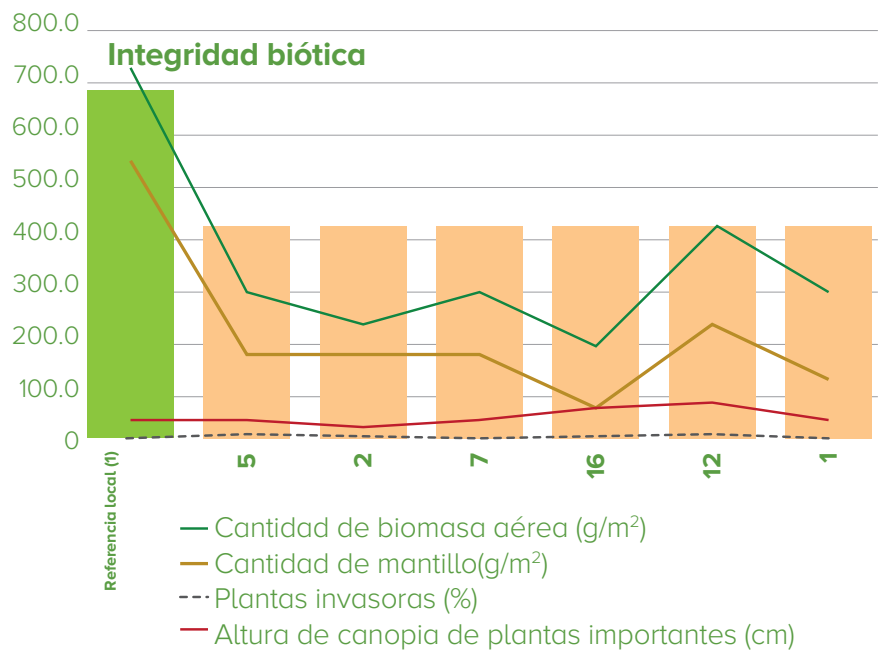
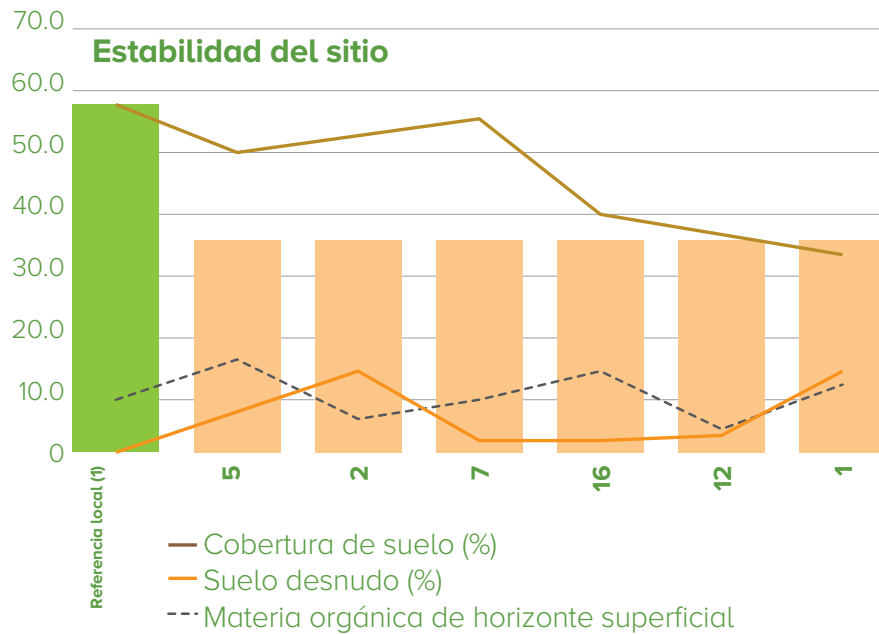


**Figura n.º 11. Tendencia de los indicadores de riqueza y biodiversidad en el pajonal, microcuenca de Cojup**



Fuente: MINAM, 2018

**Figura n.º 12. Tendencia de los indicadores de estabilidad de sitio e integridad biótica en el pajonal, microcuenca de Cojup**



**Fuente:** MINAM, 2018

**Cuadro n.º 11. Valor del estado de conservación del ecosistema pajonal - microcuenca de Cojup.**

Indicadores	Referencia local <sup>(1)</sup>	Transectos					
		5	2	7	16	12	1
1. Riqueza (número de especies)							
Gramíneas y gramínoideas	7	3	5	5	3	3	7
Hierbas	1	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0
Arbustos	2	2	2	2	2	2	2
2. Composición florística (%)							
Gramíneas y gramínoideas	7	7	5	7	5	3	7
Hierbas	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Arbustos	2	1	0	2	2	2	2
3. Cobertura de suelo (%)	8	6	6	8	6	6	8
4. Suelo desnudo (%)	8	0	0	4	4	0	0
5. Pérdida de suelo superficial	20	15	15	5	15	15	5
6. Materia orgánica de horizonte superficial (%)	4	4	4	4	4	3	4
7. Altura de canopia de plantas importantes (cm)	2	2	2	2	2	2	2
8. Cantidad de biomasa aérea (g/m <sup>2</sup> )	19	6	6	6	6	6	6
9. Cantidad de mantillo (g/m <sup>2</sup> )	13	4	4	4	0	4	0
10. Plantas invasoras (%)	6	0	0	0	0	0	0
Valor relativo (%)	100	52	51	51	51	48	45
Escala	10,00	5,2	5,1	5,1	5,1	4,8	4,5
Estado de conservación	Muy bueno	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular

(1) Estado de referencia local

Fuente: MINAM, 2018

### 6.3.2. Estado de conservación del césped de puna

Los valores resultantes de la validación de la métrica de los indicadores para calcular el estado de conservación del césped de puna en la zona priorizada de la microcuenca de Cojup, se presentan en el cuadro n.º 12, el cual muestra su variación cuando el estado de conservación del ecosistema disminuye de *Regular* a *Pobre*, mientras que el cuadro n.º 13, presenta los resultados de la evaluación del

estado de conservación considerando los 10 indicadores evaluados.

En el mismo cuadro n.º 13, se muestra que el valor de los indicadores del estado de conservación, presentaron una gradiente relativa a su nivel de conservación: referencia local (*Muy bueno*), moderadamente conservado (*Regular*), y pobremente conservado (*Pobre*). A los valores obtenidos en el ecosistema de referencia local (sitio 3) se les confiere el máximo puntaje; estos valores serán usados en adelante como referencia para otorgar el puntaje respectivo a los indicadores evaluados.

**Cuadro n.º 12. Valor de indicadores en áreas de referencia y de los transectos evaluados en el ecosistema césped de puna - microcuenca de Cojup**

Indicadores	Referencia local <sup>(1)</sup>	Transectos			
		4	22	8	18
1. Riqueza (número de especies)	30	28	26	29	20
Gramíneas y graminoides	10	10	7	14	6
Hierbas	16	14	15	13	12
Arbustos	4	4	4	2	2
2. Composición florística (%)	100	100	100	100	100
Gramíneas y graminoides	44,93	43,77	45,00	41,38	30,00
Hierbas	44,93	48,41	41,67	58,62	60,00

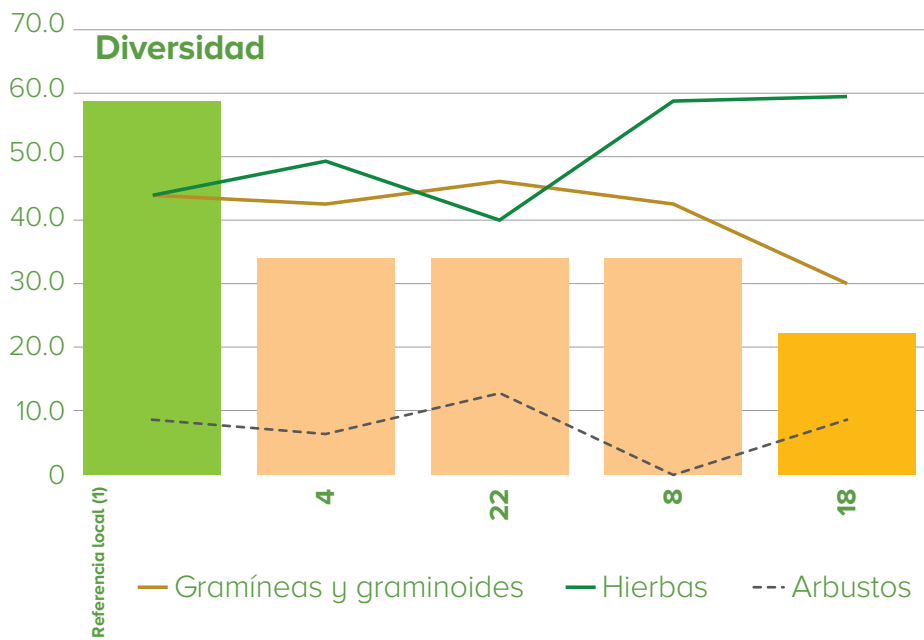
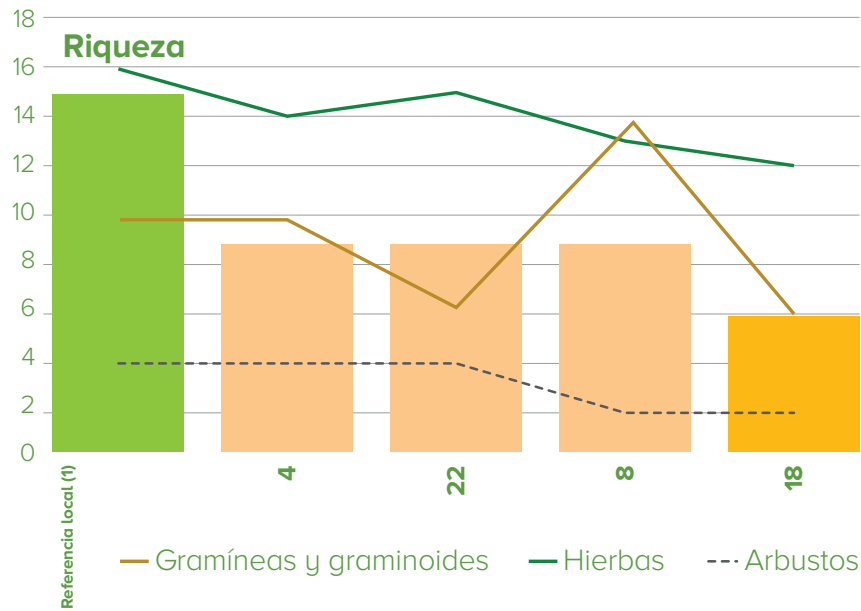
Arbustos	10,14	7,82	13,33	0,00	10,00
3. Cobertura de suelo (%)	16,20	14,33	13,11	13,67	11,60
4. Suelo desnudo (%)	11	12	9	8	10
5. Pérdida de suelo superficial	Leve	Moderado	Moderado	Leve	Moderado
6. Materia orgánica del horizonte superficial (%)	3,45	3,72	7,12	11,90	0,28
7. Altura de canopia de plantas importantes (cm)	11,60	7,03	5,32	4,17	2,90
8. Cantidad de biomasa aérea (g/m <sup>2</sup> )	27,53	30,91	26,14	13,12	7,10
9. Cantidad de mantillo (g/m <sup>2</sup> )	26,64	14,47	11,64	6,60	3,18
10. Plantas invasoras (%)	2,90	5,48	10,00	8,05	10,95

(1) Estado de referencia local

**Fuente:** MINAM, 2018

El indicador de riqueza muestra consistencia, observándose una reducción del número de hierbas con respecto a las gramíneas, mientras que la riqueza de las arbustivas permanece constante y casi sin mostrar su presencia a lo largo de los sitios de evaluación. Los indicadores de cantidad de biomasa y de mantillo obtenidos exponen una reducción drástica, lo cual también refleja el deterioro del ecosistema (figura n.º 13).

Figura n.º 13. Tendencia de los indicadores de estabilidad de sitio e integridad biótica en el césped de puna

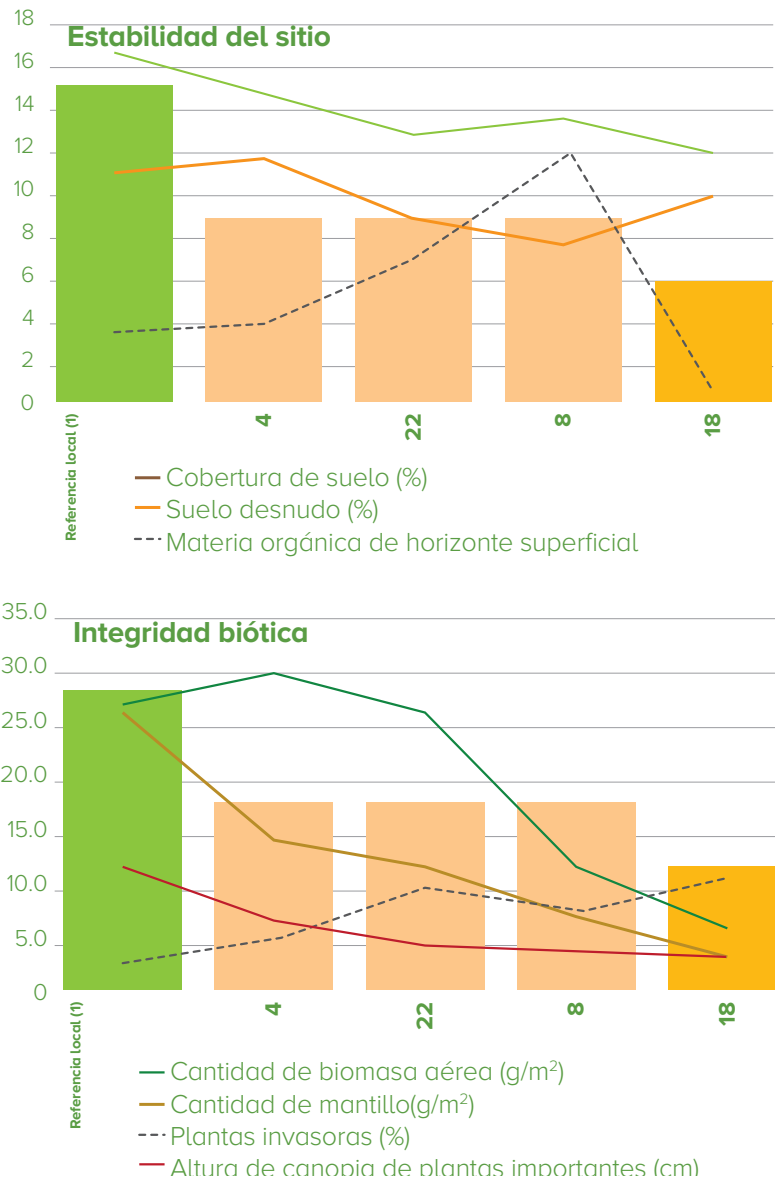


Fuente: MINAM, 2018

La figura n.º 14 muestra que existe una tendencia entre los indicadores de cobertura y el suelo desnudo; mientras que el porcentaje del indicador de cobertura disminuye, el porcentaje de suelo desnudo tiende a aumentar; esto es

consistente con el deterioro del ecosistema. Asimismo, existe un aumento significativo del indicador de plantas invasoras; lo que es también consistente con lo esperado al deteriorarse el estado del ecosistema.

**Figura n.º 14. Tendencia de los indicadores de estabilidad de sitio e integridad biótica en el césped de puna**



Fuente: MINAM, 2018

Cuadro n.º 13. Estados de conservación del ecosistema césped de puna, microcuenca de Cojup.

Indicadores	Referencia local <sup>(1)</sup>	Transectos			
		4	22	8	18
1. Riqueza (número de especies)					
Gramíneas y graminoides	7	7	5	7	5
Hierbas	1	1,0	1,0	1,0	1,0
Arbustos	2	2	2	1	1
2. Composición florística (%)					
Gramíneas y graminoides	7	7	7	7	5
Hierbas	1	1,0	1,0	1,0	1,0
Arbustos	2	2	2	0	2
3. Cobertura de suelo (%)	8	6	6	6	6
4. Suelo desnudo (%)	8	0	0	0	0
5. Pérdida de suelo superficial	20	5	5	15	5
6. Materia orgánica de horizonte superficial (%)	4	4	4	4	0
7. Altura de canopia de plantas importantes (cm)	2	1	1	1	1
8. Cantidad de biomasa aérea (g/m <sup>2</sup> )	19	19	19	6	6
9. Cantidad de mantillo (g/m <sup>2</sup> )	13	4	4	4	0
10. Plantas invasoras (%)	6	0	0	0	0
Valor relativo (%)	100,00	59	57	53	33
Escala	10,00	5,9	5,7	5,3	3,3
Estado de conservación	Muy bueno	Regular	Regular	Regular	Pobre

(1) Puntaje ajustado al máximo valor

Fuente: MINAM, 2018



### 6.3.3.

## Estado de conservación del tolar

Los resultados de la evaluación del estado de conservación del tolar en la zona priorizada de la microcuenca de Cojup, se presentan en los cuadros n.º 14 y n.º 15. En el cuadro n.º 14, se muestra el valor de los diez indicadores y en el cuadro n.º 15, se muestra el estado de conservación del ecosistema y en donde califican como *Bueno* y *Pobre*.

**Cuadro n.º 14. Valor de indicadores del estado de conservación a nivel de transectos del ecosistema tolar, microcuenca de Cojup**

Indicadores	Referencia local <sup>(1)</sup>	Transecto					
		9	14	10	11	13	19
1. Riqueza (número de especies)	31	20	18	31	21	24	24
Gramíneas y gramínoideas	7	4	3	8	3	2	7
Hierbas	18	10	7	14	12	14	12
Arbustos	6	6	8	9	6	8	5
2. Composición florística (%)	100	100	100	100	100	100	100
Gramíneas y gramínoideas	32,85	20,00	18,31	10,00	6,76	3,18	9,26
Hierbas	42,86	50,00	19,72	38,33	43,24	20,63	51,85
Arbustos	24,29	30,00	61,97	51,67	50,00	76,19	38,89
3. Cobertura de suelo (%)	38,33	38,00	45,25	41,00	30,00	39,71	32,86
4. Suelo desnudo (%)	7	3	4	3	0	1	1
5. Pérdida de suelo superficial	Leve	Leve	Leve	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
6. Materia orgánica del horizonte superficial (%)	12,72	3,64	2,37	3,01	3,72	3,74	1,61
7. Altura de canopia de plantas importantes (cm)	123,89	123,33	74,45	116,11	125,50	69,89	99,73
8. Cantidad de biomasa aérea (g/m <sup>2</sup> )	462,77	781,62	381,79	216,86	314,21	157,20	204,31
9. Cantidad de mantillo (g/m <sup>2</sup> )	472,61	108,01	279,19	78,51	135,11	149,44	53,88
10. Plantas invasoras (%)	28,57	6,87	2,82	8,33	5,41	41,27	12,96

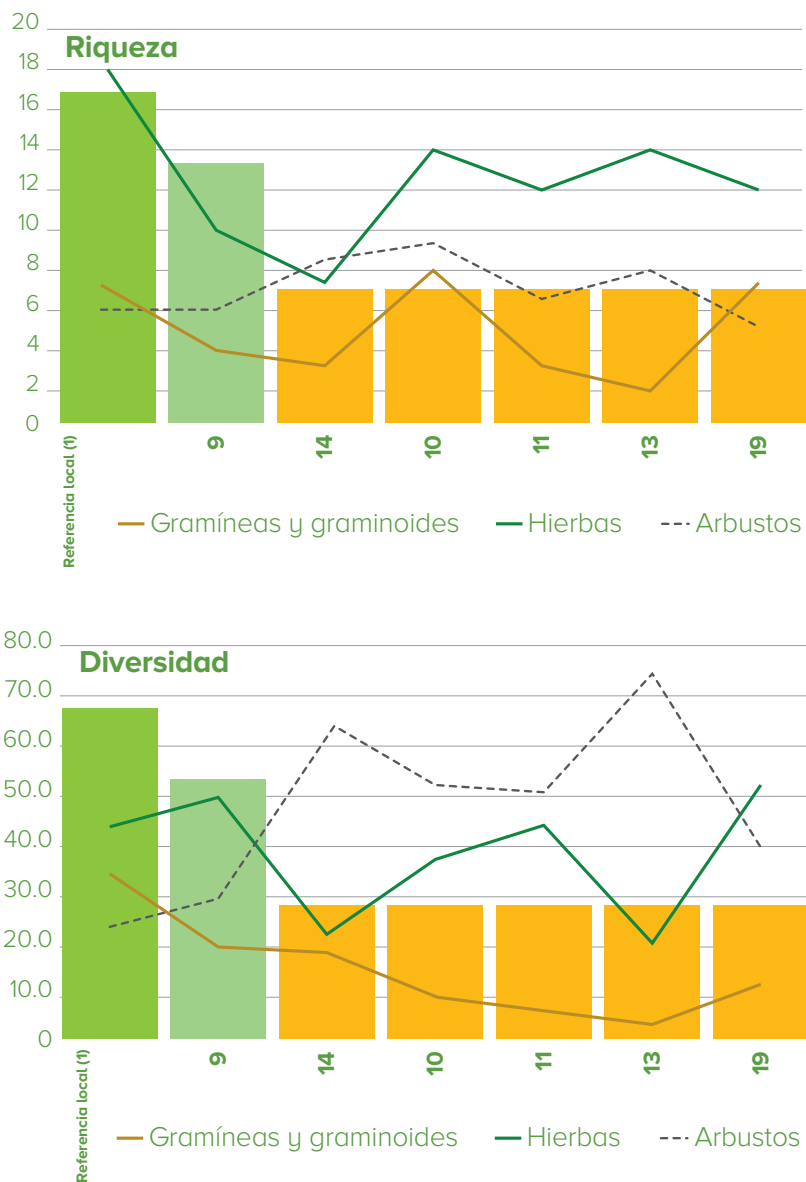
(1) Puntaje ajustado al máximo valor

Fuente: MINAM, 2018

En la figura n.º 15, se observa la tendencia entre los indicadores de riqueza, notándose una variabilidad constante entre gramíneas, graminoides y hierbas, siendo estas últimas superiores al de las arbustivas, mientras que en el indicador de la diversidad se observa un

mayor porcentaje de arbustivas sobre las hierbas y las gramíneas. Sin embargo, se puede notar con mayor precisión en el cuadro n.º 14, que el porcentaje de arbustivas tiende a incrementar cuando el tolar se deteriora y se incrementa el suelo desnudo.

