

# Vulnerabilidad de los bosques y otros ecosistemas andinos de Saywite - Choquequirao - Ampay al cambio climático y las presiones antrópicas

Mancomunidad Saywite - Choquequirao - Ampay



BOSQUES ANDINOS ES UN PROGRAMA DE:  
 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Embajada de Suiza en el Perú  
Agenda Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE

FACILITADO Y ASESORADO POR:



Este documento es el resultado del trabajo interinstitucional del Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria la Molina y el Programa Bosques Andinos de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), facilitado por HELVETAS Swiss Intercooperation y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN).

[cdc.lamolina.edu.pe](http://cdc.lamolina.edu.pe) / [www.bosquesandinos.org](http://www.bosquesandinos.org)

#### Autores

Rocío Vásquez Jara, Antonio Tovar Narváez, Adriana Palma Pecho, Waldemar Mercado Curi y Harriet Gómez Moncada.

#### Revisión técnica

Verónica Gálmez Márquez / Programa Bosques Andinos, HELVETAS Swiss Intercooperation

#### Edición de textos, diseño y diagramación

Alicia Infante Takey

#### Fotografías

© Rocío Vásquez / © Adriana Palma / © Verónica Gálmez / © Jaime Valenzuela  
© Lucía Rodríguez / © Uriel Mòntufar / © CDC-UNALM

#### Mapas

Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria La Molina



# Vulnerabilidad de los bosques y otros ecosistemas andinos de Saywite – Choquequirao – Ampay al cambio climático y las presiones antrópicas

Mancomunidad Saywite - Choquequirao - Ampay



CONDESAN  
Comisión para el Desarrollo Sostenible  
de la Región Andina



# Contenido

---

INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS	13
2. GENERACIÓN DEL MAPA DE COBERTURA DE LA TIERRA DE LA MANCOMUNIDAD SAYWITE - CHOQUEQUIRAO - AMPAY	14
3. MAPA DE SISTEMAS ECOLÓGICOS DE LA MANCOMUNIDAD SAYWITE - CHOQUEQUIRAO - AMPAY	28
4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y MATORRALES Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS VINCULADOS A LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE	35
5. IDENTIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS ATRIBUIBLES AL CAMBIO CLIMÁTICO Y A LAS PRESIONES ANTRÓPICAS SOBRE LOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y MATORRALES DE LA MANCOMUNIDAD	85
6. CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO PRIORIZADAS	93
7. ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS PRESIONES ANTRÓPICAS SOBRE LAS COBERTURAS BOSCOSAS DE LA MANCOMUNIDAD	119
8. UNIDADES DE ANÁLISIS PARA EL ESTUDIO DE LOS COMPONENTES DE LA VULNERABILIDAD	138
9. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE LOS ECOSISTEMAS AL CAMBIO CLIMÁTICO	143
10. ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS PRESIONES ANTRÓPICAS	156
11. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	166
12. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y MATORRALES, FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS PRESIONES ANTRÓPICAS	205
13. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y MATORRALES FRENTE A LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO PRIORIZADAS	222
14. ELABORACIÓN DE RECOMENDACIONES GENERALES PARA CONSOLIDAR Y/O ADAPTAR LAS PRÁCTICAS DE MANEJO PRIORIZADAS EN UN CONTEXTO DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	224
15. ANÁLISIS DEL POTENCIAL APORTE DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO PRIORIZADAS A LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	228
16. SISTEMATIZACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS APLICADAS A LO LARGO DEL ESTUDIO	245
17. CONCLUSIONES	248
BIBLIOGRAFÍA	249

# Agradecimientos

---



Agradecemos al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), al Santuario Nacional de Ampay, al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) y al Gobierno Regional de Apurímac (GORE Apurímac) por las autorizaciones y facilidades gentilmente concedidas.

Agradecemos de manera especial al Centro de Estudios y Desarrollo Social (CEDES-Apurímac) por colaborar con la logística durante la fase de campo del proyecto en la Mancomunidad.

Agradecemos igualmente a las siguientes personas que generosamente contribuyeron con información, tiempo, recomendaciones, apoyo técnico y apoyo logístico: Roberto Kómetter Mogrovejo, Verónica Gálmez Márquez, Albert Bokkestijn (Programa de Bosques Andinos); Manuel Peralvo (CONDESAN); Danila Silva Warthon, Andrés Cáceres Vargas y Manuel Márquez (CEDES-Apurímac); Wagner Huari Pérez (Subgerente Regional de Recursos Naturales, GORE Apurímac), Amílcar Osorio Marces, Jaime Valenzuela Trujillo y Graciela Hilaes Arone (Santuario Nacional de Ampay); José Luis Marcelo Peña y Carlos Reynel Rodríguez (Herbario MOL - UNALM); Diego Delgado y Brian Finegan (CATIE); Luis Saavedra Muñoz (SERFOR); Aaron Groth (Texas University at Austin); Jan Baiker (Department of Geography, University of Zurich); José Luis Venero Gonzales (UNSAAC) y Susana Kalafatovich Castañeda (CVC Abancay).

Del mismo modo, estamos agradecidos con quienes nos brindaron información en las salidas de campo a los cinco distritos que conforman la Mancomunidad: Santos Huamán Vásquez (Presidente de la Comunidad Andina Pacchani), Pío Valenzuela (Tesorero de la Comunidad Andina Pacchani y encargado de la Asociación de Apicultores de la comunidad), Diego Alcarraz (Secretario de la Comunidad Huironay), Zenón Tambranco (Tesorero de la Comunidad Huironay), Vicente Quispe (Teniente Gobernador de Huironay), Alex Valverde (Presidente de la Comunidad Llañucancho), Clemente Ávalos (Presidente de la Comunidad Saywite), Saturnino López y Mario Monzón (apicultores de Saywite), Amílcar Chiqlla Valdiglesias (Alcalde de Cachora), Enrique Villaruel Ochoa (Gerente Municipal de Cachora), Benito Espinoza Monzón (técnico encargado de la reforestación en Asil), David Sotelo Yépez, Mario Portillo León, Daniel David Llanos Cuéllar, Renzo Zavala Rojas (apicultores del distrito de Curahuasi), Pedro Pérez Menacho (Tesorero de la Asociación de Apicultores Agropecuarios Curahuasi) y Carlos Cañihua y Elimarino Dávalos Gibaja (conductores). Por último, queremos dejar constancia de nuestro particular reconocimiento a Josué Ramos Reynaga (apicultor y comunero de la Comunidad Andina Ccerabamba), quien nos acompañó y orientó en el campo mostrando profesionalismo, compromiso y seriedad en las tareas encomendadas.





# Introducción

# Los bosques

nativos de la Mancomunidad Saywite - Choquequirao - Ampay, en el departamento de Apurímac, han sido degradados y sufrido la pérdida de poco más de 10 850 hectáreas en los últimos quince años,<sup>1</sup> situación que se evidencia mediante el análisis multitemporal basado en imágenes satelitales que cubren el territorio. Ello ha repercutido en los recursos silvestres disponibles para la población local y los servicios ecosistémicos para la región. Varias especies forestales, en particular la intimpa (*Podocarpus glomeratus*) y la unca (*Myrcianthes oreophila*), antes abundantes, son ahora poco comunes y los niveles de los manantiales o puquios se han reducido y su calidad deteriorado, como indican los pobladores de las comunidades.

Tal realidad plantea la necesidad de evaluar en qué medida los bosques nativos y los servicios que proveen a la Mancomunidad han sido afectados por las actividades antrópicas y los cambios en los regímenes climáticos; y también de determinar si las prácticas de manejo de bosques implementadas por la población local reflejan o no su capacidad de adaptación a cambios en el entorno.

El estudio *Vulnerabilidad frente al cambio climático y las presiones antrópicas de los bosques y otros ecosistemas de montaña en Apurímac*, llevado a cabo por la Fundación para el Desarrollo Agrario (FDA) a través del Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria La Molina (CDC-UNALM), tuvo como objetivos generales: (i) analizar la vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos y matorrales de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay frente al cambio climático y las presiones antrópicas (en el horizonte 2015-2030); y (ii) analizar la vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos y matorrales de la Mancomunidad frente a la implementación de las prácticas de manejo priorizadas (en qué medida las prácticas están incrementando o no la vulnerabilidad).

Los insumos generados por el estudio a lo largo del año 2016 fueron la base para analizar la vulnerabilidad de los ecosistemas frente al cambio climático, las presiones antrópicas y la implementación de las prácticas de manejo priorizadas por la Mancomunidad.

Este estudio incluye: (i) el análisis de la vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos y matorrales (sensibilidad, exposición y resiliencia) frente al cambio climático y las presiones antrópicas; (ii) el análisis de la vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos y matorrales frente a la implementación de las prácticas de manejo priorizadas; (iii) recomendaciones generales para consolidar y/o adaptar las prácticas de manejo priorizadas en un contexto de adaptación al cambio climático y de mitigación; (iv) el análisis del potencial aporte de las prácticas de manejo priorizadas a la adaptación al cambio climático y su mitigación; (v) la sistematización de las metodologías aplicadas en el proceso; y, (vi) conclusiones.

---

<sup>1</sup> En el año 2000 los bosques montanos abarcaban 34 272 ha, extensión que se redujo a 23 421 ha en el año 2015.



# 1 Objetivos

## Objetivos generales

- Analizar la vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos y matorrales de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay frente al cambio climático y las presiones antrópicas (en el horizonte 2015-2030).
- Analizar la vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos y matorrales de la Mancomunidad frente a la implementación de las prácticas de manejo priorizadas.

## Objetivos específicos

1. Identificar las amenazas atribuibles al cambio climático y a las presiones antrópicas sobre los ecosistemas boscosos y matorrales de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay.
2. Caracterizar los ecosistemas boscosos y matorrales y sus servicios ecosistémicos vinculados a las prácticas de manejo priorizadas:
  - Restauración de bosques andinos
  - Reforestación
  - Producción de miel de abeja
  - Normas consuetudinarias para la protección de los bosques
  - Protección de manantiales.
3. Caracterizar las prácticas de manejo priorizadas (con base en los saberes locales de las prácticas de manejo) y su vínculo con los servicios ecosistémicos.
4. Analizar el impacto del cambio climático y las presiones antrópicas sobre los ecosistemas boscosos y matorrales de la Mancomunidad.
5. Analizar la resiliencia de los ecosistemas boscosos y matorrales de la Mancomunidad frente al cambio climático y las presiones antrópicas.
6. Analizar la vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos y matorrales según su sensibilidad, exposición y resiliencia.
7. Analizar la vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos y matorrales frente a la implementación de las prácticas de manejo priorizadas, así como el aporte de estas en la adaptación y mitigación del cambio climático en la Mancomunidad.
8. Formular recomendaciones para consolidar y/o adaptar las buenas prácticas para el manejo sostenible de los bosques en la Mancomunidad sustentadas en los resultados de los análisis de vulnerabilidad.

Parece evidente la necesidad de evaluar en qué medida los bosques nativos y los servicios que proveen a la Mancomunidad han sido afectados por las actividades antrópicas y los cambios en los regímenes climáticos.

2  
Generación del mapa de  
cobertura de la tierra  
de la Mancomunidad  
Saywite – choquequirao – ampay

---



## 2. 1. Metodología

La metodología empleada para la elaboración del Mapa de Cobertura de la Tierra de la Mancomunidad se basó en la propuesta desarrollada en el proyecto “Análisis de las dinámicas de cambio de cobertura de la tierra en la comunidad andina” (CDC-UNALM *et al.*, 2012) por el Centro de Datos para la Conservación (CDC-UNALM) y el Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG (LTA-UNALM), en un esfuerzo conjunto con especialistas de la Dirección General de Ordenamiento Territorial del Ministerio del Ambiente (DGOT-MINAM), con la participación de especialistas de los cuatro países miembros de la Comunidad Andina.

Esta metodología consiste en una clasificación supervisada sobre la base de segmentos, empleando el algoritmo Random Forest a través del paquete estadístico del mismo nombre (Liaw y Wiener, 2002), mediante la plataforma del R Project (v. 2.15). El Random Forest es un algoritmo de clasificación no lineal compuesto por cientos de árboles de decisiones que permite identificar patrones en los datos que se incorporan como entrada de información, maximizando así las diferencias de las variables que se quieren clasificar (Breiman, 2001; Perichinsky, 2007).

El mapa 1 muestra las distintas zonas del país donde ha sido aplicada, con resultados favorables en la región andina, caracterizada por su alta heterogeneidad de clases de coberturas naturales entremezcladas en una matriz de mosaico agropecuario. Su rendimiento ha sido satisfactorio tanto en extensiones grandes como reducidas (tal es el caso del área de estudio), siempre dependiendo de los insumos empleados.

Mapa 1

### 2.1.1. Área de estudio

El área de estudio abarca los cinco distritos de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao -Ampay: Curahuasi, Tamburco, Huanipaca, San Pedro de Cachora y Pacobamba (tabla 1). Los cuatro primeros pertenecen a la provincia de Abancay y el último a la provincia de Andahuaylas. Ambas provincias se encuentran en el departamento de Apurímac. El área de análisis se amplió para cubrir la extensión total del Santuario Nacional de Ampay y su zona de amortiguamiento (Abancay) (mapa 2).

Tabla 1 y Mapa 2

En los Andes peruanos, si bien las prácticas locales y otras presiones antrópicas han generado en el pasado pérdida de áreas del bosque, actualmente las poblaciones locales tienen más conciencia sobre la necesidad de conservar y recuperar el bosque.

## Mapa 1

Áreas donde se ha aplicado la metodología para la elaboración de Mapas de cobertura y uso de la tierra

1. Área Binacional Perú - Ecuador (Tumbes y El Oro)

2. Refugios de Vida Silvestre Laquipampa (Lambayeque) y Bosques Nublados de Udima (Cajamarca)

3. Áreas Piloto del centro del país (Ancash, Huánuco, San Martín, Junín y Lima)

4. Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás

5. Distrito de Irazola (Ucayali)

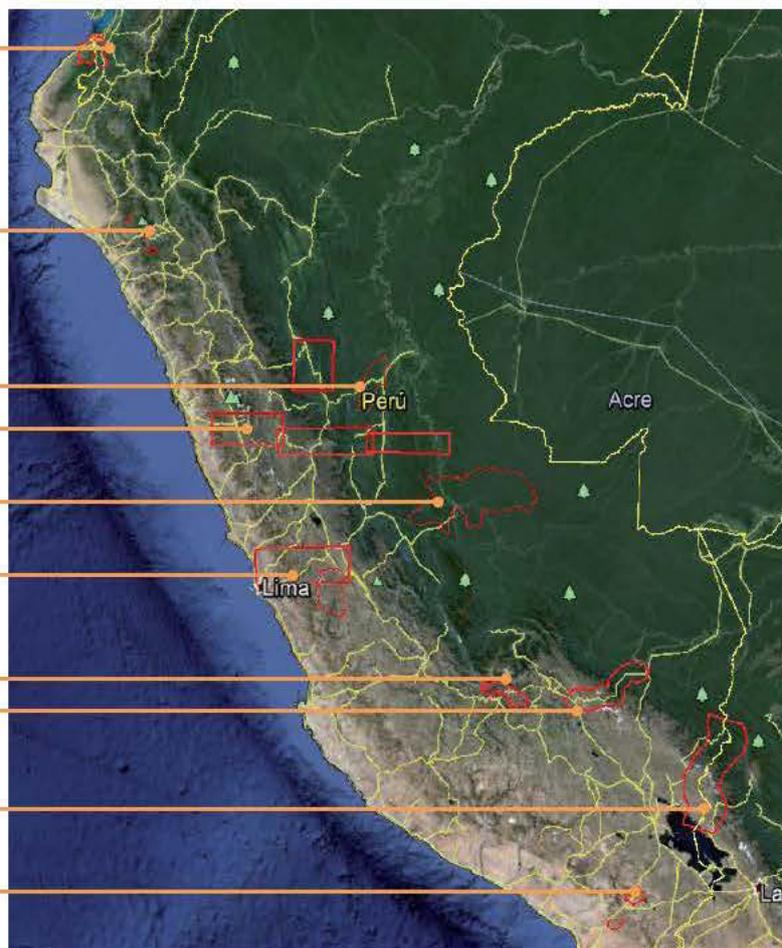
6. Sub-Cuenca Raimondi (Ucayali)

7. Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay (Apurímac)

8. Proyecto Quellaveco (Moquegua)

9. Tramo 2 de Carretera Interoceánica Sur (Cuzco)

10. Área Binacional Perú - Bolivia (Puno y La Paz)



Elaboración propia.

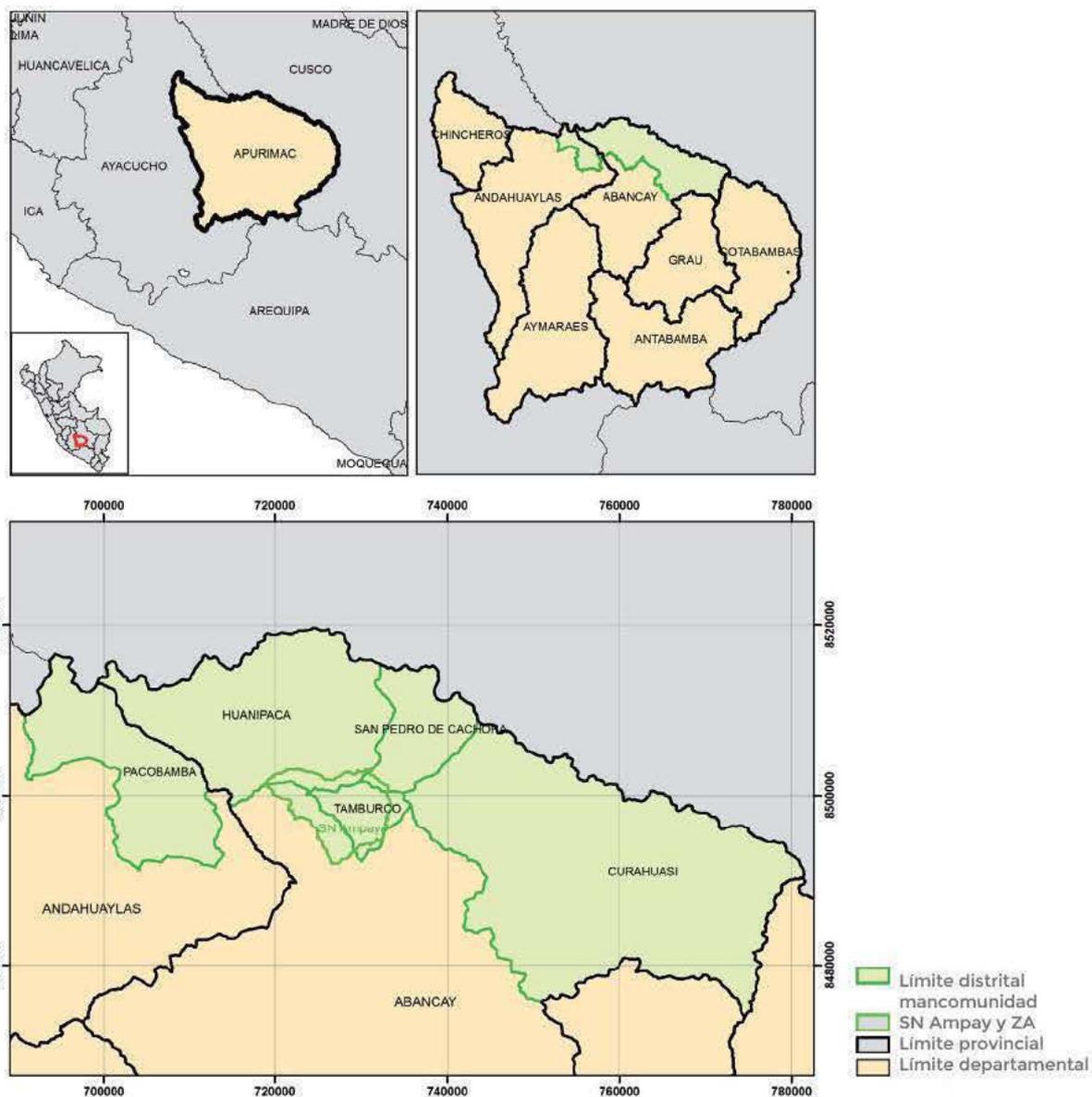
Tabla 1  
Extensión (ha) de los distritos y áreas abarcadas en el estudio

Distritos	Extensión (ha)
Curahuasi	85 950,61
Tamburco	5454,39
Huanipaca	42 074,67
San Pedro de Cachora	11 869,27
Pacobamba	26 010,63
Área total de la Mancomunidad	171 359,57
Área adicional (zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay - Abancay)	3672,63
Área de estudio	175 032,20

Elaboración propia.