**Figura n.º 15. Tendencia de los indicadores de riqueza y biodiversidad en el tolar, microcuenca de Cojup**

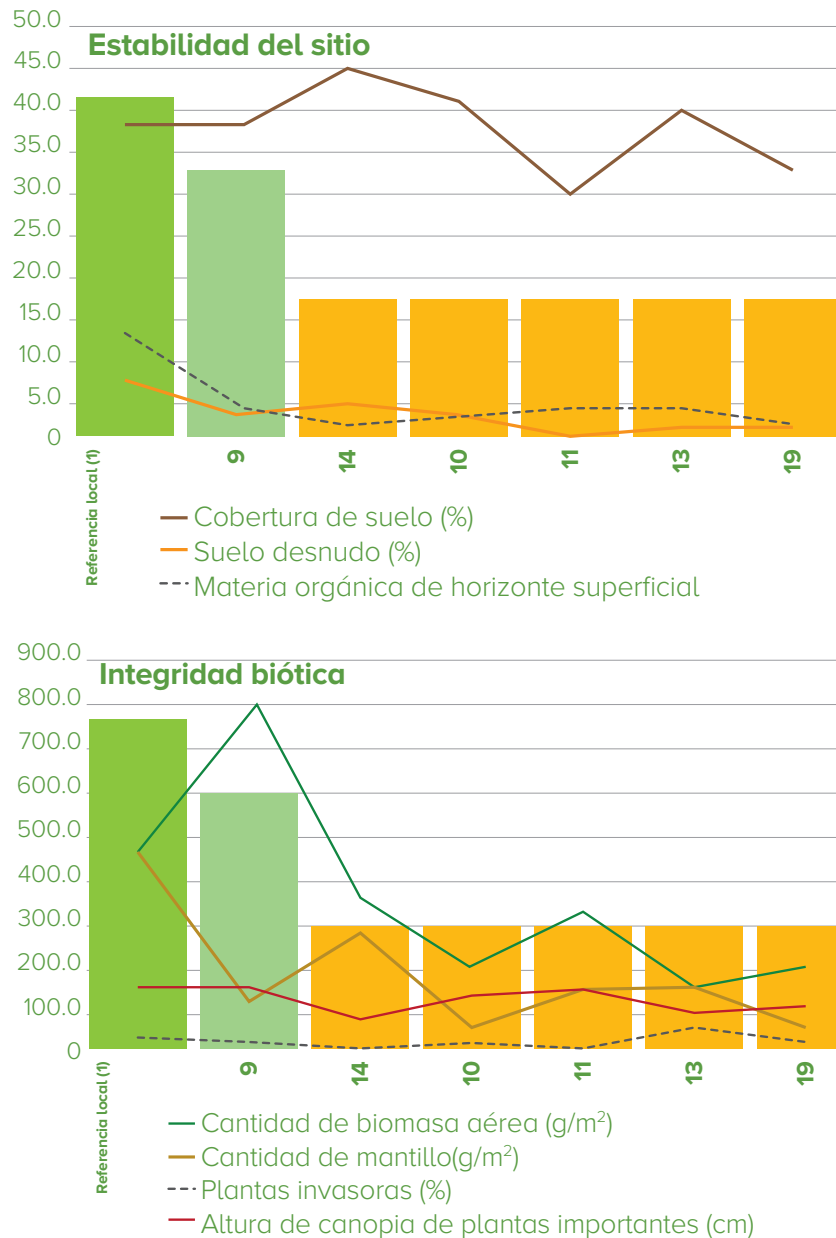


Fuente: MINAM, 2018

En la figura n.º 16 se observan, con los resultados obtenidos, una tendencia similar entre el indicador del suelo desnudo y cobertura del suelo; los indicadores de cantidad de biomasa y

de mantillo obtenidos exhiben una reducción, lo cual también refleja el deterioro del ecosistema; así también, la presencia de plantas invasoras es casi nula.

**Figura n.º 16. Tendencia de los indicadores de estabilidad de sitio e integridad biótica en el tolar, microcuenca de Cojup**



Fuente: MINAM, 2018

Cuadro n.º 15. Estados de conservación del ecosistema tolar, microcuenca de Cojup.

Indicadores	Referencia local <sup>(1)</sup>	Transectos					
		9	14	10	11	13	19
1. Riqueza (número de especies)							
Gramíneas y graminoides	7	5	3	7	3	3	7
Hierbas	1	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5
Arbustos	2	2	2	2	2	2	2
2. Composición florística (%)							
Gramíneas y graminoides	7,00	5	5	3	3	0	3
Hierbas	1,00	1,0	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0
Arbustos	2,00	2	2	2	2	2	2
3. Cobertura de suelo (%)	8,00	8	8	8	6	8	6
4. Suelo desnudo (%)	8	0	0	0	0	0	0
5. Pérdida de suelo superficial	20	15	5	5	5	5	5
6. Materia orgánica del horizonte superficial (%)	4,00	2	2	2	2	2	0
7. Altura de canopia de plantas importantes (cm)	2,00	2	2	2	2	2	2
8. Cantidad de biomasa aérea (g/m <sup>2</sup> )	19,00	19	6	6	6	6	6
9. Cantidad de mantillo (g/m <sup>2</sup> )	13,00	4	4	0	4	4	0
10. Plantas invasoras (%)	6,00	3	0	0	0	0	0
Valor relativo (%)	100,00	68,5	40,0	39,0	36,5	35,5	34,5
Escala	10,00	6,85	4,0	3,9	3,65	3,55	3,45
Estado de conservación	Muy bueno	Bueno	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre

(1) Puntaje ajustado al máximo valor

Fuente: MINAM, 2018

### 6.3.4. Estado de conservación del bofedal

En este caso, los indicadores aplicados son diferentes a la metodología de la Guía complementaria para la compensación ambiental de ecosistemas altoandinos: pajonal, césped de puna y tolar, la cual se basa en la aplicación de escalas de valores relativos al nivel de cada atributo del ecosistema y de

sus respectivos indicadores. Para el caso del ecosistema bofedal, variaron algunos de los atributos e indicadores utilizados para los ecosistemas antes mencionados, debido a su naturaleza (humedal). Estos indicadores se basaron en atributos relacionados a su condición hidrológica, suelo, biótica y alteración del paisaje en relación a las diferentes bibliografías encontradas para su evaluación. Los resultados de la evaluación del estado de conservación del bofedal en la zona priorizada de la microcuenca de Cojup, se presentan en el cuadro n.º 16.

**Cuadro n.º 16. Estados de conservación del ecosistema bofedal, microcuenca de Cojup**

Atributos	Indicadores	Valores de Referencia (VR)		Valores de los bofedales evaluados			
		Valor	Puntaje	Bofedal 1 – T6		Bofedal 2 – T15	
				Valor	Puntaje	Valor	Puntaje
Condición hidrológica	Napa freática en época seca (cm)	<5	30,8	28	10,3	11	20,5
	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	<52	8,8	94	5,9	70	5,9
Condición del suelo	Profundidad de turba (cm)	>200	9,2	33	0	15	0
	Materia orgánica (%)	>75	8,9	28,88	0	26,52	0
	Densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	<0,2	3,5	0,15	3,5	0,25	2,3
	Signos de erosión (cualitativo)	A	2,9	C	1	C	1

Condición biótica	Especies nativas (%)	>80	8,7	92,68	8,7	64,84	5,8
	Riqueza de especies (n.º de especies / área)	>10	3,1	10	3,1	19	3,1
	Cobertura vegetal viva (%)	100	3,0	87,5	1	74,12	0
	Biomasa aérea (kg MS/ha)	>1000	5,1	891,29	3,4	659,54	3,4
Alteraciones en el paisaje	Presencia de factores de degradación	A	8,0	B	0	B	0
	conectividad hidrológica	A	8,0	B	5,3	A	5,3
	Puntaje relativo (%)		100	-----	42,2	-----	47,3
	Escala 1-10		10	-----	4,22	-----	4,73
	Estado del ecosistema (valor ecológico)		Muy Bueno		Regular		Regular

Fuente: MINAM, 2018

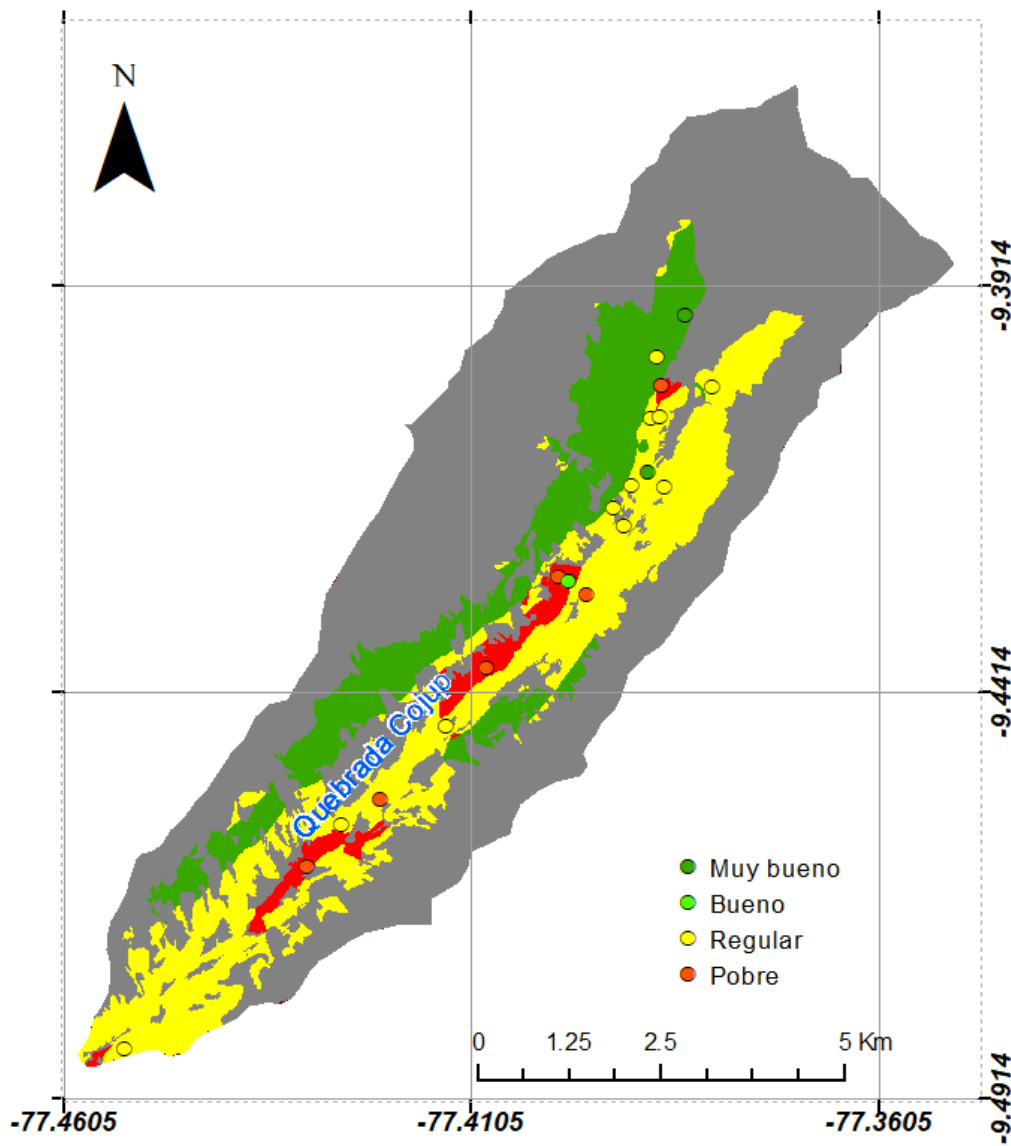
El valor de los indicadores utilizados para el estado de conservación del ecosistema bofedal da como resultado una condición de *Regular*, con respecto a los valores referencia de la metodología; los indicadores más resaltantes en cuanto a resultados, son los referidos a la capa freática en época seca, con un valor que va más

allá del intermedio (esto quiere decir que aún contiene agua después del periodo de lluvia); el de profundidad de la turba y materia orgánica, ambos se encuentran en los niveles mínimos; por último, con respecto a los signos de erosión, se encuentra con un nivel de erosión considerable.

### 6.3.5. Mapa de los estados de conservación de los ecosistemas

Como resultado de la extrapolación de los valores de los estados de conservación a nivel de sitio ecológico, se obtuvo el mapa de estados de conservación, tal como se observa en la figura n.º 17.

**Figura n.º 17. Mapa de estados de conservación de los ecosistemas pajonal, césped de puna y tolar de la microcuenca de Cojup**



Fuente: MINAM, 2018

Asimismo, en el cuadro n.º 17, se muestra el estado de conservación de los ecosistemas evaluados a nivel de superficie y sitio ecológico.

**Cuadro n.º 17. Estados de conservación de los ecosistemas a nivel superficie, microcuenca Cojup**

Ecosistemas de segundo orden	Estado de conservación			Otros	Total (ha)
	Muy bueno	Regular	Pobre		
Bofedal altoandino muy húmedo		5,95			5,95
Césped de puna altoandino muy húmedo	2,16	47,20			49,36
Césped de puna altoandino superhúmedo		6,84			6,84
Césped de puna subnival muy húmedo		2,26			2,26
Césped de puna subnival superhúmedo	15,85				15,85
Pajonal - Tolar altoandino muy húmedo		21,42	64,34		85,76
Pajonal - Tolar altoandino superhúmedo		7,42	5,44		12,86
Pajonal altimontano húmedo		25,68			25,68
Pajonal altimontano muy húmedo		11,32			11,32
Pajonal altoandino húmedo		3,96			3,96
Pajonal altoandino muy húmedo	4,77	239,72	0,61		245,11
Pajonal altoandino superhúmedo		78,66	0,90		79,56
Pajonal nival muy húmedo		4,88			4,88
Pajonal nival superhúmedo	0,1	2,59			2,69
Pajonal subnival muy húmedo	197,47	105,41			302,87



Pajonal subnival superhúmedo	485,77	198,69			684,46
Matorral altimontano húmedo		17,30	3,27		20,57
Matorral altimontano muy húmedo		45,85			45,85
Matorral altoandino muy húmedo		182,85	50,48		233,33
Matorral altoandino superhúmedo		13,17	2,61		15,78
Matorral subnival muy húmedo	1,2,	25,96	0,73		27,94
Matorral subnival superhúmedo		19,05	4,14		23,19
Bosque de relictos altimontano húmedo				4.12	4.12
Bosque de relictos altimontano muy húmedo				15.35	15,35
Bosque de relictos altoandino muy húmedo				159.53	159,53
Bosque de relictos altoandino superhúmedo				54.05	54,05
Bosque de relictos subnival muy húmedo				12.78	12,78
Bosque de relictos subnival superhúmedo				37.85	37,85
Morrenas				108.59	108,59
Roquedal				2 088.81	2 088,81
Glaciar				1 022.57	1 022,57
Lagunas				78.70	78,70
<b>Total</b>	707,37	1066,16	132,52	3582,35	5488,41

Fuente: MINAM, 2018

## 6.4. Opciones de gestión de los ecosistemas evaluados

En base al mapa del estado de conservación, se sugieren las estrategias para conservar o recuperar el estado de conservación de los ecosistemas evaluados, específicamente a los pastizales (figura n.º 18 y cuadro n.º 18). El detalle de las principales estrategias y acciones de mejoramiento por transecto evaluado se presentan en el anexo n.º 1. En pastizales *Muy buenos* se recomienda la aplicación de manejo adaptativo, mientras que en estado *Bueno*, el control restrictivo del pastoreo y en *Regulares*, el manejo de la vegetación.

El manejo adaptativo se aplicaría a 707,37 ha de pastizales en estado de conservación *Muy bueno*, dentro de los que se hallan las áreas de referencia. Es decir, se debería desarrollar un plan de manejo sostenible que incluya un plan de **monitoreo** de los indicadores del estado de conservación que permita utilizar estas áreas como la expresión máxima del ecosistema.

Los controles estrictos de pastoreo no se aplicarían debido a que las áreas presentan alteraciones marcadas de la función biótica y del suelo, por lo cual se recomendaría la exclusión total del pastoreo.

El descanso de pastizales no involucra altos riesgos ni costos, ni requiere un alto nivel de entrenamiento, ni el empleo de altos niveles de tecnología por parte del productor. Algunos estudios reportan que los niveles de incremento en la producción pueden llegar hasta un 200 %, dependiendo del potencial del sitio, del nivel de manejo y de la supervisión posterior a su implementación (Herbel, 1983). Sin embargo, aspectos como el tipo de suelo, la composición

florística y el clima local, son determinantes, ya que mientras mejor es el balance entre estos tres componentes, mayor será la posibilidad de obtener mejor respuesta y por ende resultados económicos favorables.

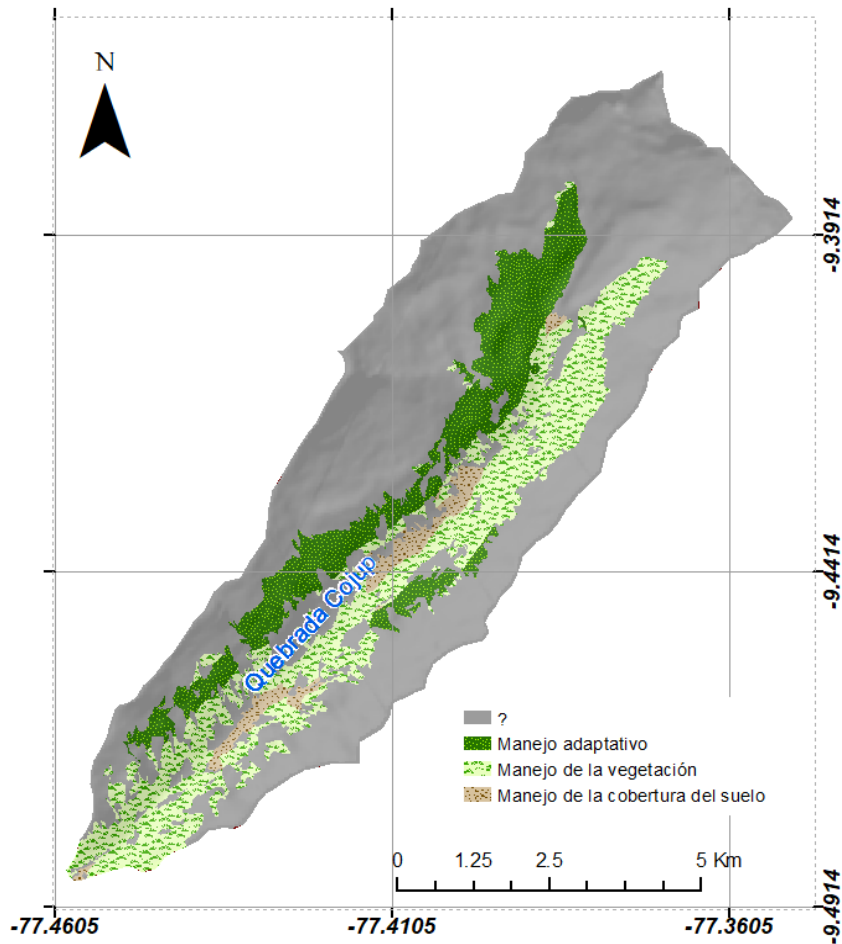
El manejo de la vegetación se aplicaría a 1066,16 ha de pastizales en estado de conservación *Regular*. Las prácticas de manejo de vegetación en césped de puna y pajonales más recomendadas son el abonamiento y el majadeo (100 % y 60 %, respectivamente), como se muestra en el anexo n.º 3. El majadeo o redileo consiste en mantener encerrado al ganado para hacerlo dormir en una parcela acotada por una red, cerco o dispositivo fácilmente reubicable (Rodríguez, 2006). Normalmente se emplea ganado ovino y/o alpacas para realizar esta práctica debido a su menor impacto sobre la compactación del suelo, en la que, si se considera una densidad de 1 unidad ovino/m<sup>2</sup> y/o 1 unidad alpaca/2 m<sup>2</sup>, permitirá obtener hasta una cantidad de estiércol de 8 t/ha depositado en una noche. Sin embargo, no hay demasiadas cifras relativas a los aportes reales de materia orgánica que representa esta práctica (Urbano, 1985). El impacto del majadeo depende de factores como el nivel de consumo, la digestibilidad del pasto, el tipo y edad del animal, la carga animal y el régimen de explotación (Langer, 1973).

El abonamiento es una práctica que se puede justificar económicamente, solo si el incremento en la producción de forraje supera los costos, como ocurre en el caso de pajonales de *Festuca dolichophylla*. Los estudios de fertilidad de suelos de la sierra han indicado que los elementos mayores como nitrógeno y fósforo son deficientes en las praderas naturales o pastizales. Las dosis de nitrógeno y fósforo no deben exceder los 100 kg/ha, recomendándose la dosis de 50 kg/ha de N y 80 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicada en forma fraccionada, en dos o tres partes, correspondiendo con el inicio, mitad y final de la época lluviosa.

La primera dosis debe aplicarse cuando ha ocurrido aproximadamente el 20 % de la precipitación, la segunda entre enero y febrero, y la última a finales de marzo para asegurar un efecto residual durante la época seca. La aplicación debe hacerse después de un pastoreo corto e intenso, para asegurar un adecuado contacto y absorción del fertilizante. Como fuente de nitrógeno se recomienda la urea y como fuente de fósforo el superfosfato triple. El pH del suelo debe ser ligeramente ácido o alcalino. Para el caso de suelos fuertemente ácidos que son comunes al ecosistema altoandino, se sugiere el uso de roca fosfatada.

El manejo de la cobertura del suelo se aplicaría a 132.52 ha de pastizales en estado de conservación pobre. Dentro de las estrategias de mejora se tienen las prácticas de conservación de suelos, como son las zanjas, los surcos y los hoyos de infiltración. Estas prácticas se aplican sobre la base que la conservación del suelo es la medida más adecuada para el control de la erosión, integrando todo lo relacionado con el uso racional del suelo y su tratamiento (Carlson, 1990). Por otra parte, las obras de conservación de suelos permiten la recuperación de terrenos degradados por procesos de erosión y desertificación (Suárez de Castro, 1980).

**Figura n.º 18. Mapa de opciones de gestión de los ecosistemas (pastizales) de la microcuenca de Cojup.**



Fuente: MINAM, 2018

**Cuadro n.º 18. Opciones de gestión de los ecosistemas (pastizales) de la microcuenca de Cojup.**

Ecosistemas de pastizal	Opciones de gestión				TOTAL (ha)
	Manejo adaptativo	Manejo de la vegetación	Manejo de la cobertura del suelo	Otras	
Bofedal altoandino muy húmedo		5,95			5,95
Césped de puna altoandino muy húmedo	2,16	47,20			49,36
Césped de puna altoandino superhúmedo		6,84			6,84
Césped de puna subnival muy húmedo		2,26			2,26
Césped de puna subnival superhúmedo	15,85				15,85
Pajonal - Tolar altoandino muy húmedo		21,42	64,34		85,76
Pajonal - Tolar altoandino superhúmedo		7,42	5,44		12,86
Pajonal altimontano húmedo		25,68			25,68
Pajonal altimontano muy húmedo		11,32			11,32
Pajonal altoandino húmedo		3,96			3,96
Pajonal altoandino muy húmedo	4,77	239,72	0,61		245,11
Pajonal altoandino superhúmedo		78,66	0,90		79,56
Pajonal nival muy húmedo		4,88			4,88
Pajonal nival superhúmedo	0,11	2,59			2,69
Pajonal subnival muy húmedo	197,47	105,41			302,87
Pajonal subnival superhúmedo	485,77	198,69			684,46

Matorral altimontano húmedo		17,30	3,27		20,57
Matorral altimontano muy húmedo		45,85			45,85
Matorral altoandino muy húmedo		182,85	50,48		233,33
Matorral altoandino superhúmedo		13,17	2,61		15,78
Matorral subnival muy húmedo	1,25	25,96	0,73		27,94
Matorral subnival superhúmedo		19,05	4,14		23,19
Bosque de relictos altimontano húmedo				4,12	4,12
Bosque de relictos altimontano muy húmedo				15,35	15,35
Bosque de relictos altoandino muy húmedo				159,53	159,53
Bosque de relictos altoandino superhúmedo				54,05	54,05
Bosque de relictos subnival muy húmedo				12,78	12,78
Bosque de relictos subnival superhúmedo				37,85	37,85
Morrenas				108,59	108,59
Roquedal				2088,81	2088,81
Glaciar				1022,57	1022,57
Lagunas				78,70	78,70
<b>Total general</b>	<b>707,37</b>	<b>1066,16</b>	<b>132,52</b>	<b>3582,35</b>	<b>5488,41</b>

Fuente: MINAM, 2018

## 6.5. Acciones para la recuperación y la conservación de ecosistemas altoandinos

### 6.5.1. Enfoques de manejo y recuperación de pastizales

Se han realizado numerosos esfuerzos para visualizar la degradación de los pastizales utilizando diversos métodos, tales como opiniones de expertos, conocimiento local de los pastores, discusiones de grupos focales, opiniones de los usuarios de la tierra, referencias, cobertura basal, índices de diversidad, observaciones y medición de las propiedades del suelo, y estimaciones de cambios en la productividad (Moyo *et al.*, 2008; Stringer y Reed, 2007).

Uno de los enfoques se basa en la **estructura en concordancia con la función de un ecosistema** con el objetivo de diseñar estrategias de restauración de ecosistemas. En términos de manejo de un ecosistema, el enfoque estructural tiende a la manipulación mecánica de los componentes estructurales del ecosistema, mientras que el enfoque funcional se centra en la manipulación de procesos e interacciones que han sido degradados. Ambos enfoques no son mutuamente excluyentes, no obstante realizar una comparación entre ellos, permite analizar cada componente extremo (Whisenant, 1999).

Un segundo enfoque se basa en la interacción de **componentes bióticos y abióticos**, que más allá de diferenciar entre componentes estructurales y funcionales de un ecosistema hacen distinciones entre ambos componentes, considerando la caracterización de atributos

como una forma de realizar una evaluación integral, y con el objetivo de mejorar el estado de los indicadores de cada atributo. Para ilustrar mejor estos enfoques se puede mencionar dos ejemplos (cuadro n.º 19).

Un ejemplo de un componente **biótico** implicado en la degradación de pastizales es la presencia de plantas invasoras. Estructuralmente la evaluación del patrón de plantas invasoras se traduce en una mayor frecuencia de estas en la composición florística del ecosistema, la cual podría ser rectificadas mediante la eliminación de estas especies y la revegetación con especies nativas, y funcionalmente la presencia de plantas invasoras afecta la dinámica competitiva, donde las especies invasoras superan funcionalmente a las nativas del ecosistema. Una medida de restauración consistiría en manipular la dinámica competitiva, alternando el régimen de perturbación para favorecer el establecimiento y la persistencia de especies deseables (Sheley y Krueger-Mangold, 2003).

Un componente **abiótico** implicado en la degradación de pastizales es la erosión del suelo. Estructuralmente la erosión puede responder a formaciones como surcos y cárcavas, por lo que un manejo bajo el enfoque estructural sería el rellenado de estas formaciones y la construcción de barreras mecánicas, para restablecer la estructura inicial.

Desde un punto de vista funcional, la erosión del suelo indica una degradación de la dinámica suelo-agua, así como la baja infiltración de agua, el alto flujo de agua superficial y la pérdida de suelo durante eventos de lluvia. Desde una perspectiva funcional, la manera de reparar los efectos negativos de la erosión sería modificando los procesos degradados, centrándose en el incremento de la tasa de infiltración de agua en el suelo y la mejora de la estructura del suelo. (Breshears *et al.* 2001).

La distinción entre estructura y función, y los atributos ecosistémicos bióticos y abióticos, son de importancia en el uso de los enfoques posibles para la restauración, y ver cómo se relacionan con los diferentes resultados de la misma, por lo tanto, el diseño de estrategias de restauración

para optimizar sus resultados a corto y largo plazo, requerirá no solo una comprensión de las diferencias entre componentes bióticos/abióticos y estructura/función, sino también una comprensión de las interacciones entre ellas.

**Cuadro n.º 19. Matriz de comparación de enfoques estructurales/funcionales y bióticos/abióticos**

Componentes	Estructura	Función
Abióticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formaciones erosionadas</li> <li>• Barreras mecánicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de suelo y flujo de agua superficial durante lluvias</li> <li>• Mejoramiento de la estructura de suelo y de la tasa de infiltración de agua</li> </ul>
Bióticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas invasoras</li> <li>• Remoción y revegetación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas invasoras compiten con especies nativas</li> <li>• Alterar el régimen de perturbación para favorecer las especies deseadas</li> </ul>

**Fuente:** Adaptado de King & Hobbs (2006).

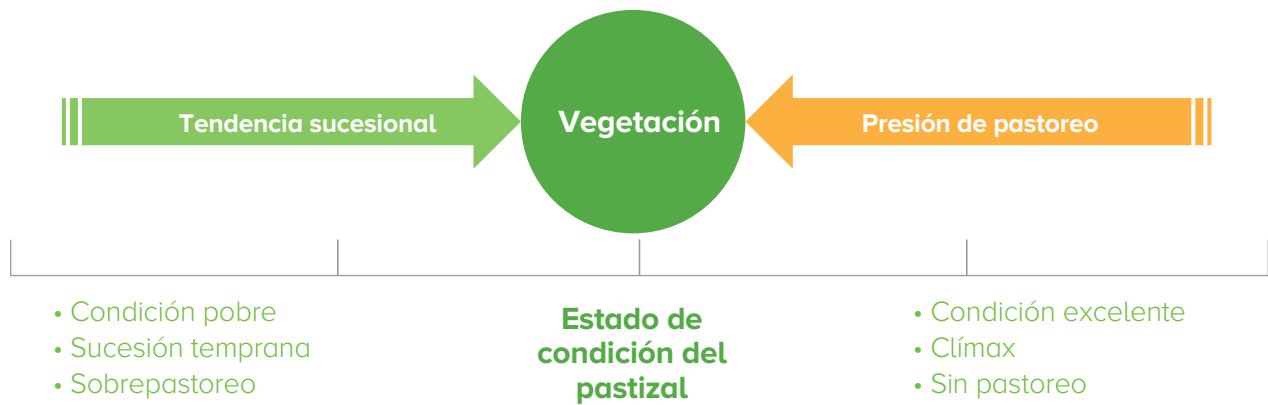
### 6.5.2. Modelos conceptuales en el manejo y recuperación de pastizales

El **modelo sucesional de comunidades clímax** contempla la dinámica del pastizal en el supuesto de que las especies vegetales presentes llegan a estructurar en conjunto como un solo organismo vivo, con capacidad de surgir, crecer, madurar y morir, siendo capaz de reproducirse en un estado de equilibrio denominado “clímax” y repetir todas las etapas de desarrollo mencionadas; entonces, un grupo

de especies vegetales serían identificadas como el estado clímax y todos los sitios dentro de esa región podrían ser comparados con el estado de referencia clímax, para determinar el estado de sucesión del sitio (Weaver & Clements, 1938).

En consecuencia, la presencia de un agente perturbador como el pastoreo (figura n.º 19), dependiendo de su intensidad y/o frecuencia, puede desencadenar cambios en la vegetación, apartándolo del estado “clímax”. No obstante, si el pastoreo llega a desaparecer, el ecosistema continúa un desarrollo lineal hacia el estado clímax.

**Figura n.º 19. Modelo clásico de respuesta de la vegetación frente a la presión de pastoreo**

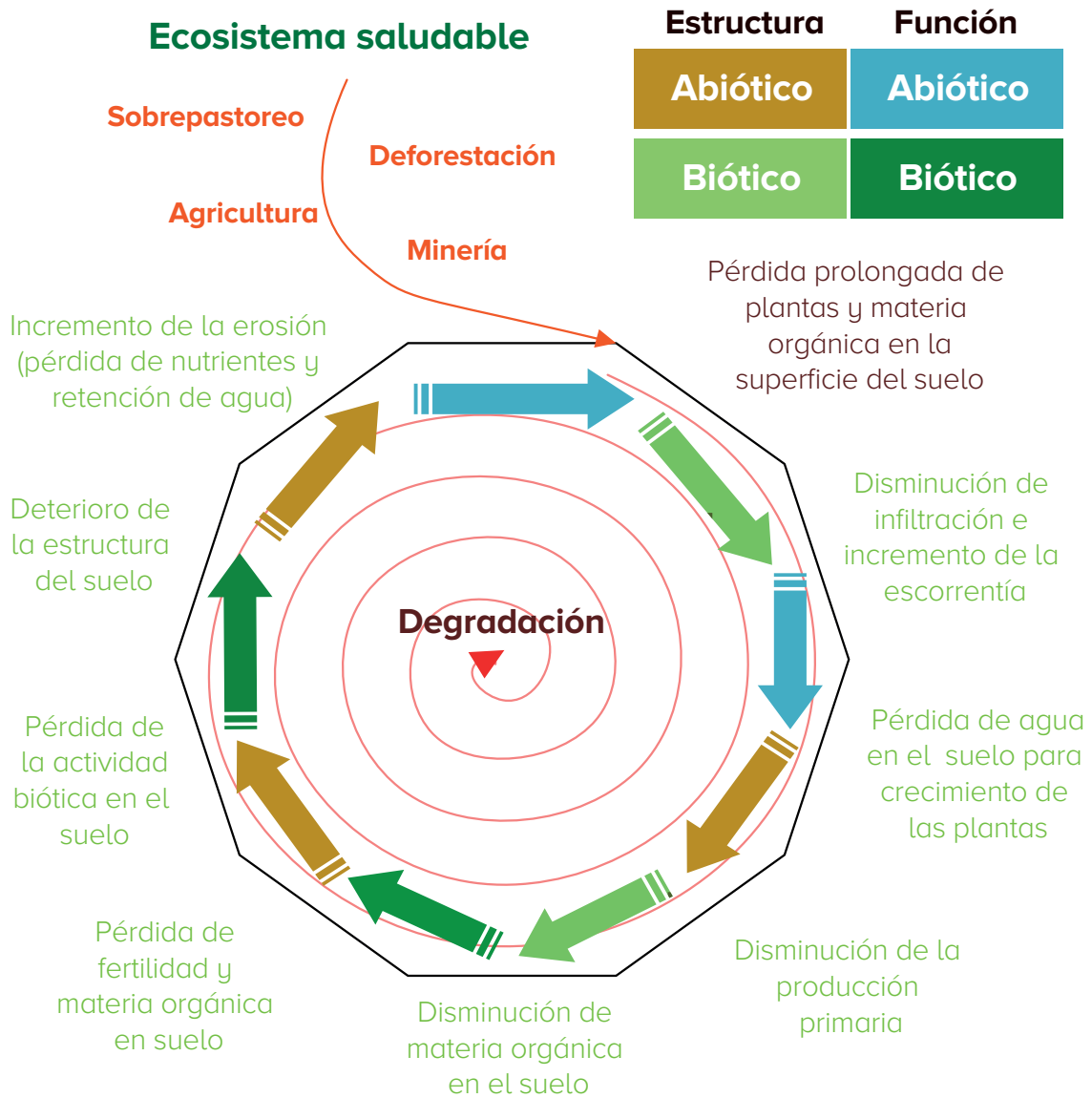


**Fuente:** Dyksterhuis (1948), basado en el modelo de sucesión lineal de Clements (1936).

El **modelo de degradación gradual** (figura n.º 20) considera un proceso de retroalimentación de cambios continuos en los componentes del pastizal que retroalimentan otros cambios en componentes asociados, generando una espiral negativa para la función y estructura del pastizal (Whisenant, 2002).



Figura n.º 20. Ciclo de degradación gradual como un proceso escalonado con retroalimentación, dando como resultado una “espiral” de degradación



Fuente: Whisenant (1999, 2002), adaptado de King & Hobbs (2006)

El **modelo de umbrales** se basa en el concepto de barreras bióticas y abióticas (figura n.º 26), presentado inicialmente por Milton *et al.* (1994) y posteriormente desarrollado por Whisenant (1999, 2002) y Hobbs y Harris (2001).

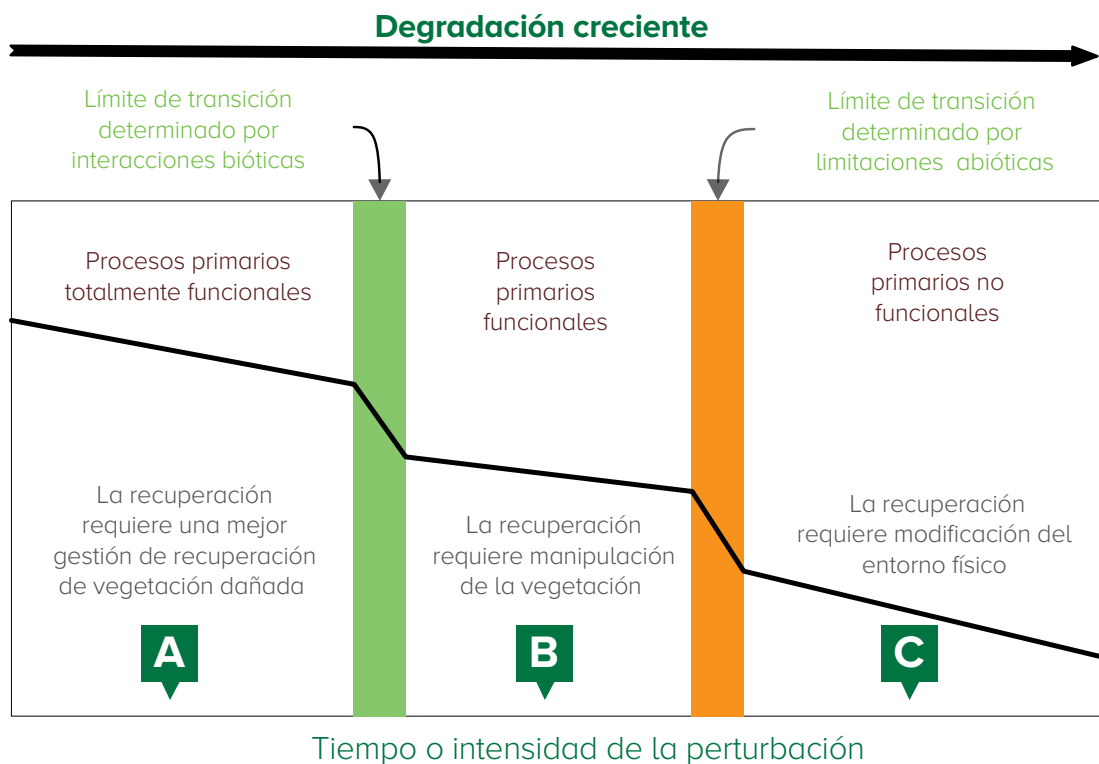
Este modelo propone tres etapas principales de degradación, con umbrales entre ellas que representan barreras que determinan la recuperación potencial del ecosistema. En la primera etapa (A), la función biótica se degrada, pero el sistema todavía tiene capacidad de recuperación autogénica, si la causa de la degradación se elimina.

Si la degradación continúa, se cruza el primer umbral, el cual representa un daño significativo

a la función biótica. Si un ecosistema ha cruzado este umbral y se encuentra en la segunda etapa (B), será necesaria alguna manipulación de los componentes bióticos, sumado a la eliminación de la perturbación, para promover la recuperación autogénica. Aunque las funciones abióticas pueden haberse degradado en la segunda etapa, todavía mantienen cierta resiliencia en términos de su capacidad de recuperación sin manipulación directa.

En la tercera etapa del diagrama (C), los procesos bióticos son disfuncionales y la función abiótica se ha degradado más allá de su capacidad de resiliencia. En esta etapa final de degradación, los componentes abióticos requieren manipulación para favorecer la recuperación autogénica.

**Figura n.º 21. Modelo conceptual de umbrales bióticos y abióticos, que indican puntos de quiebre en la recuperación de ecosistemas de un estado degradado**



**Fuente:** Adaptado de Whisenant 2002.

La distinción entre funciones bióticas y abióticas es particularmente relevante en el modelo de umbrales, visto desde la perspectiva de la regulación y retención de recursos. Surgen dos generalizaciones significativas. Primero, los pastizales más saludables y con mayores recursos tienden a ser regulados por interacciones bióticas, mientras que en los pastizales con pocos recursos, es regulada principalmente por componentes abióticos (Whisenant, 1999).