## Mapa 2 Ubicación de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay



Elaboración propia.

## 2.1.2. Materiales y equipos

- Imágenes satelitales Landsat 8<sup>2</sup> que abarcan los cuadrantes 004069 (19-7-2015) y 005069 (10-7-2015), con un mejoramiento de la resolución espacial de 15 metros
- Computadora LG con procesador Intel(R) Core (TM) i7, RAM 16 GB y sistema operativo de 64 bits
- Navegador Garmin modelo GPSMAP 62s
- Binoculares Bushnell de 7 x 50
- Distanciómetro Bushnell, modelo Legend 1200 ARC, con alcance de 1097 metros
- Libretas de campo
- Lápices y marcadores indelebles

## 2.1.3. Leyenda

En el marco del Programa Bosques Andinos, CONDESAN viene desarrollando un estudio sobre las dinámicas de los ecosistemas andinos y ha propuesto una leyenda de coberturas de la tierra (Peralvo y Bastidas, 2014). El presente estudio utiliza esa misma leyenda para la elaboración del Mapa de Cobertura de la Tierra de la Mancomunidad.

Cuadro 1

## 2.1.4. Preprocesamiento

### Descarga de imágenes

Se descargaron las imágenes del área de trabajo correspondientes a las escenas Landsat 004069 y 005069 del año 2015 de la base de datos del servidor del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)<sup>3</sup> de Brasil.

Figura 1

### Mejoramiento de la resolución espacial

El mejoramiento de la resolución espacial permite detallar la información a partir de la banda pancromática multiespectral (15 metros), sin perder la información RGB original que presenta la composición de tres bandas multiespectrales de 30 metros (USGS, 2013).

Este procedimiento incrementa la resolución espacial de la imagen compuesta, obteniéndose una imagen multibanda con un mayor nivel de detalle para la visualización (ESRI, 2015). Se puede realizar con diferentes *softwares*; este estudio utilizó el ERDAS IMAGINE<sup>®</sup>.

Figura 2

2 Imágenes Landsat 8 con resolución espacial de 30 metros (sin el proceso de mejoramiento de la resolución espacial empleando la banda pancromática).

3 Catálogo de imágenes del INPE disponible es <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>

**Cuadro 1**  
**Leyenda empleada en el mapa de cobertura de la tierra de la Mancomunidad**

<b>1</b>	<b>TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS</b>
1.1	Zonas urbanizadas
1.1.1	Centros Poblados
1.2	Red vial
1.2.1	Caminos y carreteras
1.3	Plantaciones Forestales
<b>2</b>	<b>TERRITORIOS AGRÍCOLAS</b>
2.1	Mosaico agropecuario
<b>3</b>	<b>BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES</b>
3.1	Bosques
3.1.1	Bosque húmedo
3.1.2	Bosque seco
3.2	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
3.2.1	Puna arbustiva
3.2.2	Puna húmeda
3.2.3	Matorral xérico
3.3	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
3.3.1	Áreas arenosas naturales
3.3.2	Tierras desnudas o con poca vegetación
3.3.3	Zonas quemadas
3.3.4	Zonas glaciares y nivales
3.3.5	Vegetación geliturbada
<b>4</b>	<b>ÁREAS HÚMEDAS</b>
4.1	Áreas húmedas continentales
4.1.1	Bofedales
<b>5</b>	<b>SUPERFICIES DE AGUA</b>
5.1	Aguas continentales
5.1.1	Ríos y quebradas
5.1.2	Lagunas

Peralvo y Bastidas (2014).



Para facilitar el procesamiento de la información, se elaboró un mosaico con las imágenes mejoradas, insumo que luego fue empleado para la elaboración del Mapa de Cobertura de la Tierra.

## 2.1.5. Procesamiento

La elaboración del Mapa de Cobertura de la Tierra se realizó mediante una clasificación supervisada con base en segmentos, siguiendo un procesamiento semiautomático que combina la experiencia del intérprete y la aplicación del algoritmo de clasificación Random Forest, implementado mediante el programa R<sup>4</sup> (v. 2.14.0).

Figura 3

Los pasos se describen a continuación:

### Reconocimiento de la escena

Con el objetivo de que el intérprete cuente con mayor conocimiento sobre las coberturas presentes en el área de trabajo, se utilizan como insumos, además de las imágenes satelitales base para el análisis, las imágenes de alta resolución de la plataforma de Google Earth y las imágenes de alta resolución RapidEye<sup>5</sup> de la zona (con una resolución espacial de 5 m).

### Construcción de áreas de referencia

En este proceso se empleó el subprotocolo de áreas de referencia (CDC–UNALM, 2012), el cual detalla las características y funciones de las áreas de referencia en el proceso. Se distinguen estos tres tipos:

#### *Tipo 1*

Áreas de entrenamiento: aquellas que representan las clases significativas en la escena y que han sido reconocidas correctamente por la segmentación. Estas áreas posteriormente serán empleadas para seleccionar los segmentos que contribuirán con información para realizar la clasificación supervisada. Por ejemplo: puna arbustiva, bosques húmedos, matorral xérico, etc.

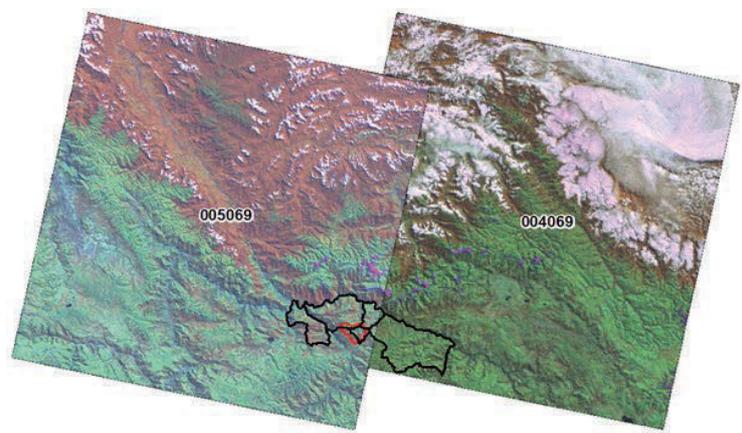
#### *Tipo 2*

Áreas de asignación manual: aquellas que pueden estar bien identificadas por el proceso de segmentación pero que representan clases poco recurrentes en la escena, no son posibles de clasificar con éxito y en el modelo generan un conflicto con las demás clases. Por ejemplo, para efectos de este estudio: plantaciones forestales, zonas quemadas, centros poblados, etc. En tales casos, el protocolo recomienda

<sup>4</sup> R Project for statistical computing: entorno de programa libre de computación para análisis estadístico y gráfico (<http://www.r-project.org/>).

<sup>5</sup> Referidas al mes de agosto de los años 2011 y 2012.

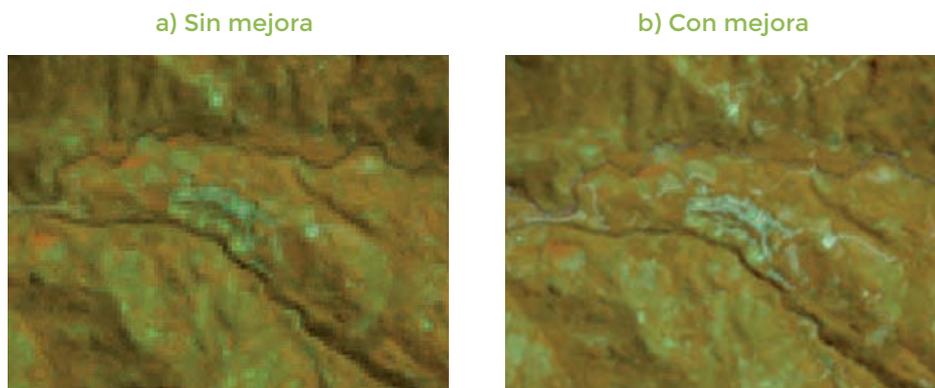
Figura 1  
Imágenes satelitales del área de estudio



Año de análisis	Satélite	Escena	Fecha
2015	Landsat8	004069	2015-7-19
	Landsat8	005069	2015-7-10

Elaboración propia.

Figura 2  
Visualización de imágenes satelitales con y sin mejoramiento de la resolución espacial



Elaboración propia.

la determinación manual de estas clases; es decir, que el intérprete identifique los polígonos de la segmentación correspondientes a estas clases, las mismas que serán incorporadas junto con las áreas del tipo 3 como parte de la edición de la clasificación.

### Tipo 3

Áreas de superposición: aquellas en donde el proceso de segmentación no logró reconocer adecuadamente los bordes de las coberturas que se quiere representar. El protocolo recomienda que el intérprete las digitalice manualmente (p. ej. ríos, carreteras).

## Segmentación

La segmentación consiste en la agrupación de píxeles contiguos que tienen características espectrales semejantes (CDC–UNALM *et al.*, 2012). Para este proceso se empleó el protocolo de segmentación desarrollado por el CDC–UNALM (2012), implementado con el *software* ENVI®.

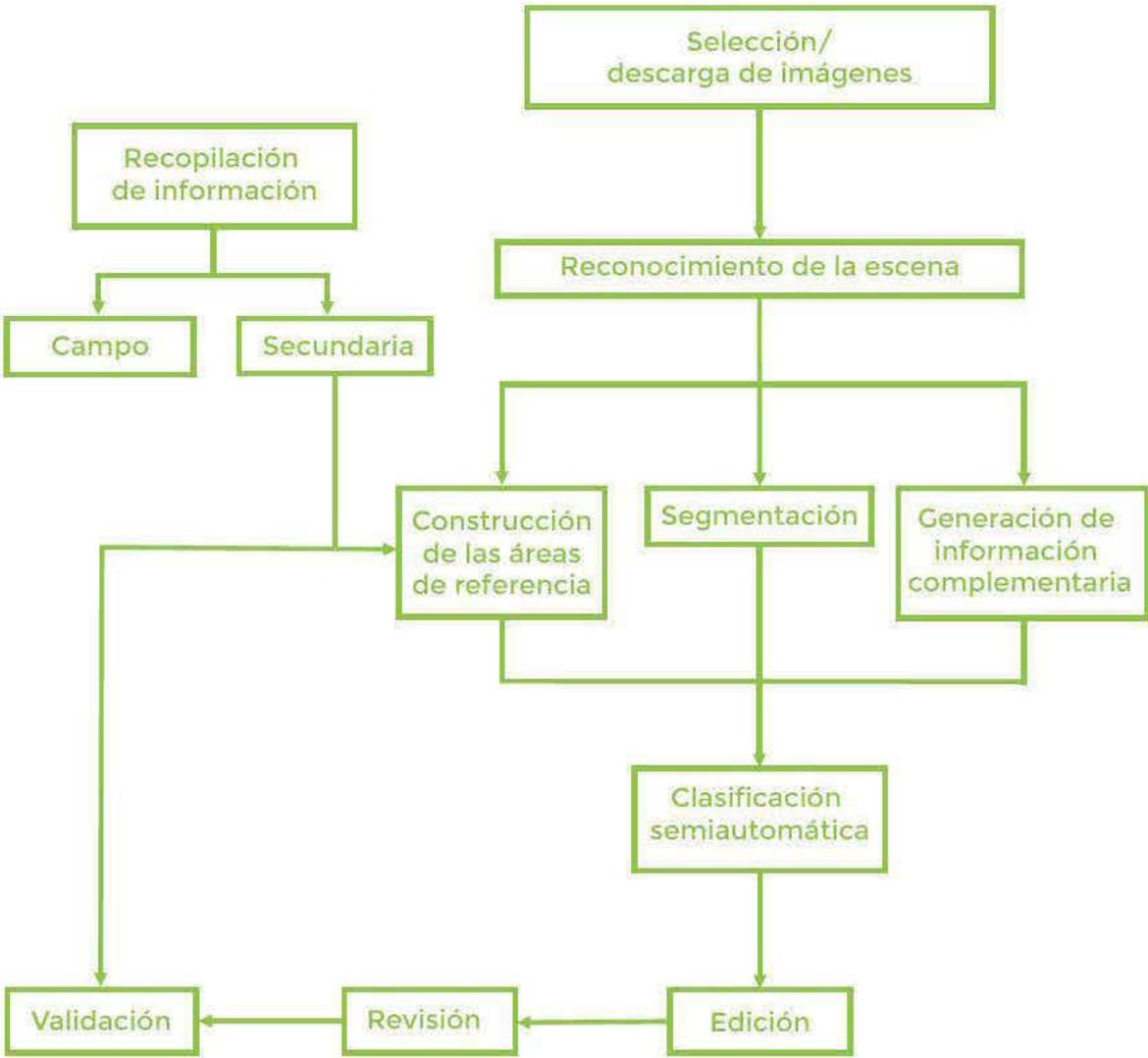
El protocolo plantea un método mixto que combina una fase automática, en la cual se agrupan los sectores contiguos espectralmente homogéneos mediante el empleo de dos parámetros, *scale* (tamaño de los segmentos) y *merge* (grado de unión de los segmentos), los que se eligen iterativamente generando pruebas hasta alcanzar la segmentación deseada sobre la base de la combinación adecuada de ambos parámetros.

La siguiente fase es semiautomática y consiste en verificar que los resultados de las segmentaciones realizadas sean consistentes con los bordes observados en la imagen original. La delimitación debe contar con el menor número de segmentos posibles, ya que a mayor cantidad de segmentos, mayor será el tiempo de los procesamientos posteriores. Esta fase consta de dos pasos: el primero es realizar un control visual sobre algunas clases que se sospecha de antemano puedan tener dificultades para una correcta delimitación; y el segundo involucra solo las segmentaciones que hayan pasado adecuadamente el control visual, para lo cual se distribuirán al azar un conjunto de puntos y se evaluará la delimitación de las clases en un área circundante al punto de evaluación, en un radio de un kilómetro, considerando como penalización solo los errores de omisión. De esta manera se seleccionará de manera objetiva la segmentación más idónea para garantizar la precisión del procesamiento.

Figura 4

Los bosques de La Mancomunidad se caracterizan por tener una larga historia de intervención, estos bosques se encuentran inmersos en una matriz de mosaico agropecuario y pastizales naturales.

Figura 3  
Diagrama del flujo del procesamiento



Elaboración propia.

## Incorporación de información complementaria

Con el objetivo de incrementar la capacidad de clasificación, se brinda al algoritmo de clasificación información que contribuye a aumentar las variables a tener en cuenta, para evaluar la información digital de los píxeles en el proceso de clasificación.

Se empleó como información complementaria la derivada del SRTM 30m (Modelo digital de elevación - DEM, curvatura y pendiente). La selección de las capas a ser empleadas se encuentra sujeta a la compatibilidad con el sensor utilizado, la disponibilidad y accesibilidad a las capas y su grado de contribución al análisis.

## Clasificación

Según Sokal (1974, citado por Di Gregorio y Jansen, 1996), una clasificación es un ordenamiento o disposición de los objetos en grupos o conjuntos sobre la base de sus relaciones. Es decir, una representación abstracta de la realidad presente en campo utilizando criterios de diagnóstico bien definidos (Di Gregorio y Jansen, 1996).

Se realizó una clasificación supervisada con base en segmentos, siguiendo un procesamiento semiautomático que combina la experiencia del intérprete con la aplicación del algoritmo de clasificación Random Forest para la definición de las clases a ser representadas en el mapa.

Este clasificador se basa en árboles de decisión, también llamados árboles de clasificación, que son una serie de métodos muy flexibles de regresión y de clasificación que pueden manejar un gran número de variables, incluso con problemas de correlación entre ellas (Salinas y Salazar, 2006). Los árboles de clasificación generan particiones secuenciales del conjunto de datos inicial, de tal forma que maximizan las diferencias de la variable que se quiere clasificar. Al realizar las divisiones de forma secuencial, se construye un esquema de tipo arborescente donde cada rama es una regla de decisión “si  $\times$  entonces” (Perichinsky, 2007).

El algoritmo de clasificación no lineal Random Forest permite identificar patrones en los datos que se incorporan como entrada de información (Breiman, 2001). Este algoritmo emplea un sistema de “votos” entre el conjunto de árboles para “decidir” la clase. Cada árbol calibrado es un voto y se asigna la clase en función a cuántos votos obtiene cada una de las unidades a ser clasificadas, la clase más popular (Bosch, Zisserman y Muñoz, 2007).

La clasificación sigue un proceso iterativo que comprende una serie de pasos detallados en el protocolo de clasificación empleado (CDC-UNALM *et al.*, 2012). En cada paso de la iteración se almacena información sobre su calidad, los tipos de ajuste efectuados, los resultados parciales, entre otros.

## Edición

Consiste en una edición manual del resultado de la clasificación automática que busca reasignar aquellos polígonos incorrectamente asignados. Posteriormente, sobre el resultado de esta edición, se adicionan las áreas de referencia tipo 2 (p. ej. plantaciones forestales, zonas quemadas) y las del tipo 3 (p. ej. ríos y caminos). Finalmente, se realiza una segunda edición visual por toda el área de estudio, esta vez haciendo una revisión general, buscando corregir algunas imprecisiones de la interpretación.