Entonces, el punto de partida de un pastizal dependerá de los niveles de recursos inherentes en el ecosistema. Los pastizales áridos “comienzan” más cerca de los umbrales de degradación que las praderas más húmedas. Asimismo, la degradación tiende a desplazar la regulación de los recursos de los procesos bióticos a los abióticos. Este cambio de control biótico a abiótico, por lo general, conduce a la pérdida acelerada de recursos. La degradación más severa ocurre cuando las funciones bióticas y abióticas están dañadas y no queda nada para controlar la pérdida de recursos (Schlesinger *et al.*, 1990).

El **modelo estado y transición de los pastizales** surge como una propuesta integradora al modelo sucesional, dado que considera estados relativamente estables y no como referencia a un único estado estable (clímax), asimismo, identifica transiciones entre ellos y umbrales (Westoby *et al.*, 1989).

Las fluctuaciones comprenden variaciones no permanentes de la vegetación y de factores ecológicos relacionados como la temperatura, la precipitación, la duración de la sequía o inundación, la presión de pastoreo, entre otros. El cambio en la vegetación es

fundamentalmente cuantitativo alrededor de un valor promedio que permanece constante; persisten las mismas especies dominantes o diagnóstico de la comunidad. Cuando cesa la fuerza promotora del cambio, el sistema vuelve a sus valores anteriores.

En síntesis, las principales premisas de este modelo son las siguientes:

- Los cambios observables sobre la vegetación no siempre son lineales.
- El paso de un estado a otro no siempre es reversible.
- Puede haber más de un estado estable; las transiciones negativas son más factibles que las positivas.
- El pastoreo o la carga animal no son los únicos factores que afectan la dinámica de la vegetación, sino que deben tenerse en cuenta otros factores, tales como eventos climáticos inusuales (lluvias abundantes, sequías) u otros disturbios como fuego, entre otros.

Las consecuencias de aplicar este modelo sobre el manejo de pastizales son diversas. Debe reunirse información como para generar un catálogo de los posibles estados alternativos del pastizal y un catálogo de las posibles transiciones entre estados. Esto deberá incluir la generación de hipótesis sobre determinadas transiciones y su puesta a prueba en forma experimental. Finalmente se debe conocer suficientemente el sistema como para generar un catálogo de oportunidades y riesgos que harían particularmente factibles determinadas transiciones (Díaz, 2007).

### 6.5.3. Acciones de manejo y recuperación de pastizales en función al gradiente de degradación

Basado en el modelo conceptual *Estado y transición de los pastizales*, Milton *et al.* (1994) desarrollaron un modelo para ecosistemas de pastizales áridos basado en el principio de

disminución de la productividad, para determinar gradientes o niveles de degradación secuencial. Esta metodología describe cinco estados o niveles de degradación que varían del nivel cero (0) al cuatro (4), en la cual cada uno representa una serie de características e indicadores clave a considerar para determinar el nivel de degradación y problemática presente en el ecosistema y así recomendar una determinada estrategia o acción estratégica de rehabilitación del pastizal, para revertir el proceso de degradación en cada etapa (cuadro n.º 20).

**Cuadro n.º 20. Niveles de degradación gradual de pastizales áridos o semiáridos**

Nivel	Descripción	Síntomas	Opciones de Gestión
0	La biomasa y la composición de la vegetación varían con los ciclos climáticos y eventos estocásticos.	Vegetación perenne varía con el tiempo.	Manejo adaptativo
1	Los hervíboros reducen la cantidad de plantas palatables, favoreciendo el crecimiento de poblaciones de sabor desagradable.	Cambios en la demografía de la población de plantas.	Controles estrictos de pastoreo
2	Las especies de plantas palatables han desaparecido, así como sus depredadores especializados y simbioses.	Pérdidas de plantas y animales, reducción de la productividad secundaria.	Manejo de la vegetación (semilleo, remoción de invasoras).
3	La biomasa y la productividad de la vegetación varían como efímeras que benefician la pérdida de la cubierta perenne.	Biomasa perenne reducida (plantas de corta vida y aumento de inestabilidad), las aves residentes disminuyen y aumentan las nómadas.	Manejo de la cobertura del suelo (mantillo, barreras contra la erosión, protección de la superficie del suelo).
4	La denudación y la desertificación implican cambios en la función del suelo y la actividad detritívora.	Suelo desnudo, signos de erosión y aridez.	No uso de la zona

**Fuente:** Adaptado de Milton *et al.* (1994).  
Westoby *et al.* (1989).

En el nivel cero (0) o en ausencia de degradación, la composición de los pastizales varía en respuesta a oscilaciones climáticas y los eventos estocásticos tales como la sequía, el granizo, la helada y el fuego (George *et al.*, 1992). Ante esta situación, la opción de gestión implicaría un manejo adaptativo que involucra manipulaciones oportunas de las densidades de ganado y presión de pastoreo (Westoby *et al.*, 1989).

En el nivel uno (1), la degradación de las tierras de pastoreo se puede estimar a través de los cambios en la estructura de edad de las poblaciones de plantas. Dependiendo de los objetivos de gestión (por ejemplo, observación de animales salvajes o producción animal) y el tipo de vegetación (anual o perenne; praderas, matorral o sabana), el ecosistema podría ser restaurado mediante controles estrictos de pastoreo a través de la alteración de la temporada de pastoreo, intensidad, o tipo de animal (Acocks, 1964). Asimismo, la implementación de sistemas de pastoreo rotacional en épocas del año y descanso durante todo el año se utilizan con éxito para la mejora del pastizal (Westoby *et al.*, 1989).

En el nivel dos (2) el proceso de degradación implica una disminución en la diversidad florística de los pastizales y su productividad. Es poco probable que la reversión a la degradación en esta etapa sea rentable, ya que implicaría la eliminación del ganado doméstico y la exclusión de otros herbívoros silvestres, así como la manipulación de la vegetación a través del control mecánico. Dentro de las prácticas recomendadas se tiene la revegetación combinada con el majadeo, uso de semilleros, la quema prescrita, el control integrado de plantas indeseables y el uso de herbicidas (Passera *et al.*, 1992).

En el nivel tres (3) la degradación se manifiesta a través de la reducción de la cobertura vegetal, la vegetación palatable se encuentra reducida y existe una mayor exposición de suelo desnudo que favorece una erosión acelerada y

fluctuaciones extremas de temperatura a nivel de la superficie del suelo (Milton *et al.*, 1994). Las tierras de pastoreo en esta condición no pueden manejarse de manera rentable, debido a que requieren tiempo para recuperarse y, en este estado, el ecosistema puede restaurarse actuando a un nivel del entorno físico, como prácticas que permitan reducir la erosión, aumentar la infiltración, mejorar la capacidad de retención de agua del suelo, la protección de la superficie del suelo del sol y las heladas y la creación de micrositios adecuados para el establecimiento de las plántulas de plantas perennes (Barrow, 1991).

Finalmente, en el nivel cuatro (4), la degradación es tan severa que la cubierta vegetal se ha perdido por completo y los suelos son altamente salinos con una erosión acelerada. Los pastizales en este estado de degradación son a menudo abandonados a causa de los altos costos de restauración o rehabilitación, por lo que la opción de gestión económicamente viable en esta etapa podría ser el no uso de la zona (Barrow, 1991).

### 6.5.3.1. Manejo adaptativo

El manejo adaptativo incorpora a la investigación en las acciones de conservación, específicamente, es la integración de diseño, manejo y monitoreo, para probar sistemáticamente ciertos supuestos, para poderse adaptar y aprender. Al probar supuestos se trata de identificar y aplicar diferentes acciones para lograr un resultado deseado. No se trata de un proceso al azar de ensayo y error, por el contrario, el proceso involucra primero pensar sobre la situación del proyecto, desarrollar una serie de supuestos sobre lo que está ocurriendo y qué acciones puede utilizar para afectar estos eventos (Nyberg, 1998). Luego, la organización implementa estas acciones y monitorea los resultados reales para

compararlos con los supuestos y para ello la clave es desarrollar un entendimiento no solo de cuáles acciones funcionan y cuáles no, sino también porqué (Stuth *et al.*, 1991), como se muestra en la figura n.º 22.

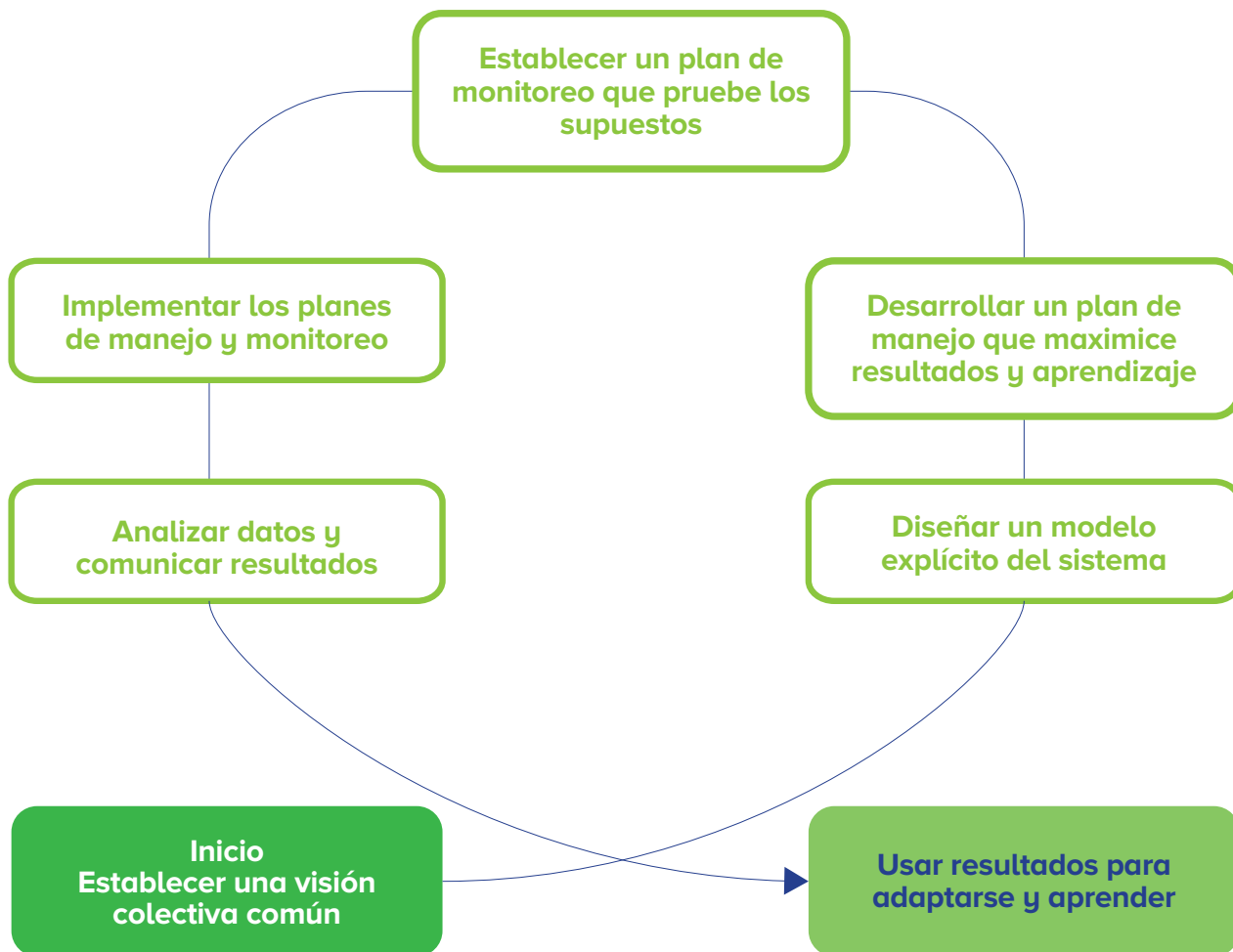
Por ejemplo, el énfasis tradicional en el diseño de programas de pastoreo se ha centrado en la manipulación del descanso y la intensidad de pastoreo para la producción máxima de ganado por unidad de área de la tierra. Sin embargo, existe una poca aceptación y aplicación del conjunto limitado de sistemas de pastoreo que se han desarrollado en diferentes investigaciones (Danckwerts *et al.*, 1993). Por lo tanto, el manejo adaptativo debe tener en cuenta todos estos elementos del proceso de planificación, de los cuales la elección del método de pastoreo (continuo, rotacional, diferido) es solo una consideración (Foran y Howden, 1999).

Algunas motivaciones comunes para diseñar e implementar un manejo adaptativo en

los ecosistemas pastoriles, impulsan el proceso de decisión, siendo muchos de estos interdependientes (Walker y Hodgkinson, 1999):

- Mejorar la rentabilidad.
- Mantener las operaciones.
- Conducir el cambio de sucesión en la dirección deseada.
- Facilitar la aplicación de otras prácticas de manejo.
- Facilitar otras empresas (centros de beneficio).
- Mejorar el hábitat de la fauna o la experiencia recreativa.
- Responder a las cuestiones ambientales (calidad y cantidad del agua, biodiversidad).
- Proporcionar servicios ecológicos para la sociedad.

Figura n.º 22. Esquema de manejo adaptativo



**Fuente:** Conservación. Tomado de Foundation of Success (FOS)  
[http://www.fosonline.org/Adaptive\\_Management1.cfm](http://www.fosonline.org/Adaptive_Management1.cfm)

### 6.5.3.2. Control estricto del pastoreo

Se dice que se está aplicando un sistema de pastoreo cuando se rota de manera sistemática y recurrente un tratamiento de diferir y dejar descansar un área de pastoreo. Los sistemas de pastoreo se utilizan con la finalidad de mejorar la condición y la capacidad de carga del pastizal. Los incrementos en el nivel de producción de forraje pueden llegar hasta un 200 % (Herbel, 1983). Rotar significa mover a los animales de una cancha a otra, basado en un programa destinado a evitar el pastoreo (exclusión) de las especies clave durante períodos fenológicos críticos. Diferir significa retrasar la entrada de los animales a un área de pastoreo hasta que las semillas de las especies clave hayan madurado. Descansar es prevenir el pastoreo durante el período de crecimiento y dormancia; es decir, todo el año.

Dos de los métodos de pastoreo más utilizados en áreas de conservación son el descanso-rotación y el pastoreo diferido.

### Descanso-rotación del campo

El descanso de pastizales puede definirse como el no uso o utilización de un área destinada al pastoreo durante un año, proporcionando un mayor periodo de recuperación de las plantas y fomentando la vida silvestre en el pastizal, sin ganado durante el periodo crítico dormante (Holechek, 1989). Esto se traduce en una mejora de la producción de forraje, valor estético, las propiedades del suelo y la calidad del agua. El descanso-rotación como estrategia de recuperación (figura n.º 23) resulta ideal para mejorar la condición de pastizales pobres y favorecer la conservación de ecosistemas (Flores, 1999).

Sin embargo, aspectos como el tipo de suelo, la composición florística y el clima local son determinantes, ya que mientras mejor es el balance entre estos tres componentes, mayor será la posibilidad de obtener mejor respuesta y por ende resultados económicos.

**Figura n.º 23. Vista panorámica de un pastizal en descanso.**

		Potreros			
		A	B	C	D
<b>Año 1</b>	Abril - setiembre	P*	N*	P	N
	Octubre - marzo	N	N	P	P
<b>Año 2</b>	Abril - setiembre	N	N	P	P
	Octubre - marzo	N	P	P	N
<b>Año 3</b>	Abril - setiembre	N	P	N	P
	Octubre - marzo	P	N	N	P
<b>Año 4</b>	Abril - setiembre	P	P	N	N
	Octubre - marzo	N	P	P	N

**P\*: Pastoreo, N\* : Descanso**



**Fuente:** Flores, 1999



### a. Pastoreo diferido

El sistema de pastoreo diferido es una de las estrategias más importantes para la mejora de los pastos y se define como la postergación o el retraso del pastoreo hasta que las plantas clave se hayan diseminado a través del semillero (Skovlin *et al.*, 1976). Consiste en la combinación de periodos de pastoreo y no pastoreo aplicados a un grupo de plantas basados en el conocimiento cabal de su respuesta a la defoliación (Flores, 1999), y para lo cual el sistema consiste en dividir el campo de pastoreo en dos potreros (figura n.º 24), de modo que cada uno reciba un pastoreo diferido cada dos años. Sin embargo, existen modificaciones de este sistema para la recuperación de campos degradados, en donde las características clave siguen siendo que

periódicamente (cada 2 a 4 años) cada potrero recibirá diferimiento dependiendo de la cantidad de pasto (Holechek *et al.*, 1998).

El beneficio de este sistema consiste en la mejora de la condición de los campos, logrando una utilización uniforme del pastizal, minimizando la destrucción de áreas deterioradas, manteniendo los pastizales de elevada calidad y reduciendo las áreas de sacrificio. El fundamento del sistema de pastoreo es la combinación de tratamientos de descanso y diferimiento que evite, en la misma época y con la misma especie animal, todos los años, el pastoreo de las canchas cuando las plantas son más susceptibles al pastoreo (Flores, 1999).

**Figura n.º 24. Vista panorámica de un pastizal en diferimiento.**



**Fuente:** MINAM, 2018

### 6.5.3.3. Manejo de la vegetación y la cobertura vegetal

Las especies nativas de pastizales son más eficientes utilizando la energía solar, y más tolerantes a los estreses ambientales de temperatura y humedad, que les impone la zona altoandina, que las especies exóticas (Hartmann *et al.*, 1990). Estas diferencias a favor de los pastizales se hacen más notorias a medida que la altitud aumenta y la topografía se hace más difícil (Herbel, 1983). Dentro de las prácticas destinadas al manejo de la vegetación y cobertura vegetal se encuentran el control integrado, la revegetación de esquejes de plantas nativas y las enmiendas orgánicas y fertilización.

#### a. Control integrado

El control integrado tiene como objetivo eliminar y reducir la población de especies indeseables, las cuales pueden ser tóxicas o no palatables (Janick, 1979). El control de estas especies se puede lograr descansando el campo por el período de un año o pastoreando después de que las plantas deseables han madurado y diseminado sus semillas, o combinando ambas técnicas, a pesar de que existen malezas que no responden a estas prácticas. Cuando esto sucede se debe recurrir al uso de herbicidas, el cual tiene una serie de ventajas entre las que cabe mencionar el empleo de muy poca mano de obra, una mayor velocidad de trabajo y el retardo considerable del rebrote (Pettit, 1999).

Herbel (1983) reporta que, al combatir estas plantas, la producción forrajera puede aumentar hasta en un 700 %, por lo que es indispensable controlar la proliferación de estas especies indeseables. El impacto ambiental positivo de esta estrategia se refleja en la mejora de la condición de los pastos y en un incremento en la cantidad y calidad de forraje. El impacto

ambiental negativo se traduce en la posibilidad de que algunas semillas o partes vegetativas puedan quedar después del control de estas plantas, generándose así un nuevo rebrote que afecte la pastura; muchos de los herbicidas pueden dañar a las plantas deseables y de buen valor forrajero, disminuyéndolas progresivamente.

#### b. Revegetación con especies nativas

La revegetación con especies nativas es recomendable en canchas que han sido fuertemente sobrepastoreadas, donde es casi imposible mejorarlas con sistemas de rotación de canchas, debido a la poca cubierta vegetal existente que limita el pastoreo y por lo que es propensa a sufrir los efectos negativos del pastoreo por efecto del pisoteo (CIPEJ, 1991).

La revegetación con especies nativas debe restringirse a aquellos lugares con topografía plana a ligeramente inclinada, con altitudes menores a 4200 m, de suelos moderadamente profundos a profundos y pH mayor a 4,5; siendo más recomendable emplear una enmienda previa con abonamiento o materia orgánica para asegurar el éxito de esta práctica (Herbel, 1983). La revegetación con especies nativas no tiene restricciones, excepto por la falta de información documentada, por lo que de forma práctica es recomendable llevarse a cabo una vez establecido el periodo de lluvias (setiembre a octubre) para asegurar una buena humedad del suelo durante la época crítica del establecimiento de las plantas (figura n.º 25). Esta resiembra debe realizarse con material vegetativo bajo la forma de esquejes, pues el poder germinativo de las especies nativas es muy pobre (Flores, 1999).

La selección de especies forrajeras a utilizar para una revegetación estará basada en la adaptación de las mismas a las características del clima y del suelo.

**Figura n.º 25. Vista panorámica de áreas revegetadas con *Festuca dolichophylla*.**



**Fuente:** MINAM, 2018

El uso de enmiendas orgánicas o aplicación de materia orgánica es una práctica agrícola muy difundida, la cual es conocida como majadeo o redileo y consiste en mantener encerrado al ganado, para hacerlo dormir en una parcela acotada por una red, cerco o dispositivo fácilmente reubicable (Rodríguez, 2006). El majadeo es una práctica que condiciona el manejo ecológico del sistema, debido a la manipulación del componente biótico para que el ciclo de nutrientes ocurra de modo uniforme, aprovechando los beneficios que tienen sobre el suelo las deyecciones sólidas y líquidas del ganado para estimular la producción de humus, enriquecer la composición de las plantas de alta productividad y ejercer un efecto estimulante sobre la población microbiana del suelo (Rodríguez, 2006). El impacto del majadeo depende de factores como el nivel de consumo, la digestibilidad del pasto, el tipo y edad del animal, la carga animal y el régimen de explotación (Langer, 1973).