**Figura 4**  
Vista de la evaluación de las segmentaciones en una escena



Elaboración propia.

## Trabajo de campo

El levantamiento de información de campo es una etapa fundamental que alimenta tanto el proceso de calibración de la clasificación como la validación de los resultados. El trabajo de campo permite al intérprete conceptualizar mejor las coberturas presentes en la zona de trabajo y definir las áreas de entrenamiento de estas durante el proceso de calibración del clasificador. En la etapa de validación, la información registrada en campo permite evaluar el grado de precisión del mapa resultante.

Para el levantamiento de información de campo se definieron recorridos a lo largo del área de estudio, a fin de acceder a las muestras de coberturas de la tierra a evaluar, teniendo en cuenta su representatividad de las coberturas en el área de estudio y su accesibilidad, sobre todo teniendo en cuenta la temporada en la que se realizó la salida de campo, cuando son frecuentes los deslizamientos de tierra por las lluvias.

Durante el trabajo de campo, llevado a cabo del 28 de febrero al 5 de marzo del 2016, se registró un conjunto de puntos georreferenciados con información certera sobre las coberturas de la tierra presentes en estos, los cuales se organizaron y sistematizaron en gabinete con la finalidad de calibrar el algoritmo de clasificación y evaluar la precisión de los resultados producidos. Se destinó aproximadamente la mitad de la información registrada para la calibración del modelo, mientras que la diferencia se empleó para la validación de sus resultados.

Con el objetivo de facilitar la sistematización de la información y garantizar el registro de la mayor cantidad de información relevante, se acordó trabajar con un modelo de libreta de campo definido para este estudio (anexo 2).

Levantamiento  
de información  
durante la salida de  
campo



©CDC-UNALM



©CDC-UNALM

## Validación

El objetivo de la validación de resultados es evaluar la exactitud temática del mapa aplicando medidas de exactitud, precisión y error (MINAM, 2014a).

Mapa 3

El conjunto de puntos registrados en campo utilizados para el proceso de validación contaba con información certera sobre las coberturas de la tierra presentes en ellos. Dado que las condiciones meteorológicas propias de la época de evaluación limitaron el acceso hacia algunas zonas de la mancomunidad, se adicionaron puntos en aquellas que no pudieron ser recorridas a través de una distribución aleatoria sobre el área de análisis y se reinterpretaban a partir de las mismas imágenes satelitales empleadas para la elaboración del mapa. El intérprete, ajeno al proceso de clasificación de la imagen, se encargó de asignar el tipo de cobertura vegetal a cada punto (CDC-UNALM *et al.*, 2012).

Ambos conjuntos de puntos —reinterpretados y registrados en campo— fueron empleados en el proceso de validación del mapa (tabla 2), contrastando la información de aquellos con los presentados en el último.

Finalmente, se evaluó la consistencia a través de métricas estadísticas como la matriz de confusión, a partir de la cual se calcularon otras medidas de exactitud como el Índice Kappa (IK) y el Porcentaje Correctamente Clasificado (PCC) en el área en evaluación (CDC-UNALM *et al.*, 2012).

Tabla 2

- a) **Índice Kappa:** permite evaluar si la clasificación ha discriminado las categorías de interés con exactitud significativamente mayor a la que se hubiera obtenido con una asignación aleatoria. Un valor Kappa igual a 1 indica un acuerdo pleno entre la realidad y el mapa, mientras un valor cercano a 0 sugiere que el acuerdo observado es puramente al azar.
- b) **Porcentaje Correctamente Clasificado:** en este porcentaje concuerda fielmente la interpretación realizada para la validación con los resultados del mapa generado.

## Resultados del proceso de validación de los mapas de cobertura vegetal

Cuadro 2

Según el cuadro de valoración elaborado por Landis y Koch (1977), ambos mapas de cobertura vegetal presentaron valores altos; es decir, existe una alta fuerza de concordancia entre la información de los mapas y la reinterpretación.

## 2.2. Resultados

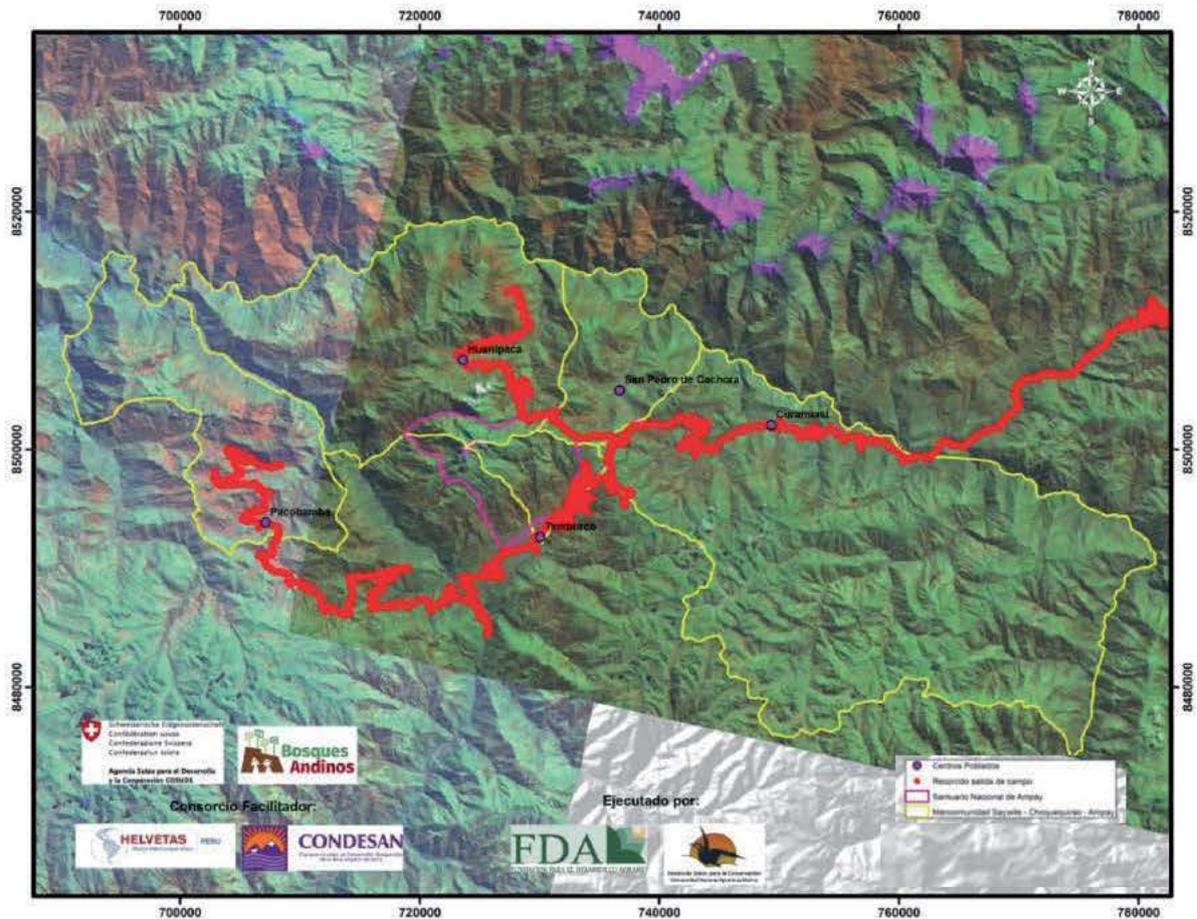
La tabla 3 muestra la superficie de las coberturas de la tierra en el área de trabajo así como el porcentaje que estas representan.

Cuadro 3

El catálogo de cobertura y uso de la tierra de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay se detalla en el anexo 4.

Mapa 4

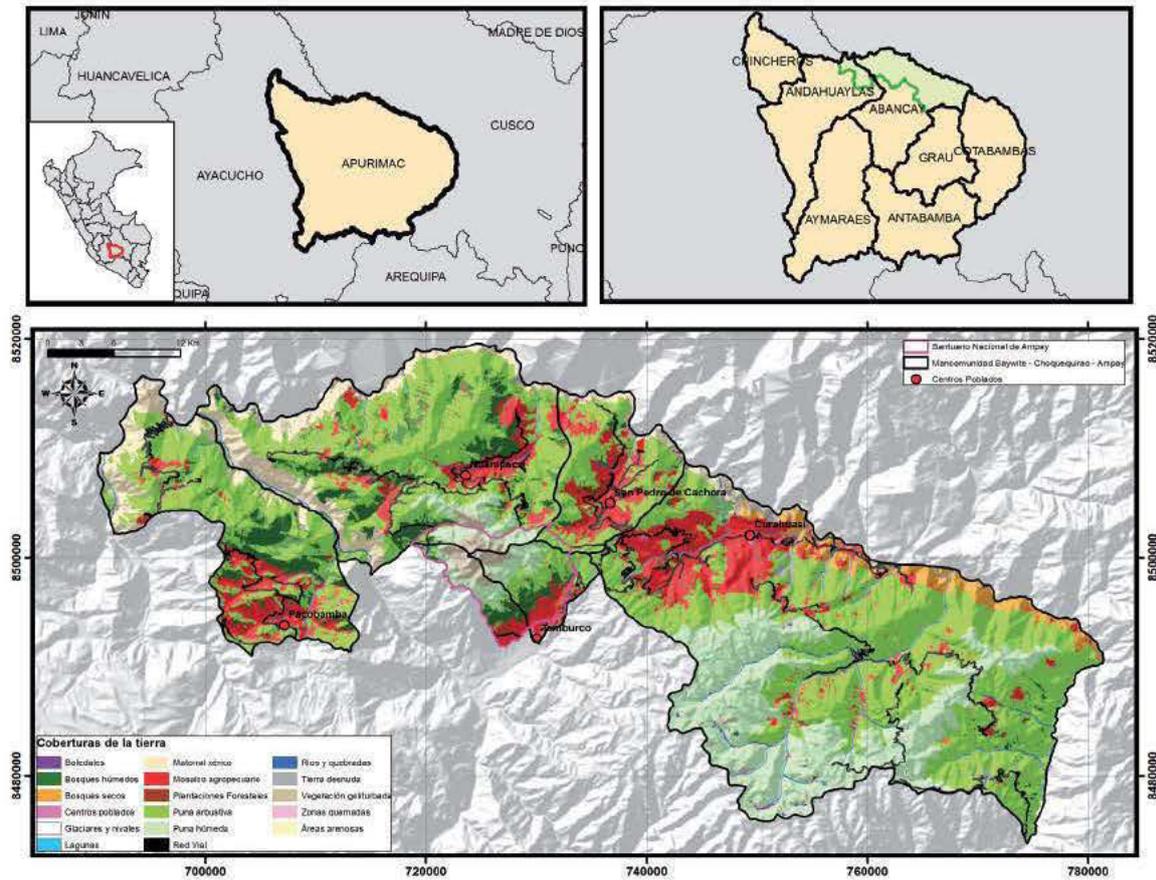
### Mapa 3 Recorridos realizados durante la primera salida de campo



Elaboración propia.

## Mapa 4

### Cobertura de la Tierra de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay (2015)



Elaboración propia.

Tabla 2  
Información empleada para la validación del mapa

Puntos reinterpretados	93
Puntos recolectados en campo	34
<b>Total de puntos</b>	<b>127</b>

Elaboración propia.

Cuadro 2  
Valoración del Índice Kappa

Coeficiente Kappa	Fuerza de Concordancia
0,00	Pobre
0,01 - 0,20	Leve
0,21 - 0,40	Aceptable
0,41 - 0,60	Moderada
0,61 - 0,80	Considerable
0,81 - 1,00	Casi perfecta

Landis y Kock 1977

Cuadro 3  
Resultados de las métricas de validación

Índice Kappa (IK)	0,922
Porcentaje Correctamente Clasificado (%)	92,9

Elaboración propia.



**Tabla 3**  
Representatividad de las coberturas de la tierra en el área de estudio

Leyenda	Superficie (ha)	%
Puna arbustiva	75 402,00	43,08
Mosaico agropecuario	28 068,90	16,04
Puna húmeda	25 936,41	14,82
Bosques húmedos	18 275,08	10,44
Matorral xérico	13 206,30	7,55
Bosques secos	4904,19	2,8
Vegetación geliturbada	1734,32	0,99
Plantaciones forestales	1625,37	0,93
Red vial	1632,08	0,93
Ríos y quebradas	1483,26	0,85
Bofedales	1209,94	0,69
Tierra desnuda	874,27	0,5
Centros poblados	301,43	0,17
Glaciares y nivales	154,42	0,09
Lagunas	120,87	0,07
Áreas arenosas	68,29	0,04
Zonas quemadas	35,08	0,02
<b>Total</b>	<b>175 032,20</b>	<b>100,00</b>

Elaboración propia.



3  
Generación del mapa  
de sistemas ecológicos  
de la Mancomunidad  
Saywite-choquequirao-ampay

---



### 3.1. Enfoque teórico

Los sistemas ecológicos son unidades naturales de escala intermedia (representación intermedia entre biomas y asociaciones vegetales) que reflejan la afinidad geográfica de grupos de comunidades vegetales que tienden a coocurrir, compartiendo procesos y condiciones ecológicas, sustratos y gradientes ambientales (Josse *et al.*, 2007). Los sistemas ecológicos representan la vegetación existente en una localidad como efecto conjunto de la temperatura anual, la disponibilidad hídrica anual, la estacionalidad de ambas y el origen de las especies que ocupan una localidad (Mindreau *et al.*, 2013).

Bajo esta clasificación, la representación de los ecosistemas es el resultado de la combinación de sus dos elementos principales: el medio físico/climático y la vegetación natural determinada por ese medio, resaltándose de qué manera los procesos en el paisaje modelan los sistemas, definiéndolos a través de una combinación de criterios bióticos y abióticos.

Otro criterio incorporado en esta clasificación es la fitogeografía; es decir, la regionalización del espacio geográfico según su flora y/o la composición de las especies vegetales. Esta heterogeneidad se deriva de los patrones de origen y migración de las especies a través de los diferentes espacios físicos-ambientales creados por los eventos geológicos en distintas etapas, y más recientemente por los cambios climáticos originados en la alternancia de los períodos glaciales e interglaciales del Pleistoceno (Gentry, 1982). La integración del criterio fitogeográfico permite distinguir entre ecosistemas que pueden ser muy similares por su estructura y fisonomía, pero contienen diferentes ensamblajes de especies.

Para la construcción del mapa actualizado del área de estudio se empleó el sistema bioclimático de Rivas-Martínez (2004), un modelo conceptual y metodológico para la interpretación global de las relaciones entre la distribución de los tipos de vegetación y las variables climáticas que los determinan. Se basa en el análisis comparativo entre los datos procedentes de las redes de estaciones meteorológicas a escala global y los tipos de vegetación existentes en el área de cobertura o predicción climática de tales estaciones.

Los datos meteorológicos que utiliza este sistema son relativamente accesibles en la mayoría de los países mediante las redes de observatorios meteorológicos nacionales y regionales.<sup>6</sup> Los parámetros que emplea son las temperaturas y precipitaciones medias, anuales y mensuales; así como las temperaturas medias mínimas y máximas del mes más frío del año. Estos parámetros se combinan mediante expresiones matemáticas sencillas en forma de índices bioclimáticos con el objetivo de captar los factores críticos que determinan la distribución y diversificación de los tipos de vegetación.

---

<sup>6</sup> No debe pasarse por alto, sin embargo, las limitaciones de nuestro sistema de observación del clima y la heterogeneidad por área en el territorio.

De esta forma, se genera una herramienta que permite predecir los tipos de vegetación y ecosistemas posibles a partir de rangos numéricos de los índices bioclimáticos.

La elaboración del Mapa de Sistemas Ecológicos de la Mancomunidad se realizó a partir de una actualización del Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centrales (Josse *et al.*, 2009). Este último abarcó la región andina de cinco países (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y se trabajó con una unidad mínima de mapeo de 25 hectáreas y una periodicidad temática semejante entre los cinco países. Si bien este mapa se empleó como insumo base, se registraron grandes cambios en la delimitación de los sistemas ecológicos, no solo por la dinámica de los sistemas en el tiempo sino también por la escala de trabajo empleada, ya que el insumo principal fue el Mapa de Cobertura de la Tierra de la Mancomunidad construido en el marco del presente estudio, que fue elaborado mediante una clasificación supervisada con base en una imagen satelital con una resolución espacial ajustada a 15 metros.<sup>7</sup>

## 3.2. Metodología

### 3.2.1. Materiales y equipos

Imágenes satelitales Landsat 8<sup>8</sup> que abarcan los cuadrantes 004069 (19-7-2015) y 005069 (10-7-2015), con un mejoramiento de la resolución espacial de 15 metros

- Imágenes satelitales Rapid Eye con una resolución espacial de 5 metros correspondientes al mes de agosto del 2011 y 2012
- Coberturas espaciales del Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro (Josse *et al.*, 2009), escala 1/4 100 000
- Coberturas espaciales del Mapa de Cobertura de la Tierra del área de estudio (desarrollado para el presente estudio)
- Guías rápidas de identificación de flora silvestre (Field Museum de Chicago)<sup>9</sup>
- Computadora LG con procesador Intel(R) Core (TM) i7, RAM 16 GB y sistema operativo de 64 bits
- Navegador Garmin modelo GPSMAP 62s
- Binoculares Bushnell de 7 x 50 milímetros
- Distanciómetro Bushnell, modelo Legend 1200 ARC, con alcance de 1097 metros
- Libretas de campo
- Lápices y marcadores indelebles

<sup>7</sup> En el apartado 2.1.4 (preprocesamiento) se especifica cómo se realizó este reajuste de resolución espacial.

<sup>8</sup> Imágenes Landsat 8 con resolución espacial de 30 metros (sin el proceso de mejoramiento de la resolución espacial empleando la banda pancromática).

<sup>9</sup> Véanse Foster, D'Achille, Betz, Metz y Hensold (2002); Rodríguez (2003); Roque y Ramírez (2007), y Huamantupa y Cuba (2013).

### 3.2.2. Leyenda

La leyenda (clasificación temática) empleada en el mapa actualizado corresponde a la del sistema de clasificación de ecosistemas de NatureServe, desarrollado para América Latina y el Caribe. Esta clasificación integra las diferentes clasificaciones nacionales bajo un concepto jerárquico y multiescalar, donde la unidad básica de clasificación es el ecosistema. Las unidades integradas de vegetación y paisaje de mediana escala son estandarizadas desde el punto de vista conceptual, de resolución y criterios (Josse *et al.*, 2003).

Cuadro 4

Además, se señalan las coberturas presentes en el área como: áreas antrópicas (centros urbanos, mosaico agropecuario, carreteras, etc.), nivales (zonas glaciares y con nieve) y cuerpos de agua (lagunas, ríos y quebradas).

### 3.2.3. Trabajo de campo

La única salida de campo para reconocer los sistemas ecológicos distinguibles desde las vías se vio limitada por las condiciones de los accesos a la zona. Estos sistemas ecológicos se describen en el anexo 5.

Con el objetivo de facilitar la sistematización de los datos y garantizar el registro de la mayor cantidad posible de información relevante, se trabajó con un modelo de libreta de campo definido para este estudio (anexo 3).

En el marco de las prácticas de manejo de bosques implementadas en La Mancomunidad, se entiende como restauración a la recuperación de la cobertura boscosa anteriormente existente en el área, a fin de recuperar las funciones y servicios ecosistémicos.

Actividades de reconocimiento de sistemas ecológicos durante la salida de campo





Se visitaron siete de los nueve sistemas ecológicos existentes en la zona. Los dos restantes (bosque de *Polylepis* altimontano pluviestacional de Yungas y matorral xérico interandino de Yungas) se encontraban muy distantes de las vías de acceso disponibles y tuvieron que ser reconocidos mediante herramientas de percepción remota.<sup>10</sup>

A partir de la información recopilada durante el trabajo de campo y empleando como insumo base el Mapa de Cobertura de la Tierra de la Mancomunidad, así como imágenes satelitales de mediana y alta resolución (Landsat 8 y Rapid Eye), se reconocieron aquellas coberturas coincidentes con los sistemas ecológicos y se delimitaron de manera más detallada los bordes de estos últimos para la Mancomunidad. Además, se actualizaron las coberturas que han cambiado de locación o magnitud por efecto del tiempo transcurrido desde la elaboración del Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro (Josse *et al.*, 2009), como cuerpos de agua, glaciares, áreas intervenidas, entre otras (se actualizaron todos los sistemas ecológicos sobre la base del mapa de capacidad de uso de las tierras (CUT) elaborado para este estudio y se refinaron los bordes de todos los sistemas ecológicos coincidentes con las coberturas).

### 3.3. Resultados

El catálogo de los sistemas ecológicos de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay se presenta en el anexo 5. Allí se describe brevemente cada sistema ecológico, y se hace hincapié en el ambiente, la vegetación y algunas dinámicas particulares.

---

Tabla 4

---

Mapa 5

---

<sup>10</sup> Los bosques de *Polylepis* se encuentran muy lejos de alguna vía de acceso y los pobladores consultados de Pacobamba no los conocen. Tales bosques han sido registrados en el Mapa de Sistemas Ecológicos de los Andes del Norte y Centro y luego en el mapa del Laboratorio de Teledetección Aplicada (UNALM), pero esos estudios ni el presente cuentan con fotografías del lugar. En el caso del matorral xérico, debido a que se priorizó el levantamiento de indicadores en los bosques, se optó por visitarlo (el acceso implicó realizar un desvío a Pasaje, a un día de viaje).

**Cuadro 4**  
**Leyenda empleada en el mapa de los Sistemas Ecológicos de la Mancomunidad**

MACROGRUPO	CÓDIGO	SISTEMA ECOLÓGICO
Bosque altimontano y altoandino húmedo de Yungas	CES409.044	Bosque altimontano pluviestacional de Yungas
	CES409.046	Bosque de <i>Polylepis</i> altimontano pluviestacional de Yungas
Bosque montano estacional de Yungas	CES409.921	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas
Bosque montano xerofítico de Yungas	CES409.075	Bosques y arbustales montanos xéricos Interandinos de Yungas
Arbustal montano xerofítico de Yungas	CES409.057	Matorral xérico interandino de Yungas
Pajonal arbustivo altimontano y altoandino estacional de Yungas	CES409.059	Pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Yungas
Puna altoandina húmeda	CES409.084	Pajonal altoandino de la puna húmeda
Vegetación subnival de la Puna húmeda	CES409.090	Vegetación geliturbada subnival de la Puna húmeda
Humedal altoandino y altimontano de la puna húmeda	CES409.072	Bofedales altoandinos de la puna húmeda

Elaboración propia basado en NatureServer.



Tabla 4  
Superficie de los Sistemas Ecológicos del área de estudio<sup>11</sup>

Sistemas ecológicos	Superficie (ha)	%
Pajonal arbustivo altoandino altimontano pluviestacional de Yungas	75 797,24	43,3
Áreas intervenidas	31 679,91	18,1
Pajonal altoandino de la Puna húmeda	25 939,04	14,82
Matorral xérico interandino de Yungas	13 582,85	7,76
Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	12 776,47	7,3
Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	5220,43	2,98
Bosques y arbustales montanos xéricos interandino de Yungas	5118,30	2,92
Vegetación geliturbada subnival de Puna húmeda	1734,32	0,99
Cuerpos de agua	1672,42	0,96
Bofedales altoandinos de la Puna húmeda	1209,94	0,69
Nival	154,42	0,09
Bosque de <i>Polylepis</i> altimontano pluviestacional de Yungas	146,87	0,08
<b>Total</b>	<b>175 032,20</b>	<b>100</b>

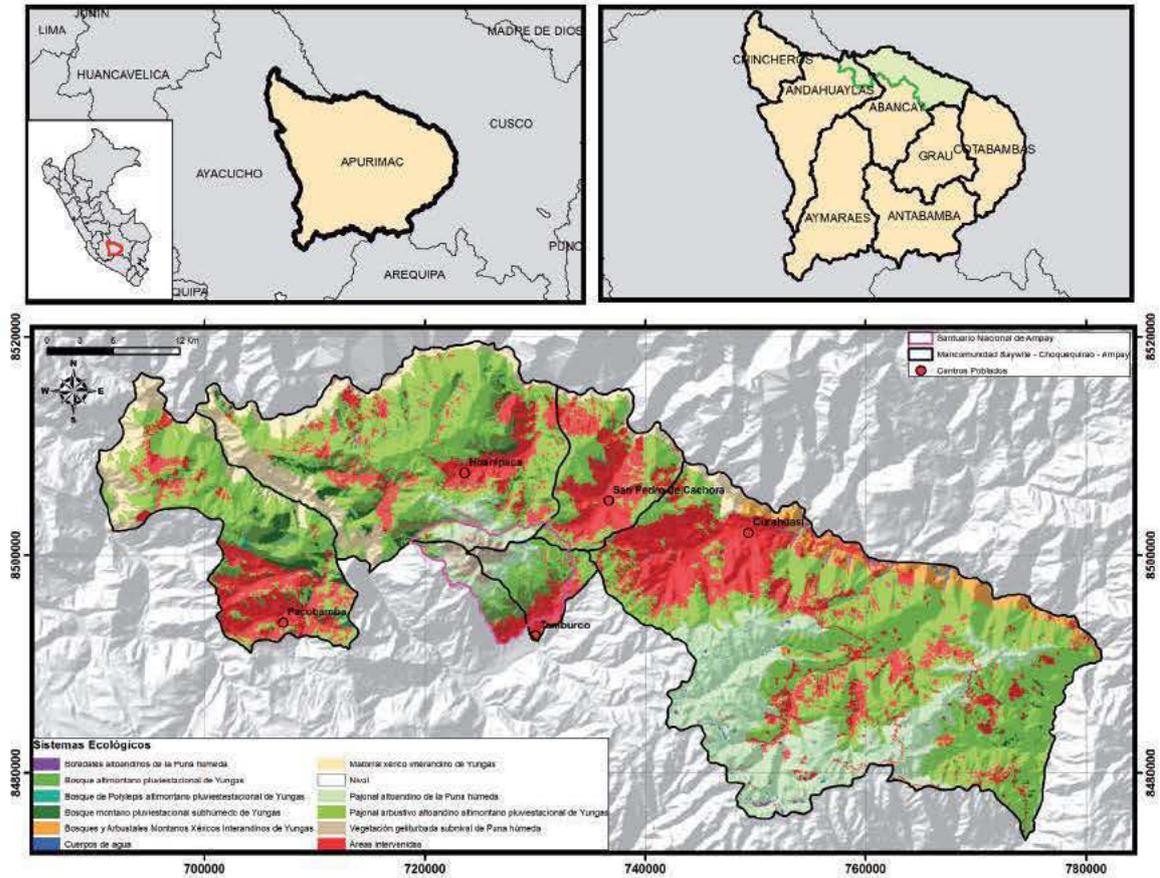
Elaboración propia.

<sup>11</sup> De acuerdo a los documentos suministrados por el Programa Bosques Andinos, el Laboratorio de Teledetección Aplicada (UNALM) ha generado un mapa de vegetación (2007-2008) y de sistemas ecológicos; este último bastante grueso en términos de escala, que corresponde a un corte del área de estudio sobre el mapa de sistemas ecológicos elaborado por la CAN 2007 (Escala 1/4100000, realizado para la región Andina), por lo que si se compara con el que hemos elaborado habría diferencias muy marcadas por el tema de las diferentes escalas empleadas (es decir, las diferencias no serían un reflejo de los cambios en el tiempo, sino del empleo de escalas distintas). En el caso del mapa de vegetación, según la revisión que hemos efectuado corresponde más a un mapa de cobertura (por la leyenda); pero si lo empleamos para la comparación del análisis multitemporal de cambios de cobertura de la tierra, haciendo una adaptación a la leyenda con la cobertura que hemos empleado.



## Mapa 5

### Sistemas Ecológicos de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay (2015)



Elaboración propia.



# 4

Caracterización de los ecosistemas  
boscosos y matorrales y sus  
servicios ecosistémicos vinculados  
a las buenas prácticas de  
manejo sostenible

---



## 4.1. Enfoque teórico

Los ecosistemas proveen una serie de servicios que aportan importantes beneficios a las poblaciones que dependen directamente de ellos y a otras poblaciones que, aunque más alejadas, también los reciben. Estos beneficios pueden ser de uso directo como la provisión de alimentos, agua limpia, fibras, medicinas naturales y otras materias primas, y de uso indirecto como la calidad de los suelos, la polinización, la dispersión de semillas y el control de plagas y enfermedades. Los ecosistemas también proporcionan servicios culturales y espirituales (Albán, 2007).

Aunque la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (Reid *et al.*, 2005) es la referencia usualmente utilizada para caracterizar los servicios ecosistémicos, en este documento se optó por la aproximación TEEB (*The economics of ecosystems and biodiversity*) de Groot *et al.* (2010), más avanzada en su desarrollo de conceptos, tipología y evaluación.

La TEEB clasifica los servicios ecosistémicos de la siguiente manera:

- Servicios de provisión, suministro o abastecimiento
- Servicios de regulación
- Servicios de hábitat o de soporte y
- Servicios culturales.

### Servicios de provisión, suministro o abastecimiento

Los ecosistemas proveen las condiciones para el desarrollo de alimentos, principalmente los agroecosistemas, aunque los sistemas marinos, los humedales continentales y los ecosistemas forestales también proporcionan alimentos para la humanidad.

Los ecosistemas silvestres y los agroecosistemas suministran una gran diversidad de materias primas para la construcción, así como combustibles (leña, resinas, bosta, grasa de origen animal y otros), fertilizantes e insumos para la confección de artesanías, al igual que aceites naturales, gomas y fibras vegetales y animales, entre otros.

Los ecosistemas cumplen un rol fundamental en el ciclo hidrológico, en la medida que regulan los flujos y la purificación del agua. El bosque y la vegetación en general influyen en la cantidad de agua disponible localmente.

Todos los ecosistemas y la diversidad biológica suministran plantas que son utilizadas en la medicina tradicional y abastecen de materias primas a la industria farmacéutica.

Otro servicio es la provisión de plantas ornamentales o decorativas, mascotas, insumos para la industria de la moda, entre otros.

## Servicios de regulación

Los ecosistemas actúan como reguladores del aire, la calidad del suelo, y en el control de inundaciones y enfermedades.

Las masas de árboles proveen sombra e influyen los regímenes de lluvias a nivel local y regional. Los bosques y otra vegetación también cumplen un importante papel en la regulación de la calidad de aire al remover las partículas contaminantes.

Los ecosistemas regulan el clima global al retener los gases de efecto invernadero. A medida que los árboles y otras plantas crecen, remueven dióxido de carbono de la atmósfera y lo retienen en sus tejidos. En ese sentido, los ecosistemas forestales son efectivos depósitos de carbono. La biodiversidad también juega un importante rol mejorando la capacidad de los ecosistemas para adaptarse al cambio climático.

En lo que respecta a la regulación o moderación de eventos extremos (eventos climáticos extremos o desastres naturales como inundaciones, tormentas, tsunamis, avalanchas y deslizamientos), los ecosistemas y los organismos vivos generan amortiguadores que previenen sus posibles perjuicios. Es el caso de los humedales, que pueden moderar las inundaciones; o de las cubiertas forestales, que pueden estabilizar las laderas de excesiva pendiente. Los manglares y arrecifes de coral también ayudan a proteger las líneas costeras de los efectos de las tormentas o tifones.

Asimismo, los ecosistemas contribuyen al tratamiento de efluentes o aguas negras. Es el caso de los humedales, que filtran tanto desagües humanos como residuos de origen animal, actuando como amortiguadores naturales para los ambientes circundantes. A través de la actividad microbiana en el suelo, la mayoría de residuos dañinos son neutralizados, los microorganismos patógenos eliminados y los niveles de nutrientes y contaminantes reducidos a niveles no perjudiciales.

La cobertura vegetal realiza un servicio de regulación vital previniendo la erosión del suelo (y su consiguiente degradación y desertificación), cuya fertilidad es esencial para el crecimiento de las plantas y la agricultura. Los ecosistemas que funcionan bien proveen al suelo de nutrientes para el desarrollo adecuado de las plantas.

Otro servicio de regulación es la polinización. Muchos animales y el viento polinizan a la mayoría de plantas, proceso esencial para el desarrollo de frutos y semillas. La polinización por animales es un servicio ecosistémico básicamente provisto por insectos, pero también por algunas aves, murciélagos y primates (y afines). Una fracción muy importante de los cultivos de subsistencia y de los cultivos comerciales a nivel mundial depende de la polinización por animales. Lo mismo se puede decir sobre la dispersión de semillas, sea por el viento, la gravedad, el agua o los animales.

Los servicios ecosistémicos de regulación incluyen el control biológico. Los ecosistemas son importantes reguladores de plagas y vectores de enfermedades que afectan a plantas, animales y seres humanos. Esta regulación o control se da a través de la actividad de los depredadores y parásitos. Los vertebrados (mamíferos, aves, reptiles, anfibios), los insectos y otros artrópodos (moscas, avispas, escarabajos, arañas, etc.) y los hongos actúan como controladores naturales.

### Servicios de hábitat o de soporte

Es el servicio de sostenimiento de casi todos los otros servicios. Los ecosistemas ofrecen espacios para la vida de plantas y animales, además de mantener la diversidad.

El servicio de hábitats para especies consiste en la provisión de todas las condiciones que un animal o una planta necesita para sobrevivir: alimento, agua, cobijo y espacio. Cada ecosistema ofrece diferentes hábitats que pueden ser esenciales para el ciclo de vida de una especie. Por ejemplo, las especies migratorias que cíclica y previsiblemente recorren grandes espacios (aves, peces, mamíferos e insectos), dependen de diferentes ecosistemas durante sus desplazamientos.

Los ecosistemas sostienen la diversidad genética (variedad de genes entre y dentro de poblaciones de especies), lo que provee la base para cultivares bien adaptados a condiciones locales y una reserva genética para desarrollar cultivos comerciales y ganado.

### Servicios culturales

Los servicios culturales incluyen los beneficios no materiales de los ecosistemas como la recreación, la inspiración espiritual y hasta la salud mental.

Los ecosistemas proveen condiciones para la recreación y la salud. Las caminatas y la práctica de deportes en espacios verdes no solo son buenas maneras de realizar ejercicio físico, sino que además permiten a las personas relajarse. El reconocimiento del papel que los espacios verdes cumplen en mantener la salud física y mental se ha incrementado, a pesar de que persisten las dificultades para medir sus beneficios adecuadamente.

Por otro lado, los ecosistemas y la biodiversidad son centrales para la realización de varios tipos de turismo (andinismo, *trekking* o senderismo, espeleología, canotaje, surf, avistamiento de aves, otros), que son una significativa fuente de ingresos económicos en varias regiones. Además, el turismo cultural y de naturaleza puede servir como medio para educar y generar conciencia acerca de la importancia de la diversidad biológica.

La biodiversidad, los ecosistemas y los paisajes naturales son fuente de inspiración para la creación artística, la cultura y los avances científicos.

La naturaleza motiva experiencias espirituales y sentido de pertenencia. En algunas culturas, los bosques, lagos, cavernas o montañas son considerados sagrados o tienen significado religioso. La naturaleza y sus recursos son elementos comunes a las principales religiones y el conocimiento tradicional.

## 4.2. Buenas prácticas de manejo sostenible de bosques (BPMSB) en el ámbito de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay

Como parte del proyecto “Implementación de acciones específicas del Programa Bosques Andinos en el sitio de aprendizaje Apurímac”, CEDES–Apurímac realizó la identificación y priorización de manera participativa de buenas prácticas para el manejo sostenible de bosques y paisaje, dentro de las iniciativas en marcha, que reduzcan las amenazas a los bosques andinos, para luego desarrollar acciones de fortalecimiento de aquellas que resulten priorizadas. CEDES–Apurímac implementó una metodología participativa con aportes de instituciones públicas y privadas especializadas en el desarrollo de proyectos forestales y acciones de manejo sostenible de bosques, así como de actores sociales con experiencia en el manejo de los bosques de su comunidad y demás recursos locales (CEDES–Apurímac, 2015a).



## Identificación de las BPMSB

Tras un acercamiento a las comunidades más relacionadas con los bosques nativos de cada distrito de la Mancomunidad, el proceso de identificación de las BPMSB se llevó a cabo mediante talleres, entrevistas y grupos focales; también se tomó en cuenta la información institucional disponible previamente recolectada y sistematizada (CEDES–Apurímac, 2015a).

Los criterios aplicados para la identificación de BPMSB fueron:

1. Acciones que estén relacionadas de manera positiva con los bosques.
2. Puede tratarse de iniciativas de las comunidades campesinas, los sectores (ministerios), los gobiernos locales, así como de emprendimientos institucionales realizados por pobladores locales.
3. Las acciones están siendo desarrolladas por una organización comunal u otras organizaciones sociales como comités de desarrollo, conservacionistas, productores, etc.

Cuadro 5

El cuadro 5 muestra las BPMSB identificadas según los criterios antes mencionados.