Normalmente se emplea ganado ovino para realizar esta práctica debido a su menor impacto

sobre la compactación del suelo, en la que si se considera una densidad de 1 unidad ovino/m<sup>2</sup>, permitirá obtener hasta una cantidad de estiércol de 8 t/ha depositado en una noche; sin embargo, no hay demasiadas cifras relativas a los aportes reales de materia orgánica que representa esta práctica (Urbano, 1985).

Otra práctica de mejora de la cobertura vegetal muy difundida en nuestro medio es la fertilización o abonamiento, lo cual demanda la presencia de niveles de agua adecuados y forraje disponible, que no están presentes en pastizales de condición muy pobre (Florez y Malpartida, 1987).

#### **6.5.3.4. Manejo de la cobertura del suelo**

El manejo de la cobertura del suelo es la estrategia más viable para recuperar el ecosistema degradado (figura n.º 26), debido a que sus exigencias comparativamente, son

## Evaluación del estado de conservación y estrategias de manejo de los ecosistemas de la microcuenca Cojup - Huaraz

necesariamente intensivas y contempla el estado *Pobre* o *Muy pobre* del pastizal, con una tendencia negativa y alejado de una fuente de agua principal (Flores, 1999).

Dentro de las estrategias de mejora tenemos prácticas de conservación de suelos, como son las zanjias, los surcos y los hoyos de infiltración. Estas prácticas se aplican sobre la base que la conservación del suelo es la medida más adecuada para el control de la erosión, integrando

todo lo relacionado con el uso racional del suelo y su tratamiento (Carlson, 1990). Por otra parte, las obras de conservación de suelos, permiten la recuperación de terrenos degradados por procesos de erosión y desertificación.

La cobertura del tolar arbustivo cumple un rol importante en la regulación hídrica y protección del suelo, su uso indiscriminado puede afectar su rol ecológico y productivo (figura n.º 27).

**Figura n.º 26. Pastizales de condición pobre (izquierdo) y regular (derecho) y con una cobertura al 30 % y 68 %, respectivamente.**



Fuente: MINAM, 2018

**Figura n.º 27. Cobertura del ecosistema tolar de condición regular con cobertura al 40%.**



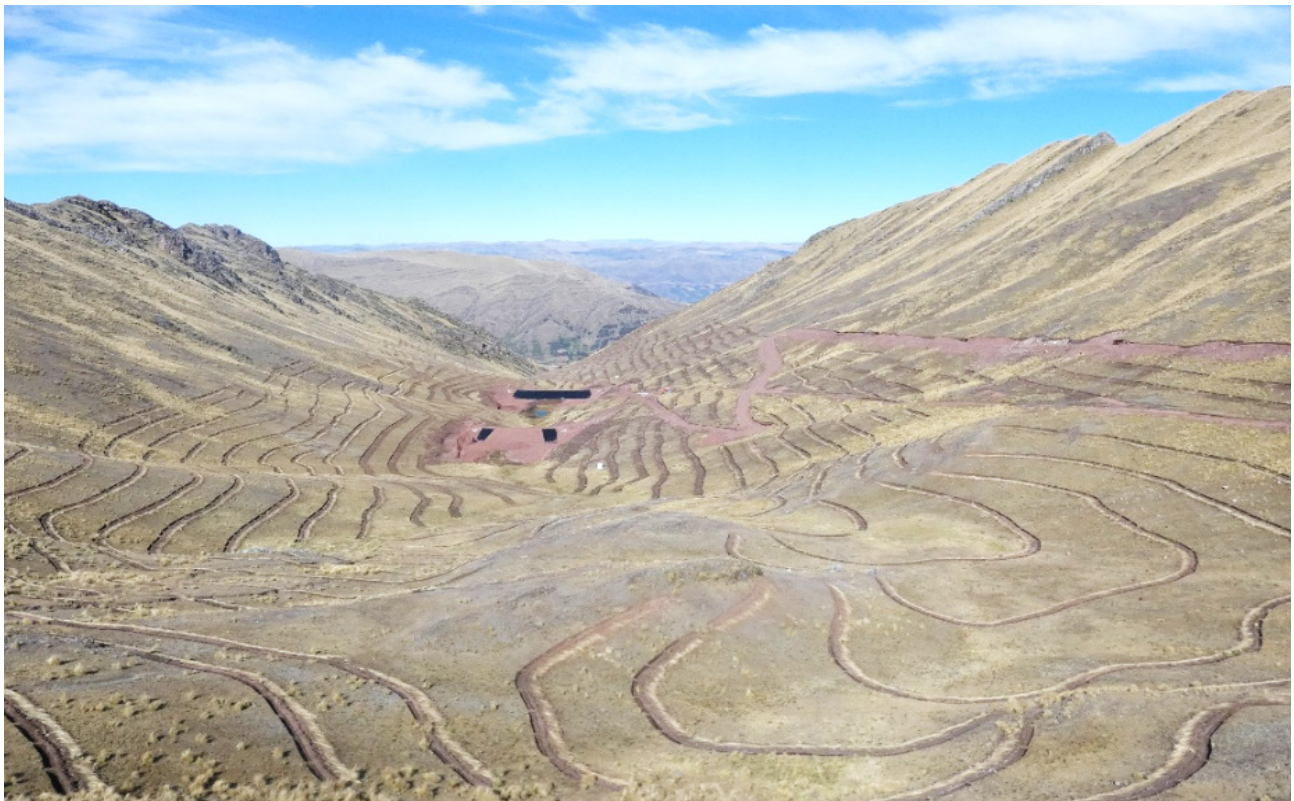
Fuente: MINAM, 2018

### a. Zanjas de infiltración

Son canales sin desnivel contruidos en laderas, los cuales tienen por objetivo captar el agua que escurre, disminuyendo los procesos erosivos, al aumentar la infiltración del agua en el suelo (Vásquez & Tapia, 2011). Estas obras de recuperación de suelos pueden ser contruidas de forma manual o mecanizada, y se sitúan en la parte superior o media de una ladera, para capturar y almacenar la escorrentía proveniente de las cotas superiores (Suárez de Castro, 1980). La justificación principal de las zanjas de

infiltración, es el efecto que producen sobre la estabilización del suelo (figura n.º 28); es decir, son agentes propiciadores de almacenamiento de humedad para las plantas, a través del almacenamiento temporal de escorrentías superficiales. Debe señalarse que un sistema de zanjas de infiltración por sí solo no controlaría totalmente el fenómeno erosivo, siendo necesario revegetar con pastos o forestar los espacios intermedios entre zanjas, o adoptar otras prácticas conservacionistas como la gradura, el subsolado y la siembra en contorno (Carlson, 1990).

**Figura n.º 28. Zanjas de infiltración.**



**Fuente:** MINAM, 2018

Es una práctica de fácil realización, debido a que:

- Intercepta el agua de escorrentía y facilita su infiltración al suelo, contribuyendo a la recarga de manantiales.
- En laderas muy degradadas permite regenerar la vegetación natural y recuperar dichas laderas.
- En terrenos de pastos o plantaciones permanentes, favorece el crecimiento rápido de las plantas por la disponibilidad de humedad (figura n.º 29).

**Figura n.º 29. Construcción de zanjias de infiltración como estrategia para captura de agua**



**Fuente:** MINAM, 2018

### b. Surcos de infiltración

Es una práctica que consiste en establecer pequeños surcos o canaletas lineales de 15 cm de profundidad, elaborados con el mismo suelo y rocas, con un distanciamiento mínimo de 3 a 5 metros, los cuales siguen las curvas de nivel del terreno (Suárez de Castro, 1980). Esta práctica

reduce la escorrentía superficial, protege a los suelos ubicados más abajo de sufrir por salinidad y la erosión, y permite una mayor infiltración del agua, condición que mejora el contenido de humedad del suelo y consecuentemente la productividad. (figura n.º 30).

**Figura n.º 30. Construcción de surcos de infiltración como estrategia para captura de agua y manejo de suelos**



**Fuente:** MINAM, 2018

### c. Hoyos de infiltración

Consiste en construir hoyos de 15 cm de profundidad y 10 cm de diámetro, con un distanciamiento mínimo de dos metros sobre el tapiz natural en áreas con pendientes moderadas a fuertes y constituyen bases de captación de agua en el suelo (Lemus, 2003). Su contribución y diseño tiene como objetivo

capturar y almacenar agua dentro del hoyo y su alrededor para el uso de las plantas, controlando de este modo la escorrentía superficial (figura n.º 31). Tiene un impacto positivo por la menor perturbación sobre el tapiz natural y algunos reportes señalan que mejora la productividad de las plantas existentes y la cobertura vegetal (Pavez, 2004).

**Figura n.º 31. Construcción de hoyos de infiltración como estrategia para captura de agua y manejo de suelos**



**Fuente:** MINAM, 2018

Oscanoa y Flores (2016), sugieren una opción técnica combinando los surcos y los hoyos, la cual posibilita mejorar el estado ecológico del pastizal controlando la erosión del suelo, coadyuva a recuperar las facultades hidrológicas

del pastizal degradado, probablemente como resultado de la mejora de captación del agua de lluvias, la cobertura vegetal, el mantillo, la humedad del suelo y la disminución de la evapotranspiración de la comunidad vegetal.



### 6.5.4. Estrategias de mejora productiva y ecológica de pastizales

Las estrategias de manejo y mejora de los pastizales involucran elevar su condición, su productividad y capacidad de carga. Las buenas prácticas de manejo de pastizales son aquellas que incrementan la cantidad de forraje utilizable, reemplazan a las plantas indeseables por las deseables, conservan el agua y el suelo, y promueven el incremento de la vida silvestre (Flores, 1993).

Las prácticas de mejoramiento de los pastizales pueden clasificarse como extensivas e intensivas. Las estrategias extensivas son aquellas que no requieren ingreso extra de energía al sistema y

no involucran altos riesgos ni costos, estas son la quema de pastizales, los sistemas de pastoreo y el manejo de aguadas. Las estrategias intensivas son aquellas prácticas que requieren de un ingreso extra de energía al sistema como el control de plantas indeseables, la resiembra de pastizales y la fertilización (Flores, 2010).

Esta clasificación es de particular relevancia para los sistemas de producción de camélidos pues estos se encuentran ligados a sistemas comunales de tenencia de tierra o constituyen pequeñas propiedades privadas con limitada capacidad para generar, financiar y supervisar estrategias de mejoras intensivas (figura n.º 32). Las mejores estrategias de mejoramiento de pastizales son aquellas que trabajan en el contexto de la sucesión vegetal como la quema, el manejo de aguadas y los sistemas de pastoreo (Flores, 1991).

**Figura n.º 32. Productividad de forraje bajo prácticas de manejo de pastizales**



Fuente: Herbel, 1983.

## Evaluación del estado de conservación y estrategias de manejo de los ecosistemas de la microcuenca Cojup - Huaraz

La capacidad de las estrategias consignadas en la figura n.º 36, para mejorar la condición del pastizal, depende del tipo de suelo, la composición florística y el clima local. Mientras mejor es el balance entre estos tres componentes mayores las posibilidades de obtener resultados económicos exitosos.

### 6.5.4.1. Estrategias extensivas

#### a. Sistemas de pastoreo

La implementación adecuada de prácticas de pastoreo es esencial para prevenir la degradación del ecosistema y mejorar la producción de forraje. Cuando los sistemas de pastoreo se aplican

apropiadamente, constituyen una herramienta de gran utilidad para mejorar la producción de forraje a través del mantenimiento de la función y de la estructura del ecosistema de pastizal. La clave para mejorar la productividad de los pastizales mediante la utilización de sistemas de pastoreo radica en buscar una combinación de tratamientos de descanso y diferimiento que evite el pastoreo de un campo todos los años, en la misma época y con la misma especie animal (Flores, 1993). Sin embargo, cuando no existe el control del pastoreo ni un plan de rotación de canchas, ni aún se conoce la soportabilidad de carga para un pastoreo adecuado, existirá la degradación del pastizal, como se observa en la figura n.º 33.

**Figura n.º 33. Vacunos en un sistema extensivo pastoreando en la quebrada de Cojup**



Fuente: MINAM, 2018

El descanso de un campo involucra no pastorear un potrero durante un año permitiendo el desarrollo radicular de las plantas y asegurando una adecuada reserva de carbono que permitirá que las plantas sean vigorosas el año siguiente. Este sistema está diseñado sobre la base de

los requerimientos de las plantas y no de las necesidades nutricionales del ganado. Es por ello que el descanso de campos es el mejor sistema para zonas ribereñas y para pastizales de condición pobre (Flores, 2010), como se muestra en la figura n.º 34.

**Figura n.º 34. Campos de pastizales en descanso la quebrada de Cojup**



**Fuente:** MINAM, 2018

Los pastizales altoandinos correspondientes a los tipos de vegetación pajonal y césped de puna responden al descanso a través de incremento de su producción hasta en un 170 %, dependiendo del potencial del suelo y de la composición florística inicial (Flórez

y Malpartida, 1987, citado por Flores, 1991). Las respuestas limitadas de menos del 40 % corresponden a suelos pobres en donde hubo una reducción intensa del vigor y de la cobertura de las especies clímax en el tiempo (Flores, 1991) observadas en la figura n.º 35

**Figura n.º 35. Caballares pastoreando en la quebrada de Cojup**



**Fuente:** MINAM, 2018

### b. Manejo del agua

El apropiado funcionamiento de los sistemas hidrológicos es vital para la salud de las cuencas y para proveer recursos forrajeros y hábitat para el ganado y la vida silvestre. La disponibilidad de forraje y la ubicación de las fuentes de agua, interactúan para determinar los patrones de uso y la capacidad de carga de los pastizales

(Flores, 1991). En áreas cercanas a los ojos de agua los animales tienden a concentrarse, originando el sobrepastoreo de estas áreas y el subpastoreo de las áreas lejanas (figura n.º 36). Por ello, es necesario introducir mejoras en la disponibilidad y la distribución de fuentes de agua para asegurar una utilización uniforme y una mejor distribución del ganado (Flores, 1993 y 1997a).

**Figura n.º 36. Protección de áreas ribereñas para evitar contaminación del agua en un campo de pastoreo.**

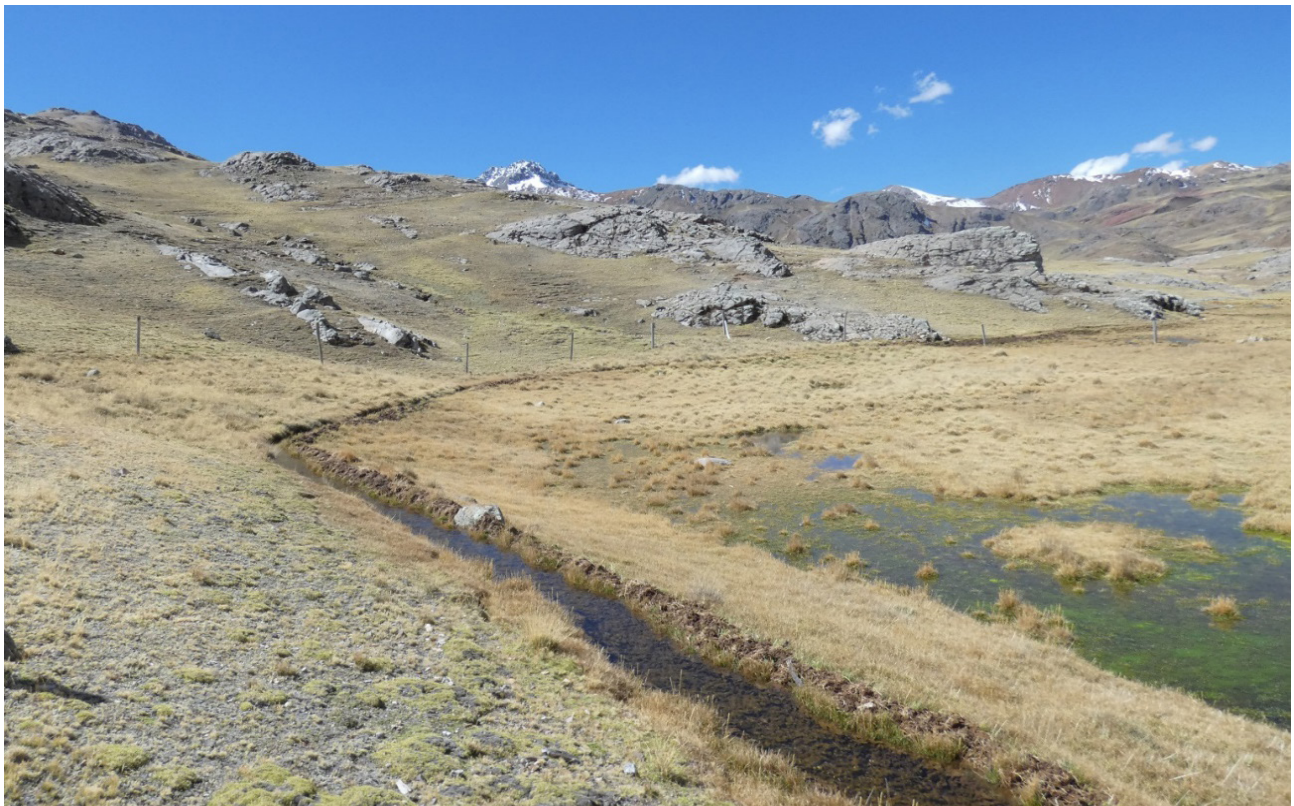


Fuente: MINAM, 2018

Los lugares para abreviar, ya sean naturales o artificiales, requieren de espaciamientos diferentes según se trate de zonas planas o montañosas (figura n.º 37). En general, se recomienda la presencia de dos o más fuentes de agua por campo (Flores, 1993 y 1997a). Un factor importante a considerar para determinar el número de fuentes de agua y el distanciamiento entre estas, es la diferencia en requerimientos de

agua a nivel de especies, pues las alpacas son más tolerantes a la escasez de agua respecto a los ovinos. Las alpacas consumen en promedio entre 4 y 6 litros por día y pueden permanecer sin abreviar hasta por tres días consecutivos. Además, en zonas de alta pendiente las alpacas no deberían caminar más de 2,4 km para conseguir agua (Flores, 1993 y 1997).

**Figura n.º 37. Protección de áreas ribereñas para evitar contaminación del agua en un campo de pastoreo**



**Fuente:** MINAM, 2018

La construcción de bebederos haciendo excavaciones en las mismas quebradas o en terrenos con hondonadas podría resolver los problemas derivados de la escasez de agua, pues permite el almacenamiento del agua de pequeñas lagunas o riachuelos para su posterior aprovechamiento mediante canales de riego (Flores, 1993 y 1997, Flórez, 2005). El riego y manejo en pastos naturales ha generado un aumento en la productividad de los pastizales y, por consiguiente, un aumento en la producción

ganadera (figura n.º 38). Estudios reportan que la irrigación de pastizales produce un incremento de hasta 74,0 % en especies forrajeras palatables para las alpacas y un incremento de 55,0 % en el rendimiento de biomasa. Además, los pastizales de condición pobre sometidos a riego por un período de dos años, pueden mejorar su condición a *Buena*, de modo que la carga animal puede incrementarse de 0,5 a 1,5 U.AL/ha/año (Flórez, 2005).

**Figura n.º 38. Protección de áreas ribereñas para evitar contaminación del agua en un campo de pastoreo**



Fuente: MINAM, 2018

En las prácticas de recuperación de áreas degradadas en ecosistemas de bofedales, la primera acción es identificar los sitios afectados y caracterizar el tipo de degradación. Para su mejora se deberían optar los excludores siendo ubicados en áreas estratégicas: a) un área de protección de ojo de agua, b) un área ribereña, c) un área deteriorada por drenaje, d) un área de bofedal pobre con alto porcentaje de plantas indeseables para removerse, y e) un área de bofedal pobre para descanso y recuperación pasiva, vía sucesión natural como se observa en la

figura n.º39, de tal manera que permita descansar los pastizales. Su dimensión dependerá del tamaño del área afectada y la recuperación será por efecto del descanso. Dentro del excludor y en cada una de las parcelas identificadas, se debe realizar el monitoreo de la vegetación y adicionalmente se realizarán mediciones en las áreas colindantes fuera de los cercados con el fin de establecer comparaciones y demostrar a los usuarios directos, las diferencias encontradas en la vegetación, el agua y el suelo, al aplicar diferentes prácticas de mejora.