## Priorización de las BPMSB

Para la priorización de las BPMSB se consideró los siguientes criterios (CEDES–Apurímac 2015a):

1. **Impacto en el medio ambiente**  
La acción que se desarrolla, sea por iniciativa comunal o institucional, genera un impacto positivo en el medio y contribuye al mejoramiento de la relación con la comunidad, de las condiciones ambientales locales, etc. O, por el contrario, la acción tiene un impacto negativo en el medio ambiente y lo deteriora.
2. **Conservación de los bosques**  
Es posible medir el nivel de aporte de la actividad o acción que se implementa en la conservación de los bosques locales.
3. **Participación comunal**  
La práctica de manejo de bosques que se lleva a cabo en la zona involucra la participación de la población y puede influir para ampliar esta participación en la zona o en otras localidades.

#### 4. Sostenibilidad

Es la capacidad de un proceso de mantenerse activo en el transcurso del tiempo. Se puede percibir el nivel de continuidad en el tiempo de las acciones o prácticas de manejo de bosques de la comunidad por su necesidad de seguir ejecutándolas por los beneficios que obtiene de ello. Además, debe existir la posibilidad de robustecer y evidenciar resultados en un lapso de dos años.

Una vez recogida la información sobre las prácticas y luego de planteados los criterios de priorización, CEDES–Apurímac socializó los resultados con instituciones especializadas en el tema ambiental como SERFOR, IDMA, SERNANP, CESAL, etc., las cuales contribuyeron al enriquecimiento de los formatos de calificación propuestos y apoyaron el proceso de llenado de la matriz de priorización de las BPMSB identificadas (CEDES–Apurímac 2015a).

El cuadro 6 presenta la matriz de calificación para la priorización de las BPSBM.

Cuadro 6

Luego del proceso de calificación, se priorizó las siguientes BPMSB:

1. **Protección de manantiales**, como un aspecto primordial para la conservación de los bosques ya que su permanencia depende de aquellos.
2. **Normas consuetudinarias**, consideradas entre las prácticas más relevantes debido a que reflejan la sensibilización de la comunidad sobre la importancia de sus bosques y garantizan la sostenibilidad dado que la comunidad asume la responsabilidad del cuidado de sus recursos naturales.
3. **Restauración de bosques andinos**, como actividad que permitirá iniciar el proceso de recuperación de los bosques nativos locales.

CEDES–Apurímac llevó a cabo un proceso de identificación, priorización y fortalecimiento de actividades económicas (cadenas productivas) que estuvieran vinculadas estrechamente a la reducción de las presiones sobre los bosques andinos. Como resultado de este proceso, se priorizó de manera participativa y consensuada la práctica de producción de miel de abejas (CEDES–Apurímac, 2015b).

El Programa Bosques Andinos<sup>12</sup> solicitó que el presente trabajo considere también, aunque de manera más general, las acciones de reforestación y conservación (esto último ligado el Santuario Nacional de Ampay).

12 Comunicación personal de Roberto Kómetter M. (Programa Bosques Andinos / HELVETAS Swiss Intercooperation).

**Cuadro 5**  
**Matriz de identificación de Buenas Prácticas de Manejo Sostenible de Bosques**

Criterios de identificación	Descripción	Acciones que estén relacionadas con los bosques, de manera positiva		Acciones con iniciativa de la comunidad campesina, sector/anexo, gobierno local o promoción institucional empoderada por la población local		Acciones desarrolladas por la organización comunal u otras organizaciones sociales como: comités de desarrollo, conservacionistas, de productores, etc.	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No
Protección de manantes	Manantiales cercados, manteniendo la flora circundante y de acuerdo a las condiciones se reforestaría con especies nativas. Estas actividades se realizan en faenas comunales o delegación a comisiones de trabajo.	✓		✓		✓	
Normas consuetudinarias para protección de bosques	Las comunidades tienen establecidos en sus reglamentos internos normas de uso de los bosques nativos, en donde están prohibidas las quemas, tala bajo pena de multa; como alternativa tienen reservados bosques de especies exóticas como Eucalipto y Pino para provisión de leña y materiales de construcción.	✓		✓		✓	
Gestión para declaración de Zona Intangible	En trámite, declaración de zona intangible el bosque Repana Neq'e. Esta iniciativa fue apoyada por la institución CARITAS ABANCA Y.	✓		✓		✓	
Reforestación	Proyecto de Bosques Manejados del Gobierno Regional de Apurímac, se encuentran reforestando con especies de Pino, Eucalipto (80%); Tara, Basul, Huaranguay, Queuña.	✓		✓		✓	
Restauración de Bosques Andinos	Propuesta comunal, en Kiuñalla debido a la reducción del recurso agua y a la percepción de los pobladores que esto se debe a la reducción progresiva de los bosques nativos.	✓		✓		✓	
Agroforestería	Actividad desarrollada a nivel familiar, ya sea por iniciativa propia o por la promoción de instituciones. Uso de especies forestales para protección de cultivos como rompevientos, moderar microclima, etc.	✓		✓			✓

CEDES-Apurímac (2015b).



**Cuadro 6**  
**Matriz de Priorización de Buenas Prácticas de Manejo Sostenible de Bosques**

PRÁCTICA	Impacto en el medio ambiente. Mejora condiciones medio ambientales locales					La actividad aporta a la conservación de los bosques					Promueve el involucramiento y participación comunal					Sostenibilidad. Se percibe el nivel de continuidad					TOTAL
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
<b>Protección de manantes</b>				X					X						X				X		17
<b>Comentario:</b>	Provee agua para la flora y fauna					Disponibilidad de agua para los bosques					Actualmente es agenda de las comunidades					Existe una preocupación por el tema					
<b>Normas consuetudinarias para protección de bosques</b>				X					X					X					X		16
<b>Comentario:</b>	Existen pocas normas y son muy necesarias					Estando en la agenda comunal, se desarrolla acciones colectivas de protección					Acuerdo en conjunto					Se observa proceso de fortalecimiento					
<b>Gestión para declaración de Zona Intangible</b>			X					X						X					X		14
<b>Comentario</b>	En el mantenimiento y conservación de los ecosistemas					Se considera una prioridad					Debe haber una base social de soporte					Es una iniciativa innovadora y nueva					
<b>Reforestación</b>			X						X						X			X			15
<b>Comentario:</b>	Otorgando condiciones ambientales					Mediante el repoblamiento					Existe poco involucramiento					Es una práctica muy difundida y desarrollada					
<b>Restauración de Bosques Andinos</b>			X						X					X						X	16
<b>Comentario</b>	Conservando la cobertura vegetal					Contribuye a su conservación					Depende del involucramiento que exista					Depende de la experiencia					
<b>Agroforestería</b>				X					X		X							X			14
<b>Comentario</b>	En menor escala					Mitiga la presión					A nivel familiar					Mediante el manejo					

CEDES-Apurímac (2015b).



### 4.3. Metodología

Los ecosistemas boscosos y matorrales presentes en el área de la Mancomunidad fueron seleccionados empleando la delimitación del Mapa de Sistemas Ecológicos y su catálogo, ambos desarrollados como parte del presente estudio. Estos ecosistemas se analizaron en cada una de las comunidades donde se implementan las buenas prácticas de manejo sostenible de bosques en el contexto del Programa de Bosques Andinos.

Para caracterizarlos se recurrió a fuentes bibliográficas y a la experiencia previa del CDC-UNALM en la elaboración de mapas y memorias descriptivas de sistemas ecológicos del país, como el Mapa de Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia (Josse *et al.*, 2007), el Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro (Josse *et al.*, 2009, Josse *et al.*, 2011), el Mapa de Ecosistemas de la Ecorregión Desierto del Pacífico (Véliz *et al.*, 2008), entre otros.

En un inicio, se listó un conjunto de servicios ecosistémicos potencialmente presentes en los distritos de la Mancomunidad. Luego, a partir de la información registrada en campo y de las entrevistas realizadas a los actores clave de cada comunidad, se identificó y caracterizó concretamente aquellos servicios ecosistémicos presentes en las comunidades de la Mancomunidad<sup>13</sup> y el Santuario Nacional de Ampay donde se realizan las buenas prácticas de manejo.

Cuadro 7

Además, se identificó el vínculo entre los servicios ecosistémicos y sus respectivas fuentes y beneficiarios, corroborándolo con la información recopilada en campo y la bibliografía disponible, principalmente Baiker (2014) y Reynel y Marcelo (2009).

Se reconocieron cuatro grupos de beneficiarios: población local, población urbana, población de otras ciudades e industria/agroindustria, definidos de la siguiente manera:

- Población local: de poblados y comunidades del interior de la Mancomunidad, rurales en la mayoría de casos (Ccerabamba, Andina, Kiuñalla) y urbanas (Curahuasi).
- Población urbana: de ciudades cercanas a la Mancomunidad (Abancay y Andahuaylas).
- Población de otras ciudades: de grandes ciudades con influencia sobre la Mancomunidad (Cusco, Lima y Ayacucho).
- Industria/agroindustria: agrícola, pecuaria, turismo, hídrica y minería.

Por último, la información recopilada y la bibliografía sirvieron para caracterizar los servicios ecosistémicos asociados a las buenas prácticas de manejo sostenible de bosques priorizadas en las áreas de intervención.

Cuadro 8

<sup>13</sup> Se siguió el mismo procedimiento participativo desarrollado por Locatelli y Gálmez (2015) para la cuenca del Mariño.

## 4.4. Resultados de la caracterización de los ecosistemas boscosos y matorrales

### Bosque altimontano pluviestacional de Yungas

Sistema ecológico caracterizado por bosques altimontanos, no dominados por *Polylepis*, propios de las zonas con bioclima pluviestacional húmedo de Yungas, distribuidos desde el norte del Perú hasta el centro de Bolivia. Además de una notable incidencia del fuego como factor antrópico de transformación del paisaje, la existencia de una época anual con marcada disminución de las precipitaciones condiciona cultivos y usos humanos específicos. Algunas especies típicas de este sistema ecológico son: *Podocarpus glomeratus*, *Myrcianthes oreophila*, *Weinmannia crassifolia*, *Escallonia myrtilloides*, *Escallonia resinosa*, *Oreopanax* spp., *Hesperomeles ferruginea*, *Passiflora* spp. y *Bomarea* sp. Es el ecosistema boscoso con mayor representatividad en el territorio de la Mancomunidad, pues ocupa 12 776,47 hectáreas.

Se trata de bosques de altura media, densos, siempreverdes estacionales con dosel de 10-20 metros, dominados en algunos casos por coníferas (*Podocarpus*). Ubicados en hondonadas de laderas altas montañosas y en suelos profundos bien drenados en la parte alta de valles con bosques secos, ocupan el rango altitudinal de 3000-3600 metros. En su mayoría, este sistema se encuentra intervenido sea por el fuego, la ganadería o la actividad forestal (NatureServe, 2009)<sup>14</sup>.

Las comunidades campesinas de Huironay, Andina, Pacchani y Ccerabamba, pertenecientes al distrito de Pacobamba; la comunidad campesina de Kiuñalla, en el distrito de Huanipaca, y el Santuario Nacional de Ampay evidencian este tipo de ecosistema.



Bosque altimontano pluviestacional de Yungas

<sup>14</sup> NatureServe es la fuente de información más completa para describir los sistemas ecológicos. Este estudio no tenía el compromiso de elaborar descripciones de cada sistema ecológico, lo que hubiese demandado más salidas de campo e inventarios.

## Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas

Conjunto de bosques semidecíduos que constituyen la vegetación potencial de las laderas medias o altas de algunos de los valles secos interandinos de Yungas.

Por su estructura son bosques semicaducifolios, en la actualidad representados mayormente como manchas remanentes dispersas o aisladas sobre una matriz agropecuaria en diferentes etapas, ya que se ubican en zonas muy impactadas por el uso humano intensivo del territorio. Están dominados por especies de las familias Leguminosae y Myrtaceae, como: *Juglans neotropica*, *Cedrela lilloi*, *Myrsine* spp., *Erythrina falcata*, *Caesalpinia spinosa*, *Bocconia integrifolia* entre las más características.

Estos bosques ocupan 5220,43 hectáreas en el territorio de la Mancomunidad y se distribuyen entre los 2000 y 3100 metros de altitud en laderas medias a altas de valles con efecto de sombra de lluvia. Presentan un dosel cerrado a abierto de 15-20 metros de altura media (NatureServe, 2009).

Las comunidades campesinas de Andina y Pacchani, en el distrito de Pacobamba, son las más representativas de este tipo de ecosistema, que también abarca algunos sectores del distrito de Huanipaca, y es menos evidente en el distrito de Curahuasi.



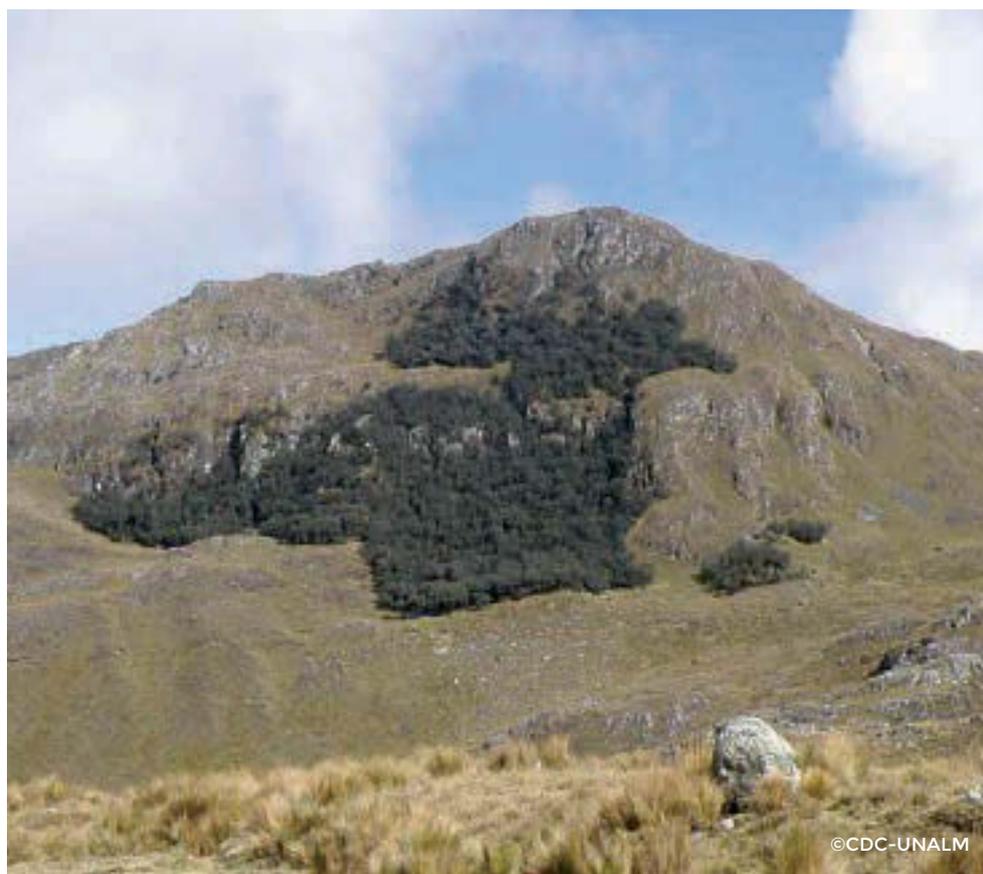
Bosque montano  
pluviestacional  
subhúmedo  
de Yungas

## Bosque de *Polylepis* altimontano pluviestacional de Yungas

Estructuralmente son bosques bajos siempreverdes estacionales propios de segmentos de las cordilleras. Típicamente se asientan sobre suelos pedregosos con materia orgánica poco o nada humificada de lenta descomposición. Ubicados en laderas altas abruptas y pedregales de derrubios, se distribuyen en un rango altitudinal de 2900-3100 metros a 4000-4200 metros. Ocupan 146,87 hectáreas en el territorio de la Mancomunidad.

Estos bosques están fuertemente impactados por quemas, desmontes, la extracción de leña y el uso ganadero o agrícola. Algunas especies características de este sistema son: *Polylepis* spp., *Berberis* spp., *Miconia* spp., *Hesperomeles ferruginea*, *Oreopanax* spp., *Myrsine* spp., *Escallonia resinosa*, *Escallonia* sp. (NatureServe, 2009).

La comunidad de Ccerabamba evidencia este tipo de ecosistema.



©CDC-UNALM

Bosque de *Polylepis*  
altimontano  
pluviestacional de  
Yungas

## Bosque y arbustal montano xérico interandino de Yungas

Vegetación de los valles altos secos y semiáridos interandinos del piso montano de Yungas. Se ubica en laderas montañosas con suelos bien drenados hasta más o menos degradados o erosionados, distribuida en un rango altitudinal de 2100-3200 metros. Está compuesta por formaciones de bosques bajos y arbustales caducifolios con dosel semiabierto a abierto. Las variantes más alteradas de este sistema ecológico tienen una fisonomía predominante de arbustales y matorrales espinosos o de hojas resinosas de 1-2 metros dispuestos en mosaico con manchas de herbazales graminoides amacollados. Este bosque ocupa 5118,30 hectáreas en el territorio de la Mancomunidad.

Algunas especies características presentes en el bosque y arbustal montano xérico interandino son: *Eriotheca vargasii*, *Caesalpinia spinosa*, *Acacia macracantha*, *Kagenecia lanceolata*, *Tecoma sambucifolia*, *Tecoma arequipensis*, *Schinus molle*, *Puya cylindrica*, *Puya ferruginea*, *Weberbauerocereus cuzcoensis*, *Browningia viridis*, *Corryocactus squarrosus*.

Debido al uso humano ancestral e intensivo del paisaje, este sistema ecológico ha sido muy alterado y está reducido a manchas degradadas y dispersas en una matriz conformada por sus etapas de sustitución, principalmente matorrales y herbazales, así como por cultivos y barbechos (NatureServe, 2009).

Este tipo de ecosistema se evidencia en el distrito de Curahuasi, a lo largo del río Apurímac (límite departamental entre Apurímac y Cusco).



Bosque y arbustal montano xérico interandino de Yungas

Carretera a Cusco - Curahuasi

©CDC-UNALM

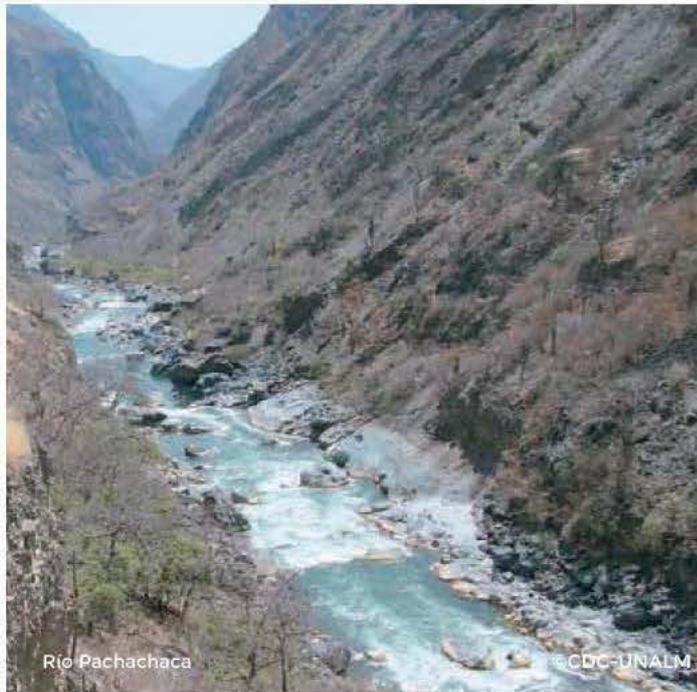
Ipomoea sp.

## Matorral xérico interandino de Yungas

Sistema formado por comunidades propias de una sucesión secundaria que se instalan de manera permanente como consecuencia de la perturbación derivada del uso humano (quema, pastoreo). Incluye vegetación de matorrales resinosos o aromáticos en mosaico con manchas o parches de herbazales perennes y anuales. Esta vegetación se ubica sobre suelos bien drenados en laderas áridas de montaña, y ocupa un rango altitudinal de 900 a 2900-3100 metros. Abarca 13 582,85 hectáreas en el territorio de la Mancomunidad.

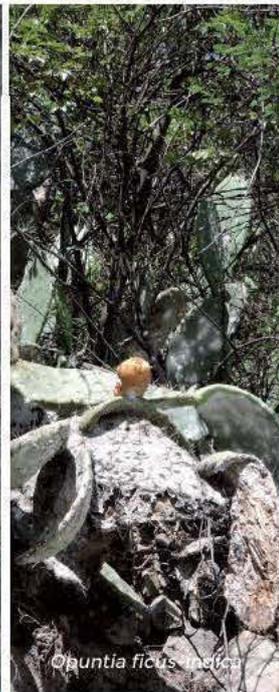
Algunas especies características de este sistema ecológico son: *Dodonaea viscosa*, *Acacia macracantha*, *Lantana camara*, *Opuntia ficus-indica*, *Stipa ichu*, *Salvia scutellarioides*, *Heliotropium incanum*, *Agave cordillerensis*, *Croton* spp., *Jatropha augusti* (NatureServe, 2009).

En la Mancomunidad, el matorral xérico interandino de Yungas tiene mayor representatividad en las laderas contiguas al río Pachachaca, en el límite distrital entre Pacobamba y Huanipaca.



Río Pachachaca

© CDC-UNALM



*Opuntia ficus-indica*

Matorral xérico  
interandino  
de Yungas

## Pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Yungas<sup>15</sup>

Sistema ecológico dominado por pajonales amacollados densos con variable densidad de arbustos y a menudo en mosaico con vegetación boscosa. Ubicado en laderas montañosas con suelos bien drenados más o menos erosionados, se establece en un rango altitudinal de 2900-3100 a 3700 metros. Este sistema ecológico ocupa 75 797,24 hectáreas y representa el 43,3% del territorio de la Mancomunidad.

Algunas de sus especies características son: *Baccharis* sp., *Baccharis genistelloides*, *Barnadesia* sp., *Berberis* spp., *Ribes* aff. *brachybrotrys*, *Siphocampylus tupaiformis*, *Lepechinia meyenii*, *Rubus* spp., *Ageratina sternbergiana*, *Senna birostris* (NatureServe, 2009).

Todos los distritos de la Mancomunidad evidencian este tipo de ecosistema a lo largo de su territorio.

Pajonal arbustivo  
altoandino y  
altimontano  
pluviestacional de  
Yungas



15 Esta descripción se incluyó porque es el único sistema ecológico presente en el sector de Llañucancha, donde se ha priorizado la buena práctica de protección de manantes.

## 4.5. Identificación de los servicios ecosistémicos proveídos por los ecosistemas boscosos y matorrales en las áreas de intervención de las BPMSB

Los servicios ecosistémicos<sup>16</sup> de los ecosistemas boscosos y matorrales de las comunidades donde actualmente se están desarrollando las BPMSB, son:

Mapa 6  
Ubicación de los distritos y las comunidades beneficiarias



Elaboración propia.

<sup>16</sup> El Ministerio del Ambiente (MINAM) y el presente documento emplean la misma categorización de servicios ecosistémicos. Consultese DGIP-MEF (2015) y The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB).

Distrito: PACOBAMBA / Comunidad campesina: Huironay

Figura 5  
Relación fuente - servicio ecosistémico - beneficiarios en la comunidad campesina de Huironay, distrito de Pacobamba<sup>17</sup>

	Servicio ecosistémico	Fuente		Beneficiarios				
		Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria	
Provisión, suministro o abastecimiento	Provisión de agua <sup>(1)</sup>		✓	✓				
	Provisión de frutos silvestres <sup>(2)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas melíferas <sup>(3)</sup>		✓	✓				
	Provisión de hongos comestibles		✓	✓				
	Provisión de miel de abejas		✓	✓				
	Provisión de combustibles <sup>(4)</sup>		✓	✓				
	Provisión de madera <sup>(5)</sup>							
	Provisión de fibras			✓				
	Provisión de plantas medicinales <sup>(6)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas ornamentales <sup>(7)</sup>		✓	✓				
	Provisión de forraje para ganado							



	Servicio ecosistémico	Fuente		Beneficiarios			
		Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Regulación	Regulación del clima local y la calidad del aire 						
	Secuestro y almacenamiento de carbono 						
	Polinización <sup>(8)</sup> 						
	Control biológico <sup>(9)</sup> 						
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo 						
	Regulación de los desastres naturales 						
Hábitat o de soporte	Hábitat de especies clave <sup>(10)</sup> 						
	Mantenimiento de la diversidad genética <sup>(11)</sup> 						
Culturales	Belleza escénica <sup>(12)</sup> 						

<sup>(1)</sup> para la población, ganado, agricultura.

<sup>(2)</sup> p. ej. *Berberis* spp., *Pernettya prostrata*, *Sambucus nigra*, etc.

<sup>(3)</sup> lajesto, chachacomo, chilca

<sup>(4)</sup> p. ej. leña, rastrojos, bosta

<sup>(5)</sup> p. ej. *Alnus acuminata*, *Cedrela lilloi*, etc.<sup>18</sup>

<sup>(6)</sup> p. ej. hojas de unka, de aliso y de matico.

<sup>(7)</sup> p. ej. orquídeas, begonias y helechos.

<sup>(8)</sup> insectos, aves, murciélagos.

<sup>(9)</sup> insectos, aves, murciélagos, etc.

<sup>(10)</sup> p. ej. *Odocoileus virginianus*, etc.

<sup>(11)</sup> p. ej. *Berberis* spp., *Tropaeolum tuberosum*, etc.

<sup>(12)</sup> p. ej. bosques andinos

17 Es importante destacar que los beneficiarios son también actores que inciden o modifican la provisión de ciertos servicios ecosistémicos.

18 Este estudio considera solo los servicios ecosistémicos proveídos por fuentes naturales; es decir, no se incluyen los mosaicos con especies forestales introducidas (plantaciones forestales), ni los mosaicos agropecuarios.

Distrito: PACOBAMBA / Comunidad campesina: Ccerabamba

Figura 6  
Relación fuente - servicio ecosistémico - beneficiarios en la comunidad campesina de Ccerabamba, distrito de Pacobamba

	Servicio ecosistémico	Fuente		Beneficiarios				
		Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria	
Provisión, suministro o abastecimiento	Provisión de agua <sup>(1)</sup>		✓	✓				
	Provisión de frutos silvestres <sup>(2)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas melíferas <sup>(3)</sup>		✓	✓				
	Provisión de hongos comestibles		✓	✓				
	Provisión de miel de abejas		✓	✓				
	Provisión de combustibles <sup>(4)</sup>		✓	✓				
	Provisión de madera <sup>(5)</sup>							
	Provisión de fibras			✓				
	Provisión de plantas medicinales <sup>(6)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas ornamentales <sup>(7)</sup>		✓	✓				
	Provisión de forraje para ganado							



	Servicio ecosistémico		Fuente		Beneficiarios			
			Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Regulación	Regulación del clima local y la calidad del aire		✓	✓				
	Secuestro y almacenamiento de carbono		✓	✓				
	Polinización <sup>(8)</sup>		✓	✓				
	Control biológico <sup>(9)</sup>		✓	✓				
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo		✓	✓				
	Regulación de los desastres naturales		✓	✓				
Hábitat o de soporte	Hábitat de especies clave <sup>(10)</sup>		✓	✓				
	Mantenimiento de la diversidad genética <sup>(11)</sup>		✓	✓				
Culturales	Belleza escénica		✓	✓				
	Turismo		✓	✓				
	Actividades recreativas para la salud mental y física <sup>(12)</sup>		✓	✓				
	Experiencia espiritual y sentido de pertenencia		✓	✓				

<sup>(1)</sup> para la población, ganado, agricultura, frutales.

<sup>(2)</sup> p. ej. *Berberis* spp., *Pernettya prostrata*, *Hesperomeles ferruginea*, *Sambucus nigra*, *Opuntia ficus*, *Lupinus mutabilis*.

<sup>(3)</sup> Iajesto, chachacomo, chilca.

<sup>(4)</sup> p. ej. leña, rastrojos, bosta.

<sup>(5)</sup> p. ej. *Cedrela lilloi*, *Podocarpus glomeratus*, *Juglans neotropica*, *Alnus acuminata*, etc.

<sup>(6)</sup> p. ej. *Ceroxylon weberbaueri*.

<sup>(7)</sup> p. ej. hojas de unka, de matico y de bejuco; cola de caballo, chilca, llawlli, muña, etc.

<sup>(8)</sup> p. ej. orquídeas, begonias y helechos.

<sup>(9)</sup> *Pernettya prostrata*, *Hesperomeles cuneata*, *Duranta mandonii*, *Berberis* sp., etc.

<sup>(10)</sup> insectos, aves, murciélagos.

<sup>(11)</sup> insectos, aves, murciélagos, etc.

<sup>(12)</sup> p. ej. *Podocarpus glomeratus*, *Polylepis* sp., *Puma concolor*, *Odocoileus virginianus*, *Tremarctos ornatus*, *Nasuella olivacea*, *Metallura tyrianthina*, *Ensifera ensifera*, *Pharomachrus auriceps*, *Oreomanes fraseri*, *Leptasthenura xenothorax*, *Gastrotheca pachachacae*, etc.

<sup>(13)</sup> p. ej. *Solanum* spp., *Berberis* spp., *Symplocos* sp., *Tropaeolum tuberosum*, etc.

<sup>(14)</sup> p. ej. la Ultramaratón - Ecoaventura o Carrera de chasquis<sup>19</sup>.

<sup>(15)</sup> p. ej. mirador Rumi Cruz, mirador Carpi, sitio arqueológico de Llaqtapata, bosque de Chinchay.

<sup>(16)</sup> p. ej. bosque de Chinchay.

<sup>(17)</sup> p. ej. el Apu Ausanpara, el Señor de Rumi Cruz, patrón de los bosques andinos.

Distrito: PACOBAMBA / Comunidad campesina: Andina

Figura 7

Relación fuente - servicio ecosistémico - beneficiarios en la comunidad campesina de Andina, distrito de Pacobamba

	Servicio ecosistémico		Fuente		Beneficiarios			
			Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Provisión, suministro o abastecimiento	Provisión de agua <sup>(1)</sup>		✓	✓				
	Provisión de frutos silvestres <sup>(2)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas melíferas <sup>(5)</sup>		✓	✓				
	Provisión de miel de abejas		✓	✓				
	Provisión de combustibles <sup>(4)</sup>		✓	✓				
	Provisión de madera <sup>(5)</sup>		✓	✓				
	Provisión de fibras <sup>(6)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas medicinales <sup>(7)</sup>			✓				
	Provisión de plantas ornamentales <sup>(8)</sup>		✓	✓				
	Provisión de forraje para ganado <sup>(9)</sup>		✓	✓				



	Servicio ecosistémico	Fuente		Beneficiarios			
		Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Regulación	Regulación del clima local y la calidad del aire 						
	Secuestro y almacenamiento de carbono 						
	Polinización <sup>(10)</sup> 						
	Control biológico <sup>(11)</sup> 						
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo 						
	Regulación de los desastres naturales 						
Hábitat o de soporte	Hábitat de especies clave <sup>(12)</sup> 						
	Mantenimiento de la diversidad genética <sup>(13)</sup> 						
Culturales	Belleza escénica <sup>(14)</sup> 						

<sup>(1)</sup> para la población, ganado, agricultura, frutales.

<sup>(2)</sup> p. ej. *Berberis* spp., *Pernettya prostrata*, *Hesperomeles ferruginea*, *Sambucus nigra*, *Opuntia ficus*, *Lupinus mutabilis*.

<sup>(3)</sup> lajesto, chachacomo, chilca.

<sup>(4)</sup> p. ej. leña, rastrosos, bosta.

<sup>(5)</sup> p. ej. *Cedrela lilloi*, *Podocarpus glomeratus*, *Juglans neotropica*, *Alnus acuminata*, etc.

<sup>(6)</sup> p. ej. *Ceroxylon weberbaueri*.

<sup>(7)</sup> p. ej. hojas de unka, de matico y de bejuco; cola de caballo, chilca, llawlli, muña, etc.

<sup>(8)</sup> p. ej. orquídeas, begonias y helechos.

<sup>(9)</sup> *Cordia* sp., *Erythrina falcata*, etc.

<sup>(10)</sup> insectos, aves, murciélagos.

<sup>(11)</sup> insectos, aves, murciélagos, etc.

<sup>(12)</sup> p. ej. *Podocarpus glomeratus*, *Puma concolor*, *Odocoileus virginianus*, *Tremarctos ornatus*, *Nasuella olivacea*, *Metallura tyrianthina*, *Ensifera ensifera*, *Pharomachrus auriceps*, etc.

<sup>(13)</sup> p. ej. *Solanum* spp., *Berberis* spp., *Symplocos* sp., *Tropaeolum tuberosum*, etc.

<sup>(14)</sup> p. ej. bosque de Chinchay.

Distrito: PACOBAMBA / Comunidad campesina: Pacchani

Figura 8  
Relación fuente - servicio ecosistémico - beneficiarios en la comunidad de Pacchani, distrito de Pacobamba

	Servicio ecosistémico		Fuente		Beneficiarios			
			Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Provisión, suministro o abastecimiento	Provisión de agua <sup>(1)</sup>		✓	✓				
	Provisión de frutos silvestres <sup>(2)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas melíferas <sup>(3)</sup>		✓	✓				
	Provisión de miel de abejas		✓	✓				
	Provisión de combustibles <sup>(4)</sup>		✓	✓				
	Provisión de madera <sup>(5)</sup>		✓	✓				
	Provisión de fibras <sup>(6)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas medicinales <sup>(7)</sup>			✓				
	Provisión de plantas ornamentales <sup>(8)</sup>							
	Provisión de forraje para ganado <sup>(9)</sup>							



	Servicio ecosistémico		Fuente		Beneficiarios			
			Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Regulación	Regulación del clima local y la calidad del aire							
	Secuestro y almacenamiento de carbono							
	Polinización <sup>(10)</sup>							
	Control biológico <sup>(11)</sup>							
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo							
	Regulación de los desastres naturales							
Hábitat o de soporte	Hábitat de especies clave <sup>(12)</sup>							
	Mantenimiento de la diversidad genética <sup>(13)</sup>							
Culturales	Belleza escénica <sup>(14)</sup>							
	Turismo <sup>(15)</sup>							

<sup>(1)</sup> para la población, ganado, agricultura, frutales.

<sup>(2)</sup> p. ej. *Berberis* spp., *Pernettya prostrata*, *Opuntia ficus*, *Hesperomeles ferruginea*, *Lupinus mutabilis*, etc.

<sup>(3)</sup> lajesto, chachacomo, chilca.

<sup>(4)</sup> p. ej. leña, bosta.

<sup>(5)</sup> p. ej. *Cedrela lilloi*, *Podocarpus glomeratus*, *Juglans neotropica*, etc.

<sup>(6)</sup> p. ej. *Ceroxylon weberbaueri*.

<sup>(7)</sup> p. ej. hojas de unka, de matico y de bejuco; cola de caballo, chilca, llawlli, molle, rata rata, tara, etc.

<sup>(8)</sup> p. ej. orquídeas, begonias y helechos.

<sup>(9)</sup> *Erythrina falcata*, *Triumfetta* sp., etc.

<sup>(10)</sup> insectos, aves, murciélagos.

<sup>(11)</sup> insectos, aves, murciélagos, etc.

<sup>(12)</sup> p. ej. *Podocarpus glomeratus*, *Vultur gryphus*, *Tremarctos ornatus*, *Nasuella olivacea*, *Turdus nigriceps*, *Metallura tyrianthina*, *Ensifera ensifera*, etc.

<sup>(13)</sup> p. ej. *Solanum* spp., *Berberis* spp., *Symplocos* sp., *Tropaeolum tuberosum*, etc.

<sup>(14)</sup> p. ej. bosque Corazonniyocc, bosque de Sallarcatarata de la quebrada Pacchani, etc.

<sup>(15)</sup> p. ej. bosque Corazonniyocc, bosque de intimpa, mirador Ccorihuayrachina, bosque de Sallar, catarata de la quebrada Pacchani, etc.

Distrito: HUANIPACA / Comunidad campesina: Kiuñalla

Figura 9  
Relación fuente - servicio ecosistémico - beneficiarios en la comunidad de Kiuñalla, distrito de Huanipaca

	Servicio ecosistémico		Fuente		Beneficiarios			
			Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Provisión, suministro o abastecimiento	Provisión de agua <sup>(1)</sup>		✓	✓				
	Provisión de frutos silvestres <sup>(2)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas melíferas <sup>(3)</sup>		✓	✓				
	Provisión de material para construcción no maderable <sup>(4)</sup>		✓	✓				
	Provisión de miel de abejas		✓	✓				
	Provisión de combustibles <sup>(5)</sup>		✓	✓				
	Provisión de madera <sup>(6)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas medicinales <sup>(7)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas ornamentales <sup>(8)</sup>		✓	✓				



	Servicio ecosistémico		Fuente		Beneficiarios			
			Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Regulación	Regulación del clima local y la calidad del aire							
	Secuestro y almacenamiento de carbono							
	Polinización <sup>(9)</sup>							
	Control biológico <sup>(10)</sup>							
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo							
	Regulación de los desastres naturales							
Hábitat o de soporte	Hábitat de especies clave <sup>(11)</sup>							
	Mantenimiento de la diversidad genética <sup>(12)</sup>							
Culturales	Belleza escénica							
	Turismo <sup>(13)</sup>							

<sup>(1)</sup> para la población, agricultura, ganado.

<sup>(2)</sup> p. ej. *Opuntia ficus*, *Hesperomeles ferruginea*, *Lupinus mutabilis*, etc.

<sup>(3)</sup> Iajesto, chachacomo, chilca.

<sup>(4)</sup> p. ej. *Chusquea* spp.