**Figura n.º 39. Protección y recuperación del bofedal**



Fuente: MINAM, 2018



### c. Quema de pastizales

La quema de pastizales es una práctica común en la región altoandina, la cual generalmente se realiza en la época seca (junio a octubre). El objetivo de esta práctica es eliminar la vegetación del estrato alto y obtener un rebrote en la siguiente estación de crecimiento, que coincide con la época de lluvias (figura n.º 45). Esta práctica se realiza para beneficiar el crecimiento, la vigorosidad y la dominancia de las plantas del estrato bajo con el fin de que puedan ser consumidas por animales como alpacas y ovinos, cuya preferencia alimenticia son las plantas de este estrato. Algunos estudios reportan que no hay diferencias significativas entre realizar la quema en la época seca o al inicio de lluvias; sin embargo, esta última tiene un ligero efecto benéfico sobre la germinación de la semilla botánica (Novoa y Flórez, 1991).

## 6.5.4.2. Estrategias intensivas

### a. Revegetación

Cuando la vegetación ha sido severamente degradada debido a pastoreos excesivos y factores climáticos, su recuperación natural puede tomar muchos años. Bajo estas circunstancias, la revegetación sería la única alternativa para restablecer las plantas deseables. Esta revegetación se puede realizar mediante siembra (revegetación natural) o mediante trasplante de plántulas (revegetación artificial), como se muestra en la figura n.º 46 (Herbel, 1983; Society for Range Management, 2004). La revegetación además de incrementar

el número de plantas deseables, ayuda a evitar la degradación del suelo, pues la cobertura vegetal se encarga de proteger al suelo de la erosión. El éxito de la revegetación depende de la selección de especies nativas adaptadas a las condiciones climáticas de la zona, de las propiedades físicas y químicas del suelo y de la selección de las estrategias de siembra que aseguren el establecimiento de las plántulas.

### b. Siembra de pastos cultivados

Los pastos cultivados deben ser utilizados como fuente de forraje para periodos de escasez, en la forma de heno o ensilaje para el plantel de reproductores, y para reforzar la alimentación de la majada durante periodos críticos como parición y crecimiento.

La introducción de pastos cultivados como *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Medicago sativa*, *Trifolium repens*, y *Phalaris arundinacea* ha demostrado buena adaptabilidad hasta 4200 m de altitud (Flores, 1991). Estas especies pueden entre-sembrarse con pastos nativos en suelos de buen potencial que reúnan condiciones de humedad, pH y fertilidad que permitan el establecimiento de las plántulas como ocurre en los suelos de bofedales de *Distichia muscoides* y los suelos de pajonales de *Festuca dolichophylla* y *Stipa obtusa* (Flores, 2010). La siembra de estas especies forrajeras anuales se hace generalmente en noviembre y diciembre, con el inicio de la estación de lluvia; la cosecha se realiza a partir de abril, procediendo a henificar el forraje para utilizarlo en la estación seca (figura n.º 40).

**Figura n.º 40. Introducción de pastos cultivados en puna como estrategia intensiva**



**Fuente:** MINAM, 2018

### **c. Entre-siembra de tréboles**

El contenido de nitrógeno en gramíneas nativas no solo es bajo, sino que cae rápidamente por debajo de los niveles críticos para la nutrición animal durante las épocas secas; es por ello que la entre-siembra de tréboles (figura n.º 41) representa una alternativa para incrementar el valor nutritivo de los pastizales (Lima, 2014).

La mejora de los pastos naturales mediante la introducción del trébol blanco (*Trifolium repens*) permite incrementar el contenido de nitrógeno en las plantas y en el suelo, y, en consecuencia, mejorar el valor nutritivo de la dieta de los animales, pero para una correcta nodulación y fijación de nitrógeno es necesario una suplementación con fósforo (Lima, 2014).

**Figura n.º 41. Introducción de pastos cultivados en puna como estrategia intensiva**



**Fuente:** MINAM, 2018

#### **d. Control de plantas invasoras**

El manejo y el control de plantas invasoras debe formar parte de un plan integral cuyo objetivo sea el restablecimiento de la comunidad vegetal (figuras n.º 42 y n.º 43). Los componentes clave para el control integrado de plantas invasoras son la prevención, la detección y el control. La detección temprana seguida por la pronta aplicación de medidas de control eficaces es

esencial para eliminar las plantas invasoras (Doll *et al.*, 1989; DiTomaso, 2010). Para controlar las plantas invasoras se pueden emplear métodos mecánicos, culturales, biológicos, químicos e integrales. Las ventajas de cada método, las interacciones complementarias o sinérgicas cuando son aplicados secuencialmente o en combinaciones, deben ser consideradas al desarrollar programas de manejo integrado (DiTomaso, 2010).

Figura n.º 42. Introducción de pastos cultivados en puna como estrategia intensiva



Fuente: MINAM, 2018

Figura n.º 43. Pastizal de condición pobre dominado por la especie invasora de *Werneria nubigena* (condor cebolla)



Fuente: MINAM, 2018

### e. Fertilización

Los suelos de las praderas altoandinas son suelos ácidos, con bajas concentraciones de fósforo y potasio, con contenidos variables de materia orgánica, con baja cantidad de cationes intercambiables y con problemas de fertilidad (Alegría, 2010). Es por ello, que requieren ser fertilizados. Los factores que deben ser considerados para realizar la fertilización son: (1) el agua del suelo, pues la respuesta de la fertilización está directamente relacionada con la disponibilidad de agua en el suelo, (2) la ecología de plantas, (3) el

momento de fertilización, (4) la toxicidad, para lo cual se deben administrar dosis en base a los requerimientos del cultivo y (5) el análisis químico del suelo (figura n.º 44). Un factor importante a considerar es el económico, pues solo si los beneficios exceden el costo de aplicar fertilizantes, esta práctica será rentable. Es necesario considerar que la fertilización afecta a cada especie de planta de manera diferente, inclusive a nivel de plantas de una misma especie. La fertilización es económica solo si hay adecuada humedad y si las plantas responden a los nutrientes adicionados (Herbel, 1983).

**Figura n.º 44. Fertilización química y natural**



Fuente: MINAM, 2018

### 6.5.5. Estrategias y recomendaciones para la conservación de ecosistemas en la microcuenca Cojup

Cuando se formulen políticas y respuestas de manejo relacionadas con el cambio climático, debe aprovecharse plenamente las orientaciones de Ramsar sobre el uso racional de los humedales (los manuales para el uso racional de los humedales), muchas de las cuales son aplicables a gran parte de las amenazas e impactos del cambio climático en los humedales.

Los ecosistemas de humedales, su biodiversidad y los servicios de estos, de los cuales dependen los seres humanos, están amenazados por los probables impactos del cambio climático.

De las palabras a la acción: las políticas, la planificación y la aplicación relacionadas con el cambio climático, a todos los niveles desde el mundial al local, deberían reconocer e incorporar el papel y la importancia de los ecosistemas de humedales.

Los aspectos biológicos relevantes de estos ecosistemas se relacionan con:

- La presencia de una gran diversidad de avifauna altoandina, incluidas especies endémicas del altiplano
- La presencia de camélidos silvestres y domésticos (guanaco, vicuña, llama, alpaca)
- La existencia de zonas de bofedales con formaciones de alto valor ecológico

Respecto de las *presiones humanas* que existen en torno a los humedales involucrados en la zona altoandina, destacan las siguientes:

- Desarrollo del turismo no controlado
- Manejo de bofedales (irrigación) y ganadería de vacunos domésticos
- Sobrepastoreo de bofedales, pajonales, césped de puna y arbustal - tolar
- Tránsito vehicular pesado y basura en vías internacionales
- Uso del agua para fines agrícolas y uso de la población

Dentro de las acciones que deberían realizarse en torno a los ecosistemas de la quebrada de Cojup, destacan las siguientes:

- Monitoreo de la productividad de pastizales en los ecosistemas de pajonal, césped de puna y tolar
- Monitoreo de la productividad de los bofedales y construcción de parcelas de exclusión
- Desarrollo de acciones de educación ambiental tanto en escuelas, colegios y universidades con el fin de valorar los ecosistemas que se tienen y definir las acciones que deben tomarse para seguir conservando los ecosistemas existentes y determinar su importancia.
- Implementación de modelos de gestión participativa de los ecosistemas dentro de áreas protegidas, incorporando a la sociedad civil en la gestión y en acciones específicas de conservación de ecosistemas de humedales
- Regulación del flujo turístico en ecosistemas donde se verifiquen visitas masivas
- Formulación del plan de acción para la conservación de los humedales altoandinos, de acuerdo con las orientaciones de la convención Ramsar

- Levantamiento cartográfico en detalle de sitios de humedades, el cual es importante para su conservación, toda vez que este ecosistema cumple un rol importante en los servicios ambientales para el uso de la población de Huaraz.

### 6.5.5.1 En pajonal y césped de puna

Aquellos del tipo matorral con dominancia de gramíneas de porte alto, asociación de *Festuca dichoclada* con herbazales, arbustivas: *Berberis lutea* y *Lupinus barcheprenom*. Las cuales muestran un 60 % de cobertura en las áreas

evaluadas, indicando resultados del impacto de sobrepastoreo sin un control de carga y tiempo de pastoreo con equinos y vacunos (figura n.º 45).

#### Las estrategias aplicables

- Descanso rotativo trimestral, semestral y anual, dando preferencias en épocas de lluvia para su recuperación durante cuatro años dependiendo de su mejora.
- Evitar quemas en estas asociaciones debido a que la ignición podría incrementarse por la presencia de arbustivas.

**Figura n.º 45. Pajonales de *Festuca dichoclada* y arbustivas – herbazales**



Fuente: MINAM, 2018

## Evaluación del estado de conservación y estrategias de manejo de los ecosistemas de la microcuenca Cojup - Huaraz

En el caso de pajonales en áreas rocosas, muestran una cobertura del 35 al 45 % las áreas degradadas influenciadas por efectos del pastoreo descontrolado y la pendiente, las cuales son afectadas en épocas de lluvias por escorrentía superficial y arrastre de material suelo.

### Las estrategias aplicables:

- Pastoreo controlado con carga adecuada y tiempo.
- Descanso rotativo trimestral, semestral y anual para su recuperación, esto podría resultar a partir del cuarto año.
- Evitar las quemas en estas asociaciones debido a que la ignición podría incrementarse por la presencia de arbustivas (figura n.º 46).

**Figura n.º 46. Pajonales de *Calamagrostis* y *Braccharis uniflora***



Fuente: MINAM, 2018



### 6.5.5.2 En tolares

Los ecosistemas de arbustivas – tolares muestran amplia variabilidad en su cobertura dependiendo de su ubicación fisiográfica. Están dominados por especies como *Baccharis tricuneata* y *Lupinus brachypremnon* y especies de gramíneas cortas, notándose sobrepastoreadas (figura n.º 47).

#### Estrategias:

- Pastoreo controlado con carga y tiempo controlado.
- Descanso rotativo semestral y anual dando preferencia en épocas de lluvia para su recuperación durante cuatro años dependiendo de su mejora.
- Evitar quemas en estas asociaciones, debido a que la ignición podría incrementarse por la presencia de arbustivas.

**Figura n.º 47. Matorral *Baccharis tricuneata* y *Lupinus brachypremnon***



**Fuente:** MINAM, 2018

### 6.5.5.3. En bofedales

Los pequeños parches de bofedales encontrados en la quebrada de Cojup, muestran una cobertura del 65 al 90%. Estas áreas se encuentran afectadas por efectos del pastoreo descontrolado y por la aglomeración de vacunos y caballos para usar los ojos de agua como bebederos, los cuales han venido afectando estos ecosistemas, provocando la contaminación con heces y orina.

#### Las estrategias aplicables:

- Descanso rotativo, semestral y anual para su recuperación, esto podría resultar con excluidores de mallas ganaderas y otros.
- Evitar el pastoreo debido a que son los únicos ecosistemas encontrados en esta quebrada y de vital importancia por los bienes y servicios ambientales que brindan (figuras n.º 48 y n.º 49)

**Figura n.º 48. Vista panorámica del bofedal del sitio 15**



Fuente: MINAM, 2018

**Figura n.º 49. Vista panorámica del bofedal del sitio 6**



**Fuente:** MINAM, 2018

# 7. Conclusiones y recomendaciones

- Más del 50 % de los ecosistemas altoandinos con pastizales de la microcuenca de Cojup se encuentran en estado de conservación *Regular*, lo que indica un proceso de deterioro de las condiciones de vegetación, suelo y función hidrológica del mismo, siendo el ecosistema de césped de puna el más afectado por prácticas de pastoreo continuo, principalmente en el fondo de las quebradas.
- La aplicación de la métrica para estimar el estado de conservación basado en indicadores en la microcuenca de Cojup funcionó de la manera esperada en pajonales, mientras que en césped de puna, algunos indicadores como riqueza y composición florística no mostraron un descenso claro cuando el estado de conservación del ecosistema se deteriora.
- Para el caso del bofedal aún no se cuenta con una guía o métrica para estimar el estado de conservación, sin embargo, basado en la recopilación secundaria y a juicio de expertos, se establecieron indicadores complementarios debido a la naturaleza de este ecosistema
- Según el análisis sugerido por el estudio, las estrategias de recuperación más resaltantes serían el descanso rotativo, la fertilización natural para la mejora de la estabilidad de los suelos y en pajonales; se sugiere un manejo adecuado de la vegetación, evitando definitivamente la quema.
- El manejo del agua a través de fuentes de agua como diques, cochas y represas son estrategias para mejorar la captura del agua en épocas de lluvia y de los manantes activos, lo cual se traduciría en una mejor regulación hídrica para la microcuenca de Cojup en época seca.
- Asimismo, para un adecuado aprovechamiento de las aguas de lluvia acumuladas en las zanjas de infiltración, se vienen plantando especies de gramíneas altas y arbustivas en la parte inferior de ellas, que servirán como barreras vivas.

# 8.

## Bibliografía

- Acocks J. P. H. 1964. *Karoo vegetation in relation to the development of deserts*. En: D. H. S. Davis, ed. Ecological Studies in Southern Africa. Dr. W. Junk, The Hague, The Netherlands. Pp. 100-112
- Breshears, D. D.; Ludwig, J. A.; Martens, S. N.; Beeson, P. C.; Wilcox, B. P. & Allen, C. D. 2001. *Runoff and erosion thresholds: implications for rangeland degradation and restoration*. Ecological Society of America Annual Meeting Abstracts 86:8-9.
- Barrow C. J. 1991. *Land degradation*. Cambridge University Press, New York.
- Bausch, W. C. & Neale, C. M. 1987. *Crop coefficients derived from reflected canopy radiation: a concept*. Transactions of the ASAE 30(3): 703-709.
- Carlson P. 1990. *Establecimiento y manejo de prácticas agroforestales en la sierra ecuatoriana*. Editorial Cormen, Quito–Ecuador. pp. 24-111.
- Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Jalisco (CIPEJ). 1991. Artículo en línea disponible en: [http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=453&Itemid=376](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=453&Itemid=376).
- Danckwerts J. E.; O'Reagain P. J. & O'Connor T.G. 1993. *Range management in a changing environment: a southern African perspective*. Australian Rangeland Journal 15: 133-144.
- De la Cruz, J. F. M. & Huayaney, M. A. *Aplicación de la geomática en el análisis geomorfológico de la subcuenca de la quebrada Cojup (Huaraz, Ancash)*. Investigaciones Sociales 9(15): 337-352.
- Díaz, R. O. 2007. *Utilización de pastizales naturales*. Editorial Brujas.
- DiTomaso, J.; Masters, R. & Peterson, V. 2010. *Rangeland invasive plant management*. Rangelands 32(1): 43-47
- Doll, J.; Argel, J. & Gómez, C. 1989. *Principios básicos para el manejo y control de las malezas en los potreros: Guía de estudio*. Producción: Clemenacia Gómez de Enciso. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali. CO. 59 p.

- Drusch, M.; Del Bello, U.; Carlier, S.; Colin, O.; Fernández, V.; Gascon, F. & Meygret, A. 2012. *Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services*. Remote Sensing of Environment 120: 25-36.
- Flores, E. 2010. *Pastores de puna, cambio climático y seguridad alimentaria*. En: Conferencia Pastores de puna: vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales – UNALM.
- Flores, E. 1999. *Tambos alpaqueros y pastizales II: Mejoramiento de praderas naturales*. Proyecto Especial Tambos Alpaqueros. Boletín técnico LUP (12). Lima, Perú.
- Flores, E. 1997. *Tambos alpaqueros y pastizales I: Manejo y conservación de praderas naturales*. Proyecto Especial Tambos Alpaqueros, Boletín técnico LUP (11). Lima. Perú. 11 p.
- Flores, E. 1993. *Naturaleza y usos de los pastos naturales*. En: Manual de Producción de Alpacas y Tecnología de sus Productos. TTA. Perú. Pp. 23-37.
- Flores, E. 1991. *Manejo y utilización de pastizales*. En: Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Fernández-Baca, S. (ed). Santiago.CHL. FAO. Pp. 191-212.
- Florez, A. & Malpartida, E. 1987. *Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú*. Tomo I. Fondo del libro del Banco Agrario. Lima, Perú.
- Foran, B. & Howden, M. 1999. *Nine drives of rangeland change*. En: People and rangelands: building the future. Proceedings of VIth International Rangeland Congress. Pp 7-13.
- Flórez, A. 2005. *Manual de pastos y forrajes altoandinos*. Intermediate Technology Development Group (ITDG) y Oikos Cooperação e Desenvolvimento. 53 p
- George, M. R., Brown, J. R. & Glawson W. J. 1992. *Application of non-equilibrium ecology to management of Mediterranean grassland*. Journal of Range Management 45: 436-440.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E. & Davies F.T. 1990. *Plant propagation*. 5th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc. 647 p.
- Herbel, C. H. 1983. *Principles of intensive range improvements*. Journal of Range Management 36(2): 140-144.
- Holechek, J. L. 1989. *Range inventory and monitoring*. *Range management principles*. University of New Mexico, USA. Pp. 1-22.
- Holechek, J. L.; Pieper, R. D. & Herbel, C. H. 1998. *Range management principles and practices*. 3rd edition. Prentice Hall. 542 p.

- Hobbs, R. J. & Harris, J. A. 2001. *Restoration ecology: repairing the Earth's ecosystems in the new millenium*. Restoration Ecology 9: 236–246.
- Janick, J. 1979. *Horticultural science*. 3d ed. San Francisco, CA: W. H. Freeman and Company. 608 p.
- King, E. G. & Hobbs, R. J. 2006. *Identifying linkages among conceptual models of ecosystem degradation and restoration: towards an integrative framework*. Restoration Ecology 14(3): 369-378.
- Krogh, S. N., Zeisset, M. S., Jackson, E. & Whitford W.G. 2002. *Presence/absence of a keystone species as an indicator of rangeland health*. Journal of Arid Environments 50: 513-519.
- Langer, R. H. M. 1973. *Growth of grasses and clovers*. En: R. H. M. Langer, editor. Pastures and pasture plants. New Zealand Consolidated Press, Ltd., Auckland, New Zealand. Pp. 41-63.
- Lima, N. 2016. *Mejorando praderas nativas a través de la introducción de trébol blanco (Trifolium repens): efecto de la dosis de fósforo y distanciamiento entre golpes*. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Lemus, M. 2003. *MAUCO, Programa para el diseño de obras de conservación de suelos*. En: Seminario Internacional: Restauración Hidrológico-forestal para la conservación y aprovechamiento de aguas y suelos. 20 y 21 de noviembre. Santiago, Chile. ([http://eias.utalca.cl/seminario\\_internacional.htm](http://eias.utalca.cl/seminario_internacional.htm)).
- Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. & Chipman J. W. 2004. *Remote sensing and image interpretation*. New York, USA. Wiley.763 p.
- Mallawaarachchi, T.; Walker, P.; Young, M.; Smyth, R. & Lynch, H. 1996. *GIS-based integrated modelling systems for natural resource management*. Agricultural Systems. 50 (2):169-189.
- Milton, S. J.; Dean, W. R. J.; Du Plessis, M. A. & Siegfried, W. R. 1994. *A conceptual model of arid rangeland degradation, the escalating cost of declining productivity*. BioScience 44(2): 70-76.
- Moyo, B.; Dube, S.; Lesoli, M. & Masika, P. J. 2008. *Communal area grazing strategies: institutions and traditional practices*. African Journal of Range & Forage Science 52(2): 47-54.
- Novoa, C. & Florez, A. 1991. *Producción de rumiantes menores: alpacas*. Ed. RERUMEN. Lima. Perú. 311 p.
- Nyberg, J. B. 1998. *Statistics and the practice of adaptive management*. En: Statistical Methods for Adaptive Management Studies, V. Sit and B. Taylor, (editors). Land Manage. Handbook 42, B.C. Ministry of Forests, Victoria, BC. Pp. 1-7.
- Oscanoa, L. & Flores, E. 2016. *Influence of soil improvement techniques on water function of andean rangelands*. Ecología Aplicada 15(2): 91-99. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú

- Passera, C. B.; Borsetto, O.; Candia, R. J. & Stasi, C. R. 1992. *Shrub control and seedling influences on grazing capacity in Argentina*. Journal of Range Management 45: 480-482.
- Pavez, A. 2004. *Análisis del comportamiento temporal del contenido de humedad, en suelos sometidos a obras de conservación (zanjas de infiltración y subsolado), en áreas de las regiones VI, VIII y VIII*. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Talca. Chile. 86 p.
- Petersen, S. & Stringham, T. 2008. *Infiltration, runoff, and sediment yield in response to western juniper encroachment in southeast Oregon*. Journal of Rangeland Ecology and Management 61: 74–81.
- Pettit, E. 1999. *Mejoramiento de la pradera natural*. En: Curso corto de manejo y mejoramiento de pastizales. Texas, Tech.
- Purevdorj, T.; Tateishi, R.; Ishiyama T. & Honda, Y. 1998. *Relationships between percent vegetation cover and vegetation indices*. International Journal of Remote Sensing 19(18): 3519-3535.
- Pyke, D. A.; Herrick, J. E.; Shaver, P. & Pellant, M. 2002. *Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment*. Journal of Range Management 55: 584–297.
- Rodríguez, V. 2006. *El majadeo o redileo*. Revista Fertilidad de la tierra (23): 63-66.
- Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A. & Deering, D. W. 1973. *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. En: 3rd ERTS Symposium, NASA SP-351 I. Pp. 309-317.
- Schlesinger, W. H.; Reynolds, J. F.; Cunningham, G. L.; Huenneke, L. F.; Jarrell, W. M.; Virginia, R. A. & Whitford, W. G. 1990. *Biological feedbacks in global desertification*. Science 247(4946): 1043-1048.
- Sheley, R. L. & Krueger-Mangold, J. 2003. *Principles for restoring invasive plant-infested rangeland*. Weed Science 51:260-265.
- Society for Range Management. 2004. *Glossary of terms used in range management*, 4th ed. 32 p.
- Suárez de Castro, F. 1980. *Conservación de suelos*. San José, CR, IICA. 315 p.
- Stringer, L. & Reed, M. 2007. *Land degradation assessment in southern Africa: integrating local and scientific knowledge bases*. Land Degradation & Development 18(1): 99-116.
- Skovlin, J. M.; Harris, R. W.; Strickler, G. S. & Garrison, G. A. 1976. *Effects of cattle grazing methods on Ponderosa pine-bunchgrass range in the Pacific Northwest*. Bull. (1531). U.S. Dep. Agr. Tech. 40 p.
- Stuth, J.; Jama, A. & Tolleson, D. 1991. *Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy*. Field Crops Research 84: 45–56.