<sup>(5)</sup> p. ej. leña, bosta.

<sup>(6)</sup> p. ej. *Cedrela lilloi*, *Juglans neotropica*, etc.

<sup>(7)</sup> p. ej. hojas de unka y de bejuco, cola de caballo, chilca, etc.

<sup>(8)</sup> p. ej. orquídeas, begonias y helechos.

Provisión de miel de abejas.

<sup>(9)</sup> insectos, aves, murciélagos

<sup>(10)</sup> insectos, aves, murciélagos, etc.

<sup>(11)</sup> p. ej. *Vultur gryphus*, *Tremarctos ornatus*, *Nasuella olivacea*, *Pharomachrus auriceps*, *Cinclus leucocephalus*, *Catamblyrhynchus diadema*, *Sporophila luctuosa*, etc.

<sup>(12)</sup> p. ej. *Solanum* spp, *Symplocos* sp., *Tropeolum tuberosum*, etc.

<sup>(13)</sup> p. ej. tuta turística Kiufialla - Mirador de osos y cóndores (Mirador Huamanpata), sitio arqueológico Q'oriwayrachina, etc.

Distrito: TAMBURCO / Comunidad campesina: Llañucancha

Figura 10

Relación fuente - servicio ecosistémico - beneficiarios en la comunidad campesina de Llañucancha, distrito de Tamburco

	Servicio ecosistémico		Fuente	Beneficiarios			
			Pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Provisión, suministro o abastecimiento	Provisión de agua <sup>(1)</sup>		✓				
	Provisión de frutos silvestres <sup>(2)</sup>		✓				
	Provisión de plantas melíferas		✓				
	Provisión de combustibles <sup>(3)</sup>		✓				
	Provisión de madera <sup>(4)</sup>		✓				
	Provisión de plantas medicinales <sup>(5)</sup>		✓				
	Provisión de forraje para ganado		✓				



	Servicio ecosistémico		Fuente	Beneficiarios			
			Pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Regulación	Secuestro y almacenamiento de carbono						
	Polinización <sup>(6)</sup>						
	Control biológico <sup>(7)</sup>						
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo						
	Regulación de los desastres naturales						
Hábitat o de soporte	Hábitat de especies clave <sup>(8)</sup>						
	Mantenimiento de la diversidad genética <sup>(9)</sup>						
Culturales	Belleza escénica						

<sup>(1)</sup> para la población, ganado, agricultura, frutales.

<sup>(2)</sup> p. ej. *Lupinus mutabilis*, *Berberis* spp., *Berberis carinata*, *Austrocylindropuntia floccosa*, etc.

<sup>(3)</sup> p. ej. leña, bosta.

<sup>(4)</sup> p. ej. *Buddleja incana*, etc.

<sup>(5)</sup> p. ej. hojas de chachacomo, altea, cola de caballo, chilca, huaracco, valeriana, siempre viva, etc.

<sup>(6)</sup> Insectos, aves, murciélagos.

<sup>(7)</sup> insectos, aves, murciélagos, etc.

<sup>(8)</sup> p. ej. *Vultur gryphus*, *Leopardus jacobita*, *Hippocamelus antisensis*, etc.

<sup>(9)</sup> p. ej. *Lupinus* sp., etc.

Distrito: TAMBURCO / Santuario Nacional de Ampay

Figura 11  
Relación fuente - servicio ecosistémico - beneficiarios en el Santuario Nacional de Ampay y su zona de amortiguamiento

	Servicio ecosistémico	Fuente		Beneficiarios			
		Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Provisión, suministro o abastecimiento	Provisión de agua <sup>(1)</sup>		✓	✓			
	Provisión de frutos silvestres <sup>(2)</sup>		✓	✓			
	Provisión de plantas melíferas <sup>(3)</sup>			✓			
	Provisión de plantas alimenticias <sup>(4)</sup>		✓	✓			
	Provisión de leña <sup>(5)</sup>		✓	✓			
	Provisión de madera <sup>(6)</sup>		✓	✓			 
	Provisión de proteína silvestre animal <sup>(7)</sup>		✓	✓			
	Provisión de plantas medicinales <sup>(8)</sup>		✓	✓			 
	Provisión de plantas ornamentales		✓	✓			
	Provisión de otras plantas silvestres <sup>(9)</sup>		✓	✓			



	Servicio ecosistémico	Fuente		Beneficiarios			
		Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Regulación	Regulación del clima local y la calidad del aire						
	Secuestro y almacenamiento de carbono						
	Polinización <sup>(10)</sup>						
	Control biológico <sup>(11)</sup>						
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo						
	Regulación de los desastres naturales						
Hábitat o de soporte	Hábitat de especies clave <sup>(12)</sup>						
	Mantenimiento de la diversidad genética <sup>(13)</sup>						
Culturales	Belleza escénica <sup>(14)</sup>						
	Turismo y recreación <sup>(15)</sup>						

<sup>(1)</sup> para distintos usos de poblaciones humanas cuenca abajo.

<sup>(2)</sup> p. ej. siracas (*Rubus* spp.), muju-muju (*Piper elongatum*), pajra (*Hesperomeles latifolia*), tarcaiso (*Fuchsia boliviana*), tumbo (*Passiflora mollissima*), tintín (*Passiflora pinnatistipula*) y mote-mote (*Solanum umbellatum*).

<sup>(3)</sup> siracas, tumbo, tintín, etc.)

<sup>(4)</sup> chijchipa (*Tagetes graveolens*), llaul i (*Barnadesia horrida*), ullpu (*Asplenium squamosum*).

<sup>(5)</sup> p. ej. unka (*Myrcianthes oreophila*), chachacomo (*Escallonia resinosa*), tasta (*E. myrtilloides*), phauca (*E. herrerae*), urpquisca (*Duranta triacantha*), lagesto (*Verbecina auriculigera*), etc.

<sup>(6)</sup> p. ej. unka (*Myrcianthes oreophila*), chachacomo (*Escallonia resinosa*).

<sup>(7)</sup> mariposa comestible waytampu (*Metardaris cosinga*), perdicés (*Nothoprocta* spp.), etc.

<sup>(8)</sup> muju-muju (*Piper elongatum*), qera (*Lupinus dicerphorus*), margu (*Franseria artemisoides*), qeswa (*Piqueria peruviana*), llawlli (*Barnadesia horrida*), chujllur (*Vallea stipularis*), muña (*Mintostachis grabrescens*), yawarchonka (*Oenothera rosea*), tullma (*Dentropton crasuloides*).

<sup>(9)</sup> uso veterinario, alimento para animales domésticos, confección de herramientas agrícolas y utensilios de cocina, tintes, etc.

<sup>(10)</sup> insectos, aves, murciélagos, otros.

<sup>(11)</sup> aves, mamíferos carnívoros, anfibios, murciélagos, otros

<sup>(12)</sup> intimpa (*Podocarpus glomeratus*), taruka (*Hippocamelus antisensis*), colibrí gigante (*Patagona gigas*), etc.

<sup>(13)</sup> solanáceas, passifloráceas, otros.

<sup>(14)</sup> nevado Ampay, lagunas, otros.

<sup>(15)</sup> nevado Ampay, laguna Angascocha o Laguna Chica, laguna Uspacocha o Laguna Grande, bosque de intimpas, entre otros.

Distrito: CURAHUASI/ Comunidad campesina: Curahuasi

Figura 12

Relación fuente – servicio ecosistémico – beneficiarios en la comunidad campesina de Curahuasi, distrito de Curahuasi

	Servicio ecosistémico	Fuente		Beneficiarios				
		Bosque y arbustal montano xérico interandino de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria	
Provisión, suministro o abastecimiento	Provisión de frutos silvestres <sup>(1)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas melíferas <sup>(2)</sup>		✓	✓				
	Provisión de miel de abejas <sup>(3)</sup>		✓	✓				
	Provisión de leña <sup>(4)</sup>		✓	✓				
	Provisión de madera <sup>(5)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas medicinales <sup>(6)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas ornamentales <sup>(7)</sup>		✓	✓				



	Servicio ecosistémico		Fuente		Beneficiarios			
			Bosque y arbustal montano xérico interandino de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Regulación	Regulación del clima local y la calidad del aire							
	Secuestro y almacenamiento de carbono							
	Polinización <sup>(8)</sup>							
	Control biológico <sup>(9)</sup>							
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo							
	Regulación de los desastres naturales							
Hábitat o de soporte	Hábitat de especies clave <sup>(10)</sup>							
	Mantenimiento de la diversidad genética <sup>(11)</sup>							
Culturales	Belleza escénica <sup>(12)</sup>							
	Turismo							

<sup>(1)</sup> p. ej. tuna, paca, capulí, sauco, tumbo, tintín, siraca, frutilla, aguaymanto

<sup>(2)</sup> wallpa wallpa (*Tropaeolum* sp.), flor blanca, molle, chachacomo, chilco, retama, nogal, etc.

<sup>(3)</sup> además de polen, propóleo, etc.

<sup>(4)</sup> p. ej. unka (*Myrcianthes oreophila*).

<sup>(5)</sup> p. ej. unka, chachacomo (*Escallonia resinosa*), nogal (*Juglans neotropica*), etc.

<sup>(6)</sup> unka, matico, cola de caballo, chilca, etc.

<sup>(7)</sup> begonias, helechos, etc.

<sup>(8)</sup> insectos, aves, murciélagos, etc.

<sup>(9)</sup> rapaces diurnas y nocturnas, otras aves, anfibios, murciélagos, etc.

<sup>(10)</sup> cóndor andino (*Vultur gryphus*), lobito de río (*Lontra longicaudis*), etc.

<sup>(11)</sup> solanáceas, etc.

<sup>(12)</sup> Cañón de Apurímac.

<sup>(13)</sup> sitio arqueológico de Saywite, Cañón de Apurímac, canotaje en el río Apurímac, antiguo puente colgante sobre el río Apurímac, bosques de unka, Hacienda Carmen, etc.

Distrito: CURAHUASI/ Comunidad campesina: Antilla

Figura 13

Relación fuente - servicio ecosistémico - beneficiarios en la comunidad campesina de Antilla, distrito de Curahuasi

	Servicio ecosistémico		Fuente		Beneficiarios			
			Bosque y arbustal montano xérico interandino de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Provisión, suministro o abastecimiento	Provisión de frutos silvestres <sup>(1)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas melíferas <sup>(2)</sup>		✓	✓				
	Provisión de combustible <sup>(3)</sup>		✓	✓				
	Provisión de madera <sup>(4)</sup>		✓	✓				
	Provisión de leña <sup>(5)</sup>		✓	✓				
	Provisión de plantas medicinales		✓	✓				
	Provisión de plantas ornamentales <sup>(6)</sup>		✓	✓				
	Provisión de proteína silvestre animal <sup>(7)</sup>		✓	✓				



	Servicio ecosistémico		Fuente		Beneficiarios			
			Bosque y arbustal montano xérico interandino de Yungas	Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas	Población local	Población urbana	Población de otras ciudades	Agro-industria / Industria
Regulación	Regulación del clima local y la calidad del aire							
	Secuestro y almacenamiento de carbono							
	Polinización <sup>(8)</sup>							
	Control biológico <sup>(9)</sup>							
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo							
	Regulación de los desastres naturales							
Hábitat o de soporte	Hábitat de especies clave <sup>(10)</sup>							
	Mantenimiento de la diversidad genética <sup>(13)</sup>							
Culturales	Belleza escénica <sup>(11)</sup>							
	Turismo <sup>(12)</sup>							

<sup>(1)</sup> p. ej. tuna, capuli, sauco, siracas.

<sup>(2)</sup> asteráceas, retama.

<sup>(3)</sup> leña, rastrojos, bosta.

<sup>(4)</sup> p. ej. qeuña (*Polylepis* sp.).

<sup>(5)</sup> p. ej. unka (*Myrcianthes oreophila*), chachacomo (*Escallonia resinosa*), etc.

<sup>(6)</sup> begonias, helechos, etc.

<sup>(7)</sup> p. ej. pejerrey (*Odontesthes bonariensis*).

<sup>(8)</sup> insectos, aves, etc.

<sup>(9)</sup> aves, gato de pajonal (*Leopardus colocolo*), zorro andino (*Pseudalopex culpaeus*), anfibios, etc.

<sup>(10)</sup> vicuña (*Vicugna vicugna*), cóndor andino (*Vultur gryphus*), qeuña (*Polylepis* sp.), etc.

<sup>(11)</sup> (solanáceas, etc.

<sup>(12)</sup> río Apurímac).

<sup>(13)</sup> caminatas en Antilla con vistas espectaculares del nevado Salcantay, laguna Ccocha y bosques de qeuña, Cándor Lodge, baños termales de Cconoc, etc.

## Servicios ecosistémicos observados durante la salida de campo

Hongos comestibles  
(Huironay,  
Pacobamba)



Frutos silvestres:  
tumbo (Huironay,  
Pacobamba)



Provisión de agua  
(Hornada)



Provisión de plantas  
melíferas (Andina,  
Pacobamba)





Frutos silvestres:  
*Rubus* sp.  
(Huanipaca)



Provisión de fibras  
(*Guadua* sp.).  
Huanipaca



Turismo (Kiuñalla,  
Huanipaca)



Provisión de  
forraje para  
ganado (Huironay,  
Pacobamba)

## 4.6. Servicios ecosistémicos proveídos por los ecosistemas boscosos y matorrales vinculados a las BPMSB

### Provisión de agua

El servicio de provisión de agua en el bosque andino obedece a dos factores: las precipitaciones relativamente altas y bien distribuidas a lo largo del año, y la baja evapotranspiración. A estos procesos se suma la precipitación horizontal, ya que tanto el dosel de los árboles como las epifitas (musgos y líquenes) absorben y retienen la humedad para luego liberarla por goteo. En las épocas secas, la precipitación secundaria por captura de niebla resulta primordial porque viene a ser el único suministro de agua al sistema hidrológico (Albán, 2007).

La alta capacidad de almacenamiento de agua propia de los suelos de estos bosques, unida a la baja evapotranspiración, genera un gran excedente de agua que alimenta los ríos que descienden hacia los valles, proveyendo un flujo sostenido a lo largo del año, incluso en las épocas de menos lluvias. El agua que proveen estos bosques usualmente contiene muy pocas sustancias tóxicas. La ausencia de fertilizantes, aguas residuales, caminos y zonas residenciales reduce el ingreso de contaminantes externos al ambiente (Tobón, 2009).

Las actividades económicas principales de la comunidad de Ccerabamba que dependen de la provisión de agua por el ecosistema son la ganadería vacuna para la producción y venta de queso y leche, y la agricultura (maíz, papa, oca, olluco, etc. y frutales; los primeros para el autoconsumo y los segundos para el autoconsumo y la venta en los poblados cercanos).

Otras actividades y servicios ecosistémicos relacionados con la disponibilidad del recurso hídrico son la obtención de agua más limpia, el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, la elaboración de adobes para construcción y la regulación del clima (Valdivia-Díaz y Mathez-Stiefel, 2015a).

En la comunidad de Andina, la fuente principal del recurso hídrico son los manantiales dispersos que se protegen con árboles y arbustos. También cuenta con ríos y canales, que deben recibir un mantenimiento constante (Valdivia-Díaz y Mathez-Stiefel, 2015b). Las actividades económicas principales de esta comunidad son la agricultura (papa, frijol, maíz, arveja, etc. y frutales) y la ganadería vacuna para la producción y venta de lácteos, ambas dependientes de la provisión de agua por el ecosistema.

Las actividades económicas principales dependientes de la provisión de agua por el ecosistema de la comunidad de Pacchani son la agricultura (papa, frijol, maíz, camote, trigo, arveja, etc. y frutales) y la ganadería vacuna para la producción de lácteos y venta de queso (Valdivia-Díaz y Mathez-Stiefel, 2015c).

La fuente más importante para la provisión del recurso hídrico en la comunidad es la zona de Ayahuaycco, denominada así por encontrarse en la quebrada del mismo nombre. Tiene un área de 117 651 m<sup>2</sup> y en su zona de influencia se hallan seis grandes manantiales dispuestos a manera de cadena, los que surten de agua no solo a la comunidad de Huironay sino también a la comunidad aledaña de Manzanapata (Albán, 2007).

El agua de la zona de Ayahuaycco abastece a la comunidad para el consumo humano, la ganadería y la agricultura. La principal actividad económica de la comunidad de Huironay es la crianza de ganado vacuno (alrededor de quinientas cabezas de ganado no estabulado) para la producción de lácteos. Una de las razones principales que plantea esta comunidad para proteger el recurso hídrico es garantizar la provisión de alimento para el ganado.



Protección de manantiales de la quebrada Ayahuaycco, en la comunidad de Huironay (Pacobamba)

La comunidad campesina de Kiuñalla es una de las que todavía resguarda sus bosques nativos, pero aun así estos no han estado libres de la degradación. Por eso, una de sus preocupaciones es recuperarlos, relacionando esta práctica con el mejoramiento de los regímenes hídricos río abajo, la conservación de la biodiversidad, el abastecimiento de materias primas y el ecoturismo (CEDES–Apurímac, 2016). La iniciativa de restauración de bosques surgió de la propia comunidad, cuyos pobladores percibieron que la reducción del recurso hídrico se debía a la reducción progresiva de los bosques nativos.

Kiuñalla se ha propuesto restaurar los bosques Inca Pacha, Yutupucro, Ccollpacucho, los que han sufrido deterioro por la presión de la población. Esta práctica genera muchas expectativas en lo que respecta a mejorar las condiciones ambientales relacionadas con el cambio climático, como la escasez de agua y los deslizamientos. En la implementación del piloto de restauración de bosques se espera establecer una línea de base ambiental. Posteriormente se realizarán mediciones cualitativas y cuantitativas para tomar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático (CEDES–Apurímac, 2016).

En el caso de la comunidad de Llañucancha (Tamburco), la fracción de vegetación boscosa del pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Yungas es la fuente del servicio de provisión de agua superficial y subterránea para consumo humano, para el ganado, para la agricultura de cultivos transitorios (maíz, papa, habas) y perennes como los frutales (pera, manzana, ciruelo, durazno, tumbo).

Es muy importante mantener la cobertura en las cabeceras de los manantiales, ya que los bosques tienen una mayor intercepción, evapotranspiración y resistencia aerodinámica comparados con los cultivos y los pastizales. Además, incrementan la humedad atmosférica y, por lo tanto, existe mayor posibilidad de formación de nubes y generación de precipitaciones (Tobón, 2007). La presencia del bosque eleva la calidad del agua porque el suelo permite una mayor infiltración y disminuye la escorrentía superficial (Albán, 2007). En favor de este servicio se ha planteado la buena práctica de protección de manantiales mediante la delimitación y cercado de la zona, la reforestación con queñuales (*Polylepis incana*) para recuperar la cobertura en las cabeceras de los manantiales y la restricción del pastoreo.