- Tueller, P. 1989. *Remote sensing technology for rangeland management applications*. Journal of Range Management 42: 6442-6453.
- Urbano, P. 1985. *Tratado de fitotecnia general*. 2da. Ed. Grupo Mundi-Prensa, España. Pp. 384-398.
- Vásquez, A. & Tapia, M. 2011. *Cuantificación de la erosión hídrica superficial en las laderas semiáridas de la sierra peruana*. Rev. Ingeniería UC 18(3): 42-50.
- Walker, J. W. & Hodgkinson, K. C. 1999. *Grazing management: new technologies for old problems*. Proceeding of the sixth international rangeland congress. Pp 424-430.
- Weaver, J. E. & Clements, F. E. 1938. *Plant ecology*. Mcgraw-Hill, New York.
- Whisenant, S. G. 1999. *Repairing damaged wildlands; a process-oriented, landscape-scale approach*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 328 p.
- Westoby, M.; Walker, B. & Noy-Meir, I. 1989. *Opportunistic management for rangelands not at equilibrium*. Journal of Range Management 42: 266-274.
- Whitford, W.G. 1995. *Desertification: implications and limitations of the ecosystem health metaphor*. En: Rapport, D.J., Gaudet, C. L. & Calow, P. (Eds.), Evaluating and Monitoring the Health of Large-Scale Ecosystems. NATO ASI Series. Berlin: Springer-Verlag. Pp. 257-166


# 9.

## Anexos

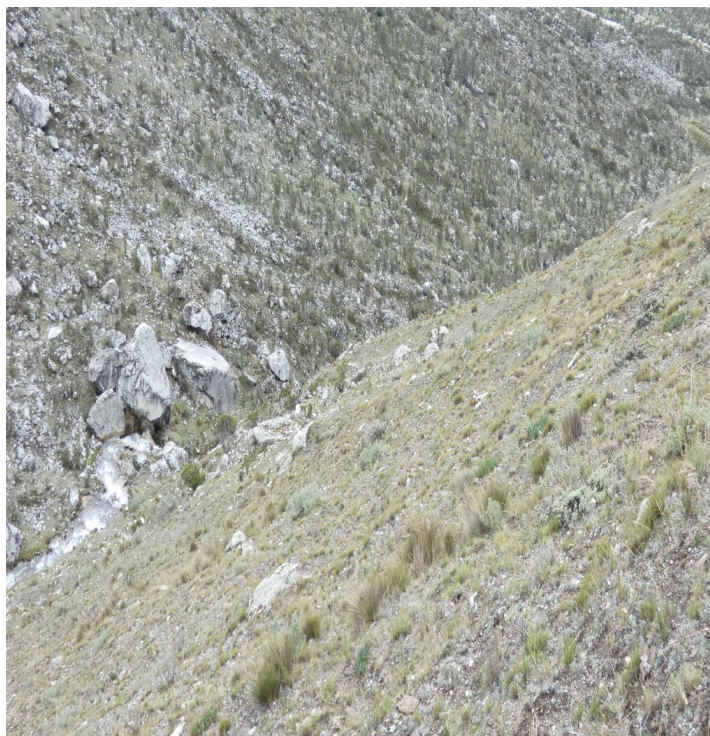
### Anexo n.º 1.

### Estrategias para el mejoramiento de pastizales

Ficha de estados de conservación		Pajonal			
<b>A. Información general</b>					
1. Comunidad o Granja:					
Cojup - Túpac Amaru II					
2. Sitio:	3. Geología				
T1	N-gd/to				
4. Coordenadas UTM (WGS-84)				5. Altitud (m.s.n.m.)	
E	238515			4554	
N	8959604				
6. Zona de Vida				7. Uso de la Tierra	
tp - AS				Pastoreo	
<b>B. Ecología de la vegetación</b>					
8. Tipo Pastizal	9. Cob. Vegetal (%)				
Pajonal	78				
10. Especies Dominantes	11. Mantillo (%)				
	Abundante				
Dominante	<i>Calamagrostis fuscata</i>				
Sub - dominante	<i>Festuca humilior</i>				
Sub - subdominante	<i>Bromus modestus</i>				
12. Intensidad de Uso	Moderada				
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)	Neutro				
Plántulas	Sí				
Mantillo	Sí				
Erosión Laminar o Cárcavas	Sí				
Vigor de plantas	No				
Especies Perennes	Sí				
Malezas < 20 %	No				
<b>C. Morfología de suelo</b>		<b>Indicadores</b>			
14. Posic. Topográfica:	Pendiente o ladera convexa	1	Riqueza (n° de especies)	<b>24</b>	
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>8</b>	
16. Pendiente (%):	Empinada (30 a 50 %)		Hierbas	<b>13</b>	
17. Signos de Erosión:	15 a 50 %		Arbustos	<b>3</b>	
18. Grado de Erosión:	15 a 50 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>	
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>85,19</b>	
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>12,96</b>	
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>1,85</b>	
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>32,44444444</b>	
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	<b>12</b>	
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Moderado</b>	
<b>D. Agua</b>		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>10,13</b>	
24. Fuentes de Agua:	Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>42,26666667</b>	
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m²)	<b>240,1871345</b>	
25. Tipo:	Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m²)	<b>99,82142857</b>	
		10	Plantas invasoras (%)	<b>5,56</b>	

Ficha de estados de conservación		Pajonal		
A. Información general				
1. Comunidad o Granja: Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio: T2	3. Geología N-gd/to			
4. Coordenadas UTM (WGS-84)				5. Altitud (m.s.n.m.) 4563
E	237776			
N	8959992			
6. Zona de Vida tp - AS				7. Uso de la Tierra Pastoreo
B. Ecología de la vegetación				
8. Tipo Pastizal Pajonal	9. Cob. Vegetal (%) 73			
10. Especies Dominantes				11. Mantillo (%) Regular
Dominante	<i>Calamagrostis fuscata</i>			
Sub - dominante	<i>Werneria nubigena</i>			
Sub - subdominante	<i>Senecio sp.</i>			
12. Intensidad de Uso	Moderada			
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)	Neutro			
Plántulas	Sí			
Mantillo	Sí			
Erosión Laminar o Cárcavas	Sí			
Vigor de plantas	No			
Especies Perennes	Sí			
Malezas < 20 %	No			
C. Morfología de suelo		Indicadores		
14. Posic. Topográfica:	Pendiente cóncava	1	Riqueza (n° de especies)	15
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	5
16. Pendiente (%):	Empinada (30 a 50 %)		Hierbas	9
17. Signos de Erosión:	15 a 50 %		Arbustos	1
18. Grado de Erosión:	2 a 15 %	2	Composición Florística (%)	100
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	66,1
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	33,9
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	0
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	51,3
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	18
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	Leve
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	6,85
24. Fuentes de Agua:	Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	35,02
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	255,02
25. Tipo:	Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	173,02
		10	Plantas invasoras (%)	8,47

Ficha de estados de conservación		Césped de puna		
<b>A. Información general</b>				
1. Comunidad o Granja:				
Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio:		3. Geología		
T3		N-gd/to		
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)		
E	237693	4558		
N	8959692			
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra		
tp - AS		Pastoreo		
<b>B. Ecología de la vegetación</b>				
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)		
Césped de puna		74		
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)		
		Escaso		
Dominante		<i>Calamagrostis fuscata</i>		
Sub - dominante		<i>Plantago sericea</i>		
Sub - subdominante		<i>Baccharis sp.</i>		
12. Intensidad de Uso		Pesada		
13. Tendencia del Pastizal ( Sí/No )		Neutro		
Plántulas		Sí		
Mantillo		Sí		
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí		
Vigor de plantas		No		
Especies Perennes		Sí		
Malezas < 20 %		No		
<b>C. Morfología de suelo</b>		<b>Indicadores</b>		
14. Posic. Topográfica:	Pendiente cóncava	1	Riqueza (N° de especies)	<b>30</b>
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>10</b>
16. Pendiente (%):	Empinada (30 a 50 %)		Hierbas	<b>16</b>
17. Signos de Erosión:	3 a 15 %		Arbustos	<b>4</b>
18. Grado de Erosión:	2a 15 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>44,93</b>
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>44,93</b>
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>10,14</b>
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>16,2</b>
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	<b>11</b>
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Moderado</b>
<b>D. Agua</b>		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>3,45</b>
24. Fuentes de Agua:	Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>11,6</b>
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	<b>27,53428571</b>
25. Tipo:	Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	<b>26,64</b>
		10	Plantas invasoras (%)	<b>2,9</b>



Ficha de estados de conservación		Césped de puna	
A. Información general			
1. Comunidad o Granja: Cojup - Túpac Amaru II			
2. Sitio: T4		3. Geología Qh-fg	
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)	
E	237888	4360	
N	8958240		
6. Zona de Vida pmh - SaT		7. Uso de la Tierra Pastoreo	
B. Ecología de la vegetación			
8. Tipo Pastizal Césped de puna		9. Cob. Vegetal (%) 70	
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%) Regular	
Dominante		<i>Aciachne pulvinata</i>	
Sub - dominante		<i>Baccharis tricuneata</i>	
Sub - subdominante		<i>Nassella brachyphylla</i>	
12. Intensidad de Uso		Pesada	
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Neutro	
Plántulas		Sí	
Mantillo		Sí	
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí	
Vigor de plantas		No	
Especies Perennes		Sí	
Malezas < 20 %		No	
C. Morfología de suelo		Indicadores	
14. Posic. Topográfica: Terraza		1	Riqueza (N° de especies) <b>28</b>
15. Paisaje Circundante: Montañoso			Gramíneas y Graminoides <b>10</b>
16. Pendiente (%): Moderadamente empinada (15 a 30 %)			Hierbas <b>14</b>
17. Signos de Erosión: 3 a 15 %			Arbustos <b>4</b>
18. Grado de Erosión: 2a 15 %		2	Composición Florística (%) <b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%): Franco			Gramíneas y Graminoides <b>43,77</b>
20. Afloram. Rocoso (%): Granular			Hierbas <b>48,40666667</b>
21. Textura: Muy Superficial menor a 25 cm			Arbustos <b>7,823333333</b>
22. Estructura: Laminar		3	Cobertura de Suelo (%) <b>14,33</b>
23. Profundidad Suelo: Ligera		4	Suelo desnudo (%) <b>12</b>
Observaciones: Pastoreo de vacunos y equinos		5	Pérdida de Suelo Superficial <b>Moderado</b>
D. AGUA		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial <b>3,72</b>
24. Fuentes de Agua: Ojo de agua		7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm) <b>7,03</b>
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> ) <b>30,90740741</b>
		9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> ) <b>14,47264957</b>
25. Tipo: Temporal		10	Plantas invasoras (%) <b>5,48</b>



Ficha de estados de conservación		Pajonal			
<b>A. Información general</b>					
1. Comunidad o Granja:					
Cojup - Túpac Amaru II					
2. Sitio:		3. Geología			
T5		N-gd/to			
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)			
E	237448	4475			
N	8958255				
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra			
pmh - SaT		Pastoreo			
<b>B. Ecología de la vegetación</b>					
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)			
Pajonal		60			
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)			
		Regular			
Dominante		<i>Calamagrostis fuscata</i>			
Sub - dominante		<i>Hipochaeris taraxacoides</i>			
Sub - subdominante		<i>Verberea lutea</i>			
12. Intensidad de Uso		Pesada			
13. Tendencia del Pastizal ( Sí/No )		Positiva			
Plántulas		Sí			
Mantillo		Sí			
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí			
Vigor de plantas		No			
Especies Perennes		Sí			
Malezas < 20 %		Sí			
<b>C. Morfología de suelo</b>		<b>Indicadores</b>			
14. Posic. Topográfica:		Pendiente cóncava	1	Riqueza (N° de especies)	<b>17</b>
15. Paisaje Circundante:		Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>2</b>
16. Pendiente (%):		Muy empinada (50 a 75 %)		Hierbas	<b>12</b>
17. Signos de Erosión:		15 a 50 %		Arbustos	<b>3</b>
18. Grado de Erosión:		15 a 50 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%):		Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>75,645</b>
20. Afloram. Rocoso (%):		Granular		Hierbas	<b>23,43</b>
21. Textura:		Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>0,925</b>
22. Estructura:		Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>48,4</b>
23. Profundidad Suelo:		Ligera	4	Suelo desnudo (%)	<b>9</b>
Observaciones:		Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Leve</b>
<b>D. Agua</b>			6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>15,53</b>
24. Fuentes de Agua:		Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>46,07142857</b>
			8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m²)	<b>305,6170213</b>
25. Tipo:		Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m²)	<b>178,3300971</b>
			10	Plantas invasoras (%)	<b>8,02</b>

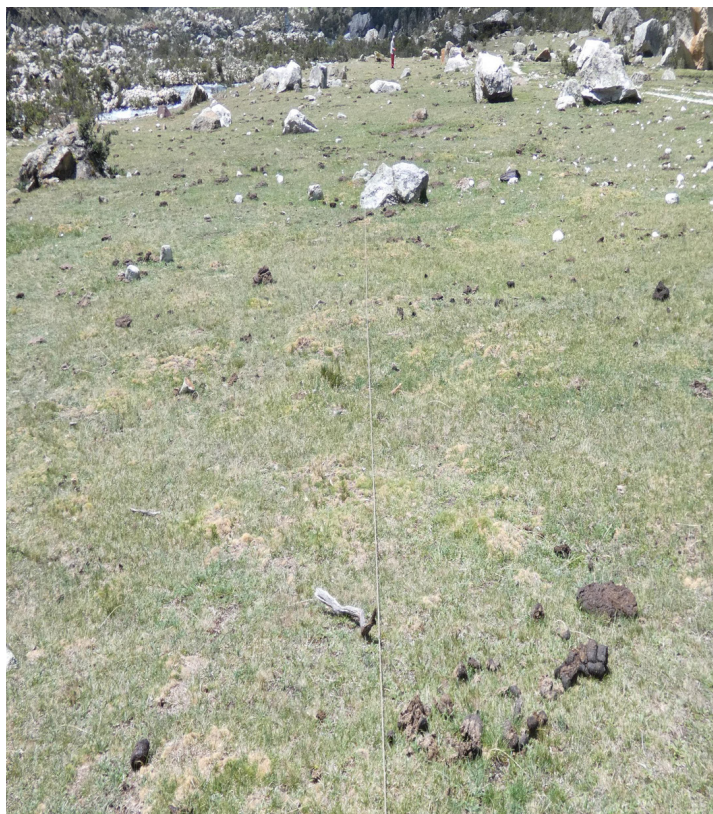



Ficha de estados de conservación		Pajonal		
<b>A. Información general</b>				
1. Comunidad o Granja:				
Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio:		3. Geología		
T7		N-gd/to		
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)		
E	237199	4461		
N	8957947			
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra		
pmh - SaT		Pastoreo		
<b>B. Ecología de la vegetación</b>				
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)		
Pajonal		83		
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)		
		Abundante		
Dominante		<i>Calamagrostis fuscata</i>		
Sub - dominante		<i>Baccharis tricuneata</i>		
Sub - subdominante		<i>Werneria nubigena</i>		
12. Intensidad de Uso		Moderada		
13. Tendencia del Pastizal ( Sí/No )		Positiva		
Plántulas		Sí		
Mantillo		Sí		
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí		
Vigor de plantas		No		
Especies Perennes		Sí		
Malezas < 20 %		Sí		
<b>C. Morfología de suelo</b>		<b>Indicadores</b>		
14. Posic. Topográfica:	Pendiente cóncava	1	Riqueza (N° de especies)	<b>25</b>
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>6</b>
16. Pendiente (%):	Empinada (30 a 50 %)		Hierbas	<b>12</b>
17. Signos de Erosión:	15 a 50 %		Arbustos	<b>7</b>
18. Grado de Erosión:	2a 15 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>75,76</b>
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>9,09</b>
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>15,15</b>
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>53,5</b>
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	<b>3</b>
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Moderado</b>
<b>D. Agua</b>		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>8,07</b>
24. Fuentes de Agua:	Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>49,5</b>
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	<b>280,3285714</b>
25. Tipo:	Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	<b>175</b>
		10	Plantas invasoras (%)	<b>7,58</b>





Ficha de estados de conservación		Césped de puna		
A. Información general				
1. Comunidad o Granja:				
Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio:		3. Geología		
T8		Qf-fg		
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)		
E	237340	4310		
N	8957693			
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra		
pmh - SaT		Pastoreo		
B. Ecología de la vegetación				
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)		
Césped de puna		89		
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)		
		Escaso		
Dominante		<i>Alchemilla pinnata</i>		
Sub - dominante		<i>Muhlenbergia fastigiata</i>		
Sub - subdominante		<i>Aciachne pulvinata</i>		
12. Intensidad de Uso		Pesada		
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Neutro		
Plántulas		Sí		
Mantillo		Sí		
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí		
Vigor de plantas		No		
Especies Perennes		Sí		
Malezas < 20 %		No		
C. Morfología de suelo		Indicadores		
14. Posic. Topográfica:	Fondo de valle	1	Riqueza (N° de especies)	29
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	14
16. Pendiente (%):	Ligeramente inclinada (2 a 5 %)		Hierbas	13
17. Signos de Erosión:	3 a 15 %		Arbustos	2
18. Grado de Erosión:	2 a 15 %	2	Composición Florística (%)	100
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	41,38
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	58,62
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	0
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	13,66666667
23. Profundidad Suelo:	Ligera	4	Suelo desnudo (%)	8
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	Leve
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	11,9
24. Fuentes de Agua:	Río	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	4,166666667
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	13,1152381
25. Tipo:	Permanente	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	6,600125078
		10	Plantas invasoras (%)	8,05



Ficha de estados de conservación		Tolar			
A. Información general					
1. Comunidad o Granja:					
Cojup - Túpac Amaru II					
2. Sitio:	3. Geología				
T9	Qh-fg				
4. Coordenadas UTM (WGS-84)				5. Altitud (m.s.n.m.)	
E	236604			4302	
N	8956946				
6. Zona de Vida				7. Uso de la Tierra	
pmh - SaT				Pastoreo	
B. Ecología de la vegetación					
8. Tipo Pastizal	9. Cob. Vegetal (%)				
Tolar	68				
10. Especies Dominantes				11. Mantillo (%)	
				Regular	
Dominante				<i>Baccharis tricuneata</i>	
Sub - dominante				<i>Ribes cuneifolium</i>	
Sub - subdominante				<i>Senecio collinus</i>	
12. Intensidad de Uso	Pesada				
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)	Positiva				
Plántulas	Sí				
Mantillo	Sí				
Erosión Laminar o Cárcavas	Sí				
Vigor de plantas	Sí				
Especies Perennes	Sí				
Malezas < 20 %	Sí				
C. Morfología de suelo		Indicadores			
14. Posic. Topográfica:	Terraza	1	Riqueza (N° de especies)	20	
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	4	
16. Pendiente (%):	Empinada (30 a 50 %)		Hierbas	10	
17. Signos de Erosión:	0 a 3 %		Arbustos	6	
18. Grado de Erosión:	2 a 15 %	2	Composición Florística (%)	100	
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	20	
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	50	
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	30	
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	38	
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	3	
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	Leve	
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	3,64	
24. Fuentes de Agua:		Riachuelo	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	123,3333333
			8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	781,6205534
25. Tipo:		Permanente	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	108,0133929
			10	Plantas invasoras (%)	6,87

Ficha de estados de conservación			Tolar	
A. Información general				
1. Comunidad o Granja:				
Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio:		3. Geología		
T10		Qf-fg		
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)		
E	236465	4352		
N	8957013			
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra		
tp - AS		Pastoreo		
B. Ecología de la vegetación				
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)		
Tolar		64		
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)		
		Escaso		
Dominante		<i>Muehlebeckia volcanica</i>		
Sub - dominante		<i>Hipochaeris meyeniana</i>		
Sub - subdominante		<i>Alchemilla pinnata</i>		
12. Intensidad de Uso		Pesada		
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Positiva		
Plántulas		Sí		
Mantillo		Sí		
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí		
Vigor de plantas		Sí		
Especies Perennes		Sí		
Malezas < 20 %		Sí		
C. Morfología de suelo		Indicadores		
14. Posic. Topográfica:	Pendiente cóncava	1	Riqueza (N° de especies)	<b>31</b>
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>8</b>
16. Pendiente (%):	Moderadamente empinada (15 a 30 %)		Hierbas	<b>14</b>
17. Signos de Erosión:	15 a 50 %		Arbustos	<b>9</b>
18. Grado de Erosión:	15 a 50 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>10</b>
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>38,33</b>
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>51,67</b>
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>41</b>
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	<b>3</b>
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Moderado</b>
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>3,01</b>
24. Fuentes de Agua:	Riachuelo	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>116,111111</b>
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	<b>216,8608696</b>
25. Tipo:	Permanente	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	<b>78,51449939</b>
		10	Plantas invasoras (%)	<b>8,33</b>



Ficha de estados de conservación		Tolar		
A. Información general				
1. Comunidad o Granja:				
Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio:		3. Geología		
T11		Qf-fg		
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)		
E	235494	4224		
N	8955763			
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra		
pmh - SaT		Pastoreo		
B. Ecología de la vegetación				
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)		
Tolar		82		
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)		
		Escaso		
Dominante		<i>Alchemilla pinnata</i>		
Sub - dominante		<i>Baccharis tricuneata</i>		
Sub - subdominante		<i>Muehlebeckia volcanica</i>		
12. Intensidad de Uso		Pesada		
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Negativa		
Plántulas		Sí		
Mantillo		Sí		
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí		
Vigor de plantas		No		
Especies Perennes		No		
Malezas < 20 %		No		
C. Morfología de suelo		Indicadores		
14. Posic. Topográfica:	Pendiente cóncava	1	Riqueza (N° de especies)	<b>21</b>
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>3</b>
16. Pendiente (%):	Moderadamente empinada (15 a 30 %)		Hierbas	<b>12</b>
17. Signos de Erosión:	15 a 50 %		Arbustos	<b>6</b>
18. Grado de Erosión:	2 a 15 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>6,76</b>
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>43,24</b>
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>50</b>
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>30</b>
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	<b>0</b>
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Moderado</b>
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>3,72</b>
24. Fuentes de Agua:	Riachuelo	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>125,5</b>
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	<b>314,2076</b>
25. Tipo:	Permanente	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	<b>135,111111</b>
		10	Plantas invasoras (%)	<b>5,41</b>





Ficha de estados de conservación		Pajonal			
A. Información general					
1. Comunidad o Granja:					
Cojup - Túpac Amaru II					
2. Sitio:	3. Geología				
T12	Qf-fg				
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)			
E	234963	4185			
N	8954958				
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra			
pmh - SaT		Pastoreo			
B. Ecología de la vegetación					
8. Tipo Pastizal	9. Cob. Vegetal (%)				
Pajonal	76				
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)			
		Regular			
Dominante		<i>Festuca dichoclada</i>			
Sub - dominante		<i>Ageratina glechonophylla</i>			
Sub - subdominante		<i>Senecio collinus</i>			
12. Intensidad de Uso		Pesada			
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Neutro			
Plántulas		Sí			
Mantillo		Sí			
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí			
Vigor de plantas		No			
Especies Perennes		Sí			
Malezas < 20 %		No			
C. Morfología de suelo		Indicadores			
14. Posic. Topográfica:	Pendiente o ladera convexa	1	Riqueza (N° de especies)	21	
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	4	
16. Pendiente (%):	Empinada (30 a 50 %)		Hierbas	10	
17. Signos de Erosión:	15 a 50 %		Arbustos	7	
18. Grado de Erosión:	2 a 15 %	2	Composición Florística (%)	100	
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	37,7	
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	18,04	
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	44,26	
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	36,33333333	
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	4	
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	Leve	
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	4,83	
24. Fuentes de Agua:		Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	84,5
			8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	396,5555556
25. Tipo:		Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	228,3739837
			10	Plantas invasoras (%)	9,84



Ficha de estados de conservación		Tolar		
A. Información general				
1. Comunidad o Granja:				
Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio:		3. Geología		
T13		Qf-fg		
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)		
E	234073	4160		
N	8953966			
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra		
pmh - SaT		Pastoreo		
B. Ecología de la vegetación				
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)		
Tolar		80		
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)		
		Regular		
Dominante		<i>Lupinus brachypremnon</i>		
Sub - dominante		<i>Ageratina glechonophylla</i>		
Sub - subdominante		<i>Senecio collinus</i>		
12. Intensidad de Uso		Pesada		
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Neutro		
Plántulas		Sí		
Mantillo		Sí		
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí		
Vigor de plantas		No		
Especies Perennes		Sí		
Malezas < 20 %		No		
C. Morfología de suelo		Indicadores		
14. Posic. Topográfica:	Pendiente cóncava	1	Riqueza (N° de especies)	<b>24</b>
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>2</b>
16. Pendiente (%):	Moderadamente empinada (15 a 30 %)		Hierbas	<b>14</b>
17. Signos de Erosión:	50 a 70 %		Arbustos	<b>8</b>
18. Grado de Erosión:	15 a 50 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>3,18</b>
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>20,63</b>
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>76,19</b>
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>39,71428571</b>
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	<b>1</b>
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Moderado</b>
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>3,74</b>
24. Fuentes de Agua:	Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>69,89285714</b>
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	<b>157,2</b>
25. Tipo:	Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	<b>149,4444444</b>
		10	Plantas invasoras (%)	<b>41,27</b>




Ficha de estados de conservación		Tolar		
A. Información general				
1. Comunidad o Granja:				
Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio:	3. Geología			
T14	Qh-fg			
4. Coordenadas UTM (WGS-84)	5. Altitud (m.s.n.m.)			
E	233096			4063
N	8953045			
6. Zona de Vida	7. Uso de la Tierra			
pmh - SaT	Pastoreo			
B. Ecología de la vegetación				
8. Tipo Pastizal	9. Cob. Vegetal (%)			
Tolar	84			
10. Especies Dominantes	11. Mantillo (%)			
	Regular			
Dominante	<i>Baccharis latifolia</i>			
Sub - dominante	<i>Baccharis tricuneata</i>			
Sub - subdominante	<i>Muehlebeckia volcanica</i>			
12. Intensidad de Uso	Pesada			
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)	Neutro			
Plántulas	Sí			
Mantillo	Sí			
Erosión Laminar o Cárcavas	Sí			
Vigor de plantas	No			
Especies Perennes	Sí			
Malezas < 20 %	No			
C. Morfología de suelo		Indicadores		
14. Posic. Topográfica:	Terraza	1	Riqueza (N° de especies)	<b>18</b>
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>3</b>
16. Pendiente (%):	Fuertemente inclinada (10 a 15 %)		Hierbas	<b>7</b>
17. Signos de Erosión:	15 a 50 %		Arbustos	<b>8</b>
18. Grado de Erosión:	15 a 50 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>18,31</b>
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>19,72</b>
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>61,97</b>
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>45,25</b>
23. Profundidad Suelo:	Alta	4	Suelo desnudo (%)	<b>4</b>
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Leve</b>
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>2,37</b>
24. Fuentes de Agua:	Riachuelo	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>74,45</b>
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	<b>381,7851351</b>
25. Tipo:	Permanente	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	<b>279,1904762</b>
		10	Plantas invasoras (%)	<b>2,82</b>

Ficha de estados de conservación		Pajonal		
A. Información general				
1. Comunidad o Granja:				
Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio:	3. Geología			
T16	Qh-fg			
4. Coordenadas UTM (WGS-84)	5. Altitud (m.s.n.m.)			
E	230664			3861
N	8950543			
6. Zona de Vida	7. Uso de la Tierra			
bh - MT	Pastoreo			
B. Ecología de la vegetación				
8. Tipo Pastizal	9. Cob. Vegetal (%)			
Pajonal	80			
10. Especies Dominantes	11. Mantillo (%)			
	Regular			
Dominante	<i>Calamagrostis fuscata</i>			
Sub - dominante	<i>Baccharis tricuneata</i>			
Sub - subdominante	<i>Ageratina glechonophylla</i>			
12. Intensidad de Uso	Ligera			
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)	Positiva			
Plántulas	Sí			
Mantillo	Sí			
Erosión Laminar o Cárcavas	Sí			
Vigor de plantas	No			
Especies Perennes	Sí			
Malezas < 20 %	Sí			
C. Morfología de suelo		Indicadores		
14. Posic. Topográfica:	Pendiente o ladera convexa	1	Riqueza (N° de especies)	<b>13</b>
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>2</b>
16. Pendiente (%):	Empinada (30 a 50 %)		Hierbas	<b>7</b>
17. Signos de Erosión:	3 a 15 %		Arbustos	<b>4</b>
18. Grado de Erosión:	15 a 50 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>56,73</b>
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>13,57</b>
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 m		Arbustos	<b>29,71</b>
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>40,375</b>
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	<b>3</b>
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Leve</b>
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>11,21</b>
24. Fuentes de Agua:	Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>45,1</b>
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	<b>172,8457143</b>
25. Tipo:	Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	<b>44,98571429</b>
		10	Plantas invasoras (%)	<b>4,92</b>



Ficha de estados de conservación		Césped de puna			
A. Información general					
1. Comunidad o Granja:					
Cojup - Túpac Amaru II					
2. Sitio:		3. Geología			
T18		N-gd/to			
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)			
E	236850	4360			
N	8956756				
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra			
pmh - SaT		Pastoreo			
B. Ecología de la vegetación					
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)			
Césped de puna		60			
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)			
		Nulo			
Dominante		<i>Calamagrostis fuscata</i>			
Sub - dominante		<i>Werneria nubigena</i>			
Sub - subdominante		<i>Alchemilla pinnata</i>			
12. Intensidad de Uso		Pesada			
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Negativa			
Plántulas		Sí			
Mantillo		No			
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí			
Vigor de plantas		No			
Especies Perennes		Sí			
Malezas < 20 %		No			
C. Morfología de suelo		Indicadores			
14. Posic. Topográfica:		Terraza	1	Riqueza (N° de especies)	20
15. Paisaje Circundante:		Montañoso		Gramíneas y Graminoides	6
16. Pendiente (%):		Empinada (30 a 50 %)		Hierbas	12
17. Signos de Erosión:		0 a 3 %		Arbustos	2
18. Grado de Erosión:		2 a 15 %	2	Composición Florística (%)	100
19. Pedregosidad Superf. (%):		Franco		Gramíneas y Graminoides	30
20. Afloram. Rocoso (%):		Granular		Hierbas	60
21. Textura:		Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	10
22. Estructura:		Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	11,6
23. Profundidad Suelo:		Moderada	4	Suelo desnudo (%)	10
Observaciones:		Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	Moderado
D. Agua			6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	0,28
24. Fuentes de Agua:		Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	2,9
			8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	7,1
25. Tipo:		Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	3,1825
			10	Plantas invasoras (%)	10,95



Ficha de estados de conservación		Tolar			
A. Información general					
1. Comunidad o Granja:					
Cojup - Túpac Amaru II					
2. Sitio:	3. Geología				
T19	Qh-fg				
4. Coordenadas UTM (WGS-84)				5. Altitud (m.s.n.m.)	
E	237828			4512	
N	8959615				
6. Zona de Vida				7. Uso de la Tierra	
tp - AS				Pastoreo	
B. Ecología de la vegetación					
8. Tipo Pastizal	9. Cob. Vegetal (%)				
Tolar	63				
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)			
		Regular			
Dominante		<i>Baccharis tricuneata</i>			
Sub - dominante		<i>Senecio evacoides</i>			
Sub - subdominante		<i>Alchemilla pinnata</i>			
12. Intensidad de Uso		Pesada			
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Negativa			
Plántulas		Sí			
Mantillo		Sí			
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí			
Vigor de plantas		No			
Especies Perennes		No			
Malezas < 20 %		No			
C. Morfología de suelo		Indicadores			
14. Posic. Topográfica:	Fondo de valle	1	Riqueza (N° de especies)	<b>24</b>	
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>7</b>	
16. Pendiente (%):	Fuertemente inclinada (10 a 15 %)		Hierbas	<b>12</b>	
17. Signos de Erosión:	15 a 50 %		Arbustos	<b>5</b>	
18. Grado de Erosión:	15 a 50 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>	
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>9,26</b>	
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>51,85</b>	
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>38,89</b>	
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>32,85714286</b>	
23. Profundidad Suelo:	Moderada	4	Suelo desnudo (%)	<b>1</b>	
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Moderado</b>	
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>1,61</b>	
24. Fuentes de Agua:		Lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>99,72727273</b>
			8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	<b>204,3085106</b>
25. Tipo:		Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	<b>53,87820513</b>
			10	Plantas invasoras (%)	<b>12,96</b>

Ficha de estados de conservación		Tolar		
A. Información general				
1. Comunidad o Granja:				
Cojup - Túpac Amaru II				
2. Sitio:		3. Geología		
T20		Qh-fg		
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)		
E	234664	4386		
N	8958443			
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra		
pmh - SaT		Pastoreo		
B. Ecología de la vegetación				
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)		
Tolar		82		
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)		
		Regular		
Dominante		<i>Aciachne pulvinata</i>		
Sub - dominante		<i>Baccharis tricuneata</i>		
Sub - subdominante		<i>Nassella brachyphylla</i>		
12. Intensidad de Uso		Pesada		
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Neutro		
Plántulas		Sí		
Mantillo		Sí		
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí		
Vigor de plantas		No		
Especies Perennes		Sí		
Malezas < 20 %		No		
C. Morfología de suelo		Indicadores		
14. Posic. Topográfica:	Pendiente o ladera convexa	1	Riqueza (N° de especies)	<b>31</b>
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>7</b>
16. Pendiente (%):	Moderadamente empinada (15 a 30 %)		Hierbas	<b>18</b>
17. Signos de Erosión:	3 a 15 %		Arbustos	<b>6</b>
18. Grado de Erosión:	2 a 15 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>32,85</b>
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>42,86</b>
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>24,29</b>
22. Estructura:	Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	<b>38,33333333</b>
23. Profundidad Suelo:	Ligera	4	Suelo desnudo (%)	<b>7</b>
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Leve</b>
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>12,72</b>
24. Fuentes de Agua:	Ojo de agua	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>123,8888889</b>
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	<b>462,7659574</b>
25. Tipo:	Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	<b>472,6121795</b>
		10	Plantas invasoras (%)	<b>28,57</b>



Ficha de estados de conservación		Pajonal			
A. Información general					
1. Comunidad o Granja:					
Cojup - Túpac Amaru II					
2. Sitio:	3. Geología				
T21	N-gd/to				
4. Coordenadas UTM (WGS-84)				5. Altitud (m.s.n.m.)	
E	238147			4672	
N	8960566				
6. Zona de Vida				7. Uso de la Tierra	
tp - AS				Pastoreo	
B. Ecología de la vegetación					
8. Tipo Pastizal	9. Cob. Vegetal (%)				
Pajonal	78				
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)			
		Abundante			
Dominante		<i>Calamagrostis fuscata</i>			
Sub - dominante		<i>Festuca dichoclada</i>			
Sub - subdominante		0			
12. Intensidad de Uso		Ligera			
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Positiva			
Plántulas		Sí			
Mantillo		Sí			
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí			
Vigor de plantas		Sí			
Especies Perennes		No			
Malezas < 20 %		No			
C. Morfología de suelo		Indicadores			
14. Posic. Topográfica:	Pendiente cóncava	1	Riqueza (N° de especies)	<b>19</b>	
15. Paisaje Circundante:	Montañoso		Gramíneas y Graminoides	<b>8</b>	
16. Pendiente (%):	Empinada (30 a 50 %)		Hierbas	<b>10</b>	
17. Signos de Erosión:	50 a 70 %		Arbustos	<b>1</b>	
18. Grado de Erosión:	50 a 90 %	2	Composición Florística (%)	<b>100</b>	
19. Pedregosidad Superf. (%):	Franco		Gramíneas y Graminoides	<b>94,55</b>	
20. Afloram. Rocoso (%):	Granular		Hierbas	<b>3,64</b>	
21. Textura:	Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	<b>1,82</b>	
22. Estructura:		3	Cobertura de Suelo (%)	<b>58,3</b>	
23. Profundidad Suelo:	Nula	4	Suelo desnudo (%)	<b>0</b>	
Observaciones:	Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	<b>Nulo</b>	
D. Agua		6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	<b>9,31</b>	
24. Fuentes de Agua:		7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	<b>44,43333333</b>	
		8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m²)	<b>753,3555556</b>	
25. Tipo:		9	Cantidad de Mantillo (g/m²)	<b>543,375</b>	
		10	Plantas invasoras (%)	<b>0</b>	

Ficha de estados de conservación		Césped de puna			
A. Información general					
1. Comunidad o Granja:					
Cojup - Túpac Amaru II					
2. Sitio:		3. Geología			
T22		N-gd/to			
4. Coordenadas UTM (WGS-84)		5. Altitud (m.s.n.m.)			
E	237700	4455			
N	8959168				
6. Zona de Vida		7. Uso de la Tierra			
tp - AS		Pastoreo			
B. Ecología de la vegetación					
8. Tipo Pastizal		9. Cob. Vegetal (%)			
Césped de puna		69			
10. Especies Dominantes		11. Mantillo (%)			
		Escaso			
Dominante		<i>Nassella brachyphylla</i>			
Sub - dominante		<i>Calamagrostis fuscata</i>			
Sub - subdominante		<i>Plantago sericea</i>			
12. Intensidad de Uso		Pesada			
13. Tendencia del Pastizal (Sí/No)		Neutro			
Plántulas		Sí			
Mantillo		Sí			
Erosión Laminar o Cárcavas		Sí			
Vigor de plantas		No			
Especies Perennes		Sí			
Malezas < 20 %		No			
C. Morfología de suelo		Indicadores			
14. Posic. Topográfica:		Pendiente cóncava	1	Riqueza (N° de especies)	26
15. Paisaje Circundante:		Montañoso		Gramíneas y Graminoides	7
16. Pendiente (%):		Moderadamente empinada (15 a 30 %)		Hierbas	15
17. Signos de Erosión:		15 a 50 %		Arbustos	4
18. Grado de Erosión:		15 a 50 %	2	Composición Florística (%)	100
19. Pedregosidad Superf. (%):		Franco		Gramíneas y Graminoides	45
20. Afloram. Rocoso (%):		Granular		Hierbas	41,67
21. Textura:		Muy Superficial menor a 25 cm		Arbustos	13,33
22. Estructura:		Laminar	3	Cobertura de Suelo (%)	13,11111111
23. Profundidad Suelo:		Alta	4	Suelo desnudo (%)	9
Observaciones:		Pastoreo de vacunos y equinos	5	Pérdida de Suelo Superficial	Moderado
D. Agua			6	Materia orgánica de Horizonte Superficial	7,12
24. Fuentes de Agua:		Riachuelo y lluvia	7	Altura de Canopia de Plantas Importantes (cm)	5,321428571
			8	Cantidad de Biomasa Aérea (g/m <sup>2</sup> )	26,14285714
25. Tipo:		Temporal	9	Cantidad de Mantillo (g/m <sup>2</sup> )	11,64146341
			10	Plantas invasoras (%)	10



## Anexo n.º 2. Panel fotográfico

Foto n.º 1. Registro de especies en el bofedal del sitio 15



Foto n.º 2. Corte de biomasa de la vegetación del bofedal del sitio 15



Foto n.º 3. Vista panorámica medición de la turba del bofedal del sitio 15



Foto n.º 4. Extracción de la turba con barreno



Foto n.º 5. Obtención de muestra para determinar la densidad aparente



Foto n.º 6. Medición del pH del agua en el bofedal del sitio 16





Foto n.º 7. Medición de la conductividad eléctrica en el bofedal del sitio 16



Foto n.º 8. Corte de la biomasa del bofedal del sitio 6









PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

EL PERÚ PRIMERO

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