Siendo el suelo el principal reservorio de agua para los bosques andinos (Tobón, 2007), se plantea la reforestación (como parte de la protección de los manantiales) con la finalidad contribuir a la recuperación de su capacidad de almacenamiento. Si bien esta actividad busca aportar a la regulación del flujo hídrico de la zona, esto dependerá del tipo y grado de alteración del ecosistema y sus componentes, así como de las dinámicas ecológicas e hidrológicas (Standford y Ward, 1979 en Tobón, 2009). Sin embargo, si el ecosistema ha sido fuertemente degradado, cualquier práctica de reforestación mejorará las condiciones existentes (Albán, 2007).

Este servicio ecosistémico está vinculado a las BPMSB de protección de manantiales y las normas consuetudinarias de protección de bosques, priorizadas en las comunidades campesinas de Ccerabamba, Andina, Pacchani y Huironay (en el distrito de Pacobamba), Kuiñalla (en el distrito de Huanipaca) y LlañucanCHA (en el distrito de Tamburco).



Práctica de protección de los manantiales en LlañucanCHA

## Secuestro, almacenamiento y mantenimiento de carbono

Los bosques andinos cumplen un papel fundamental en el balance de CO<sub>2</sub> de la atmósfera pues pueden llegar a acumular entre 20 y 40 toneladas de carbono por hectárea, lo que los convierte en un importante sumidero (Cuesta, Peralvo y Valarezo, 2009). Un estudio desarrollado en el valle del Mantaro obtuvo que un bosque de *Polylepis incana* almacenaba 156,45 toneladas de carbono por hectárea (Dávila, Retamozo y Suárez, 2010). Conservar este servicio ecosistémico tiene particular relevancia en los ecosistemas andinos por su mayor vulnerabilidad frente al cambio climático (derretimiento de glaciares, cambios en los regímenes de lluvias, etc.).

Actualmente se está ejecutando un estudio de carbono y biodiversidad en el Santuario Nacional de Ampay, donde se han instalado cuatro parcelas de monitoreo. El objetivo principal es monitorear indicadores de biodiversidad (especies arbóreas), carbono y cambio climático.<sup>21</sup> El valor potencial de la captura de dióxido de carbono en las seiscientas hectáreas de intimpa del Santuario se ha estimado en USD 30 000/año (Mollepaza, Paiva, Chevarría, Gonzales y Concha, 2015).

Este servicio ecosistémico está vinculado a las BPMSB de establecimiento de normas consuetudinarias de protección de bosques y de conservación de bosques andinos, priorizadas en las comunidades de Ccerabamba, Andina, Pachani y Huironay (en el distrito de Pacobamba), Kuiñalla (en el distrito de Huanipaca) y en el Santuario Nacional de Ampay.

Normas consuetudinarias de protección de bosques, una buena práctica adoptada por la comunidad de Andina.



21 Manuel Peralvo y Amílcar Osorio, comunicación personal.

## Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo

La presencia de bosques mejora la infiltración, regula los caudales, disminuye la erosión, entre otros servicios. También permite un agua de mejor calidad porque el suelo soporta una mayor infiltración y disminuye la escorrentía superficial. Por otro lado, la presencia de hojarasca en el suelo amortigua la caída de agua, impidiendo la erosión del suelo (Albán, 2007).

La cobertura vegetal protege las capas (orgánicas y mineralizadas) del suelo y contribuye a regular los flujos hídricos. Por lo tanto, resguarda el suelo de la acción de las precipitaciones pluviales y la escorrentía, reduciendo la erosión en pendientes, moderando la carga de sedimentos en suspensión en las quebradas y recargando los acuíferos subterráneos. De esa manera, la cobertura vegetal mantiene la capa fértil en los niveles superiores del suelo, donde es accesible a las plantas.

En época de lluvias, la vegetación del bosque amortigua la caída directa de las gotas de agua sobre el suelo, evitando su erosión y la producción de deslizamientos hacia las partes bajas.

A fin de favorecer este servicio ecosistémico, se ha planteado la buena práctica de protección de los manantiales mediante la delimitación y cercado de la zona, la reforestación con queñuales (*Polylepis incana*) para recuperar la cobertura en las cabeceras de los manantiales, así como la restricción del pastoreo. Como el suelo es el principal reservorio de agua para los bosques andinos (Tobón, 2007), se plantea la reforestación (como parte de la protección de los manantiales) para contribuir a la recuperación de su capacidad de almacenamiento.

Este servicio ecosistémico está vinculado a las BPMSB de protección de manantiales, las normas consuetudinarias de protección de bosques y la conservación de bosques andinos, priorizadas en las comunidades de Ccerabamba, Andina, Pacchani y Huironay (en el distrito de Pacobamba), Kuiñalla (en el distrito de Huanipaca), Llañucancha (en el distrito de Tamburco) y en el Santuario Nacional de Ampay.



Práctica de protección de los manantiales (reforestación) en Llañucancha

## Moderación de los desastres naturales

En su estado natural, los suelos de los bosques altoandinos desempeñan una función reguladora y controladora de las inundaciones (Bruijnzeel, 2006, citado por Tobón, 2009). Algunos estudios han demostrado que la mitigación de las inundaciones y la regulación hídrica de los bosques andinos también dependen, en gran medida, de factores geológicos y edafológicos locales como la topografía, la superficie y la densidad del bosque, la composición de la vegetación y su estado de crecimiento, y las propiedades del suelo. Así, por ejemplo, cuanto más alto contenido de materia orgánica tenga un suelo con un sistema radicular denso y profundo, mayor es su capacidad de infiltración y almacenamiento de agua (Bonell, 1993 y 2005; Bonell y Balek, 1993, citados por Tobón, 2009). Por otro lado, los ecosistemas boscosos permitirán reducir los impactos de eventos extremos (inundaciones, deslizamientos) en la medida en que sus suelos lleguen a la saturación del agua (Albán, 2007).

La presencia de cobertura vegetal a nivel de las partes aéreas y de los sistemas radiculares reduce igualmente peligros naturales como inundaciones, tormentas y deslizamientos de tierras (Tobón, 2007).

Los bosques y matorrales permiten aminorar el impacto de eventos naturales potencialmente desastrosos siempre que se encuentren poco fragmentados, estables y faciliten la escurrentía y drenaje del agua hacia zonas bajas con topografía menos accidentada.

Este servicio ecosistémico está vinculado a las BPMSB de protección de manantiales, las normas consuetudinarias de protección de bosques, la restauración de bosques andinos y la conservación de bosques andinos, priorizadas en las comunidades de Ccerabamba, Andina, Pacchani y Huironay (en el distrito de Pacobamba), Kiuñalla (en el distrito de Huanipaca) y en el Santuario Nacional de Ampay.

## Regulación del clima local y la calidad del aire

Las masas forestales proveen sombra e influyen los regímenes de lluvias y de vientos tanto a nivel local como regional. Los bosques y otra vegetación también cumplen un importante papel en la regulación de la calidad del aire al remover partículas contaminantes.

Las fuentes de este servicio ecosistémico en Kiuñalla son principalmente el bosque altimontano pluviestacional de Yungas, el bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas, el matorral xérico interandino de Yungas y el pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Yungas.

Los ecosistemas requieren estar vigorosos para cumplir la función de regulación del clima local y de la calidad del aire. Esto significa que deben encontrarse en un rango de factores biofísicos adecuado, en el que sus necesidades fisiológicas así como su estructura y composición se puedan expresar de manera más o menos natural. Así

como los ecosistemas influyen sobre las condiciones climáticas, el propio clima afecta a la vegetación y otros componentes de tales ecosistemas.

Este servicio ecosistémico está vinculado a las BPMSP de las normas consuetudinarias de protección de bosques y la conservación de bosques andinos, priorizadas en las comunidades de Kuiñalla (en el distrito de Huanipaca) y en el Santuario Nacional de Ampay.

## Hábitat de especies clave

Servicio entendido como la disponibilidad y acceso a una determinada superficie de terreno donde una especie endémica particularmente amenazada o emblemática encuentra condiciones adecuadas y recursos suficientes para satisfacer sus necesidades a lo largo de todo el año.

Cada especie busca en un ambiente los recursos que directa o indirectamente requiere para reproducirse, sobrevivir y persistir. De modo que son estos y las condiciones presentes en un área los que producen la ocupación de un determinado hábitat por una especie en particular. El hábitat, entonces, no es solo la vegetación o su estructura, sino la suma de recursos específicos necesarios para vivir de un animal o una planta. En ese sentido, la selección de hábitat es un comportamiento activo y consciente de la especie.

En la comunidad de Ccerabamba, la fuente principal de este servicio ecosistémico es el bosque de *Polylepis* altimontano pluviestacional de Yungas, ecosistema que abarca relictos de bosques de queñuales (*Polylepis* sp.) que actualmente se encuentran como parches aislados a lo largo de la cordillera de los Andes. Se trata de la formación arbórea que llega a mayor altitud en las montañas del planeta, alcanzando los 5250 sobre el nivel del mar (Arnal *et al.*, 2014). Los bosques de *Polylepis* albergan especies de distribución restringida, dependientes de hábitats proveídos por este tipo de ecosistema. Algunos ejemplos son las aves churrete real (*Cinclodes aricomae*) y el tijeral ceja-blanca (*Leptasthenura xenothorax*), el pico de cono gigante (*Oreomanes fraserii*), el azulito altoandino (*Xenodacnis parina parina*), entre otros.

En la comunidad de Kiuñallala, la fuente de este servicio son los ecosistemas del bosque altimontano pluviestacional de Yungas, el bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas, el matorral xérico interandino de Yungas y el pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Yungas.

En el caso del Santuario Nacional de Ampay, este servicio sostiene poblaciones de plantas y animales silvestres clave en los diferentes sistemas ecológicos terrestres que alberga (Baiker, 2014). Ejemplo notable es la conífera nativa conocida como intimpa (*Podocarpus glomeratus*), árbol emblemático del área protegida y de la región Apurímac. El bosque de intimpa del Santuario es el más extenso del Perú (Baiker, 2011). Otras especies son la unka (*Myrcianthes oreophila*), árbol cada vez más raro en Apurímac; la fabácea endémica *Lupinus ampayensis*, de población desconocida<sup>22</sup>

---

22 Solo existe la colección tipo del Dr. César Vargas.

y considerada en peligro crítico (Baldeón, Flores y Roque, 2006) y la poligalácea endémica *Monnina vargasii* (León, 2006). Entre los animales silvestres destaca la taruka (*Hippocamelus antisensis*), ciervo andino amenazado en toda su área de distribución; el cola-espina de Apurímac (*Synallaxis courseni*), ave endémica del Santuario Nacional y las zonas adyacentes; el tapaculo de Ampay (*Scytalopus* sp.), ave también endémica del Santuario Nacional; las mariposas *Pedaliodes ampayana*, *Pedaliodes llorenteana* y *Lasiophila lucuma* y el escorpión *Orobothriurus ampay* (Ochoa y Acosta, 2003), todos endémicos del área natural protegida y su zona de amortiguamiento. Finalmente, otra ave que destaca es el colibrí gigante (*Patagona gigas*).

Este servicio ecosistémico está vinculado a las BPMSB de protección de manantiales, las normas consuetudinarias de protección de bosques, la restauración de bosques andinos y la conservación de bosques andinos, priorizadas en las comunidades de Ccerabamba (en el distrito de Pacobamba), Kuiñalla (en el distrito de Huanipaca) y en el Santuario Nacional de Ampay.

## Polinización

El proceso de transferencia del polen desde los estambres (órganos florales masculinos) hasta el estigma (órgano receptivo femenino de las flores) en las angiospermas, donde germina y fecunda los óvulos de la flor, posibilita la producción de frutos y semillas.

La polinización puede ser realizada por diferentes agentes o vectores bióticos (insectos, aves, murciélagos, etc.) y abióticos (viento o agua). Entre los principales vectores polinizadores se encuentran las abejas, sobre todo las abejas domésticas (*Apis mellifera*), y las ronsapas (*Bombus* spp.). Estas abejas polinizan plantas silvestres así como cultivos (p. ej. frutales, anís, etc.).

Los ecosistemas que proveen el servicio de polinización en las comunidades de Ccerabamba y Andina (en el distrito de Pacobamba) y en el Santuario Nacional de Ampay son los bosques húmedos (montano y altimontano). Estos albergan gran cantidad de vectores bióticos y abióticos que influyen en los procesos de polinización para el mantenimiento de los ecosistemas naturales y también de los cultivos agrícolas aledaños al bosque. Por otra parte, la actividad apícola actúa como agente amortiguador de la degradación genética de los cultivos, propiciando la polinización (entrecruzamiento) y la conservación de las especies. En el distrito de Curahuasi, el arbustal montano xérico interandino de Yungas (bosque seco) constituye una de las principales fuentes de este servicio ecosistémico.

La polinización supone un beneficio directo para la comunidad de Andina debido a que la agricultura es una de sus principales actividades económicas. La población se dedica sobre todo al cultivo de maíz, frejol, papa, arveja, tarwi, habas, etc. para el autoconsumo; y de frutales como manzana, durazno, ciruelo, palto, pera, etc. para el autoconsumo y la venta.

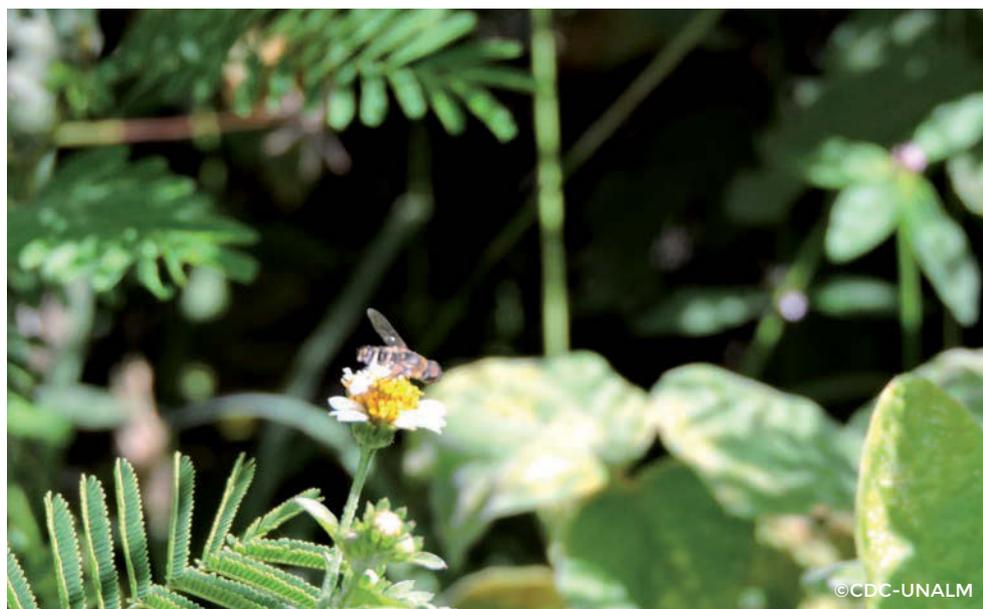
En el caso de la comunidad de Pacchani, cuya actividad central es también la agricultura, la población se dedica principalmente al cultivo de papa, maíz, frijol, camote, trigo, arvejas, etc. para el autoconsumo; y de frutales como palta, granadilla, durazno, manzana, cítricos, etc. para el autoconsumo y la venta a poblados cercanos (Valdivia-Díaz y Mathez-Stiefel, 2015c).

El Santuario Nacional de Ampay provee el servicio ecosistémico de polinización que beneficia a los campos de cultivo y pastizales aledaños a él con la intervención de insectos (abejas, avispas, mariposas, moscardones, etc.), aves (picaflores, varios passeriformes nectarívoros) y murciélagos.

Las abejas domésticas y silvestres están en actividad durante el día, preferentemente cuando las temperaturas son moderadas. Su autonomía de vuelo se encuentra en un rango de 3 a 6 km desde su colmena (ida y vuelta), por lo que las plantas melíferas o poliníferas deben encontrarse dentro de esa distancia (Laín y Jiménez, 2006).

Como el uso de pesticidas en los campos de cultivo puede afectar seriamente a las abejas y demás insectos polinizadores, en el distrito de Curahuasi se han realizado acciones de sensibilización entre la población para reducir este impacto (CEDES-Apurímac, 2015c).

Este servicio ecosistémico tiene relación con las BPMSB de producción de miel de abejas y de conservación de bosques andinos, priorizadas en las comunidades de Andina, Pacchani (en el distrito de Pacobamba), el distrito de Curahuasi y el Santuario Nacional de Ampay.



Polinización realizada por las abejas y provisión de plantas melíferas del bosque seco del distrito de Curahuasi

## Provisión de plantas melíferas

El servicio ecosistémico de provisión de especies melíferas de flora silvestre brinda alimento a las abejas, alimento que estas convierten en productos como miel, cera, polen, propóleos, etc. El acceso permanente, seguro y próximo (en términos de distancia) a fuentes de abundante néctar y polen para las abejas, favorece el mantenimiento del ecosistema y facilita la práctica de la apicultura.

Los bosques montanos y altimontanos húmedos de las comunidades de Andina y Pacchani albergan una gran cantidad de especies melíferas como el chachacomo (*Escallonia resinosa*), el lajesto (*Bocconia integrifolia*), el molle serrano (*Schinus molle*), la tasta (*Escallonia myrtilloides*), la chilca (*Baccharis* sp.), la muña (*Minthostachys setosa*), el capulí (*Prunus serotina*), entre muchas otras. El arbustal montano xérico interandino de Yungas (bosque seco) de Curahuasi presentan plantas melíferas (también conocidas como poliníferas) como la wallpawallpa (*Tropaeolum* sp.), la flor blanca (especie no identificada), el molle (*Schinus molle*), el chachacomo (*Escallonia resinosa*), la chilca (*Baccharis buxifolia*) y la *B. emarginata*, la retama (*Spartium junceum*) (introducida, naturalizada), el nogal (*Juglans neotropica*), el huarango (*Acacia macracantha*), el matico o moqo-moqo (*Piper* sp.), el tumbo (*Passiflora* sp.), la sicara (*Rubus* spp.), el pajul (*Erythrina* sp.), así como varias especies de Asteraceae, entre otras.

Es vital que las abejas tengan acceso irrestricto a zonas donde haya floración permanente de distintas especies de plantas melíferas, en un mosaico de distintos tipos de vegetación y campos de cultivo, así como pastizales libres de pesticidas.

Este servicio ecosistémico está vinculado a la BPMSB de producción de miel de abejas, priorizada en las comunidades de Andina, Pacchani (en el distrito de Pacobamba) y el distrito de Curahuasi.

## Provisión de miel de abejas

Al recolectar polen y néctar de las plantas con flores (polinizándolas), denominada actividad de pecoreo (forrajeo), las abejas acumulan y concentran (deshidratan) néctar con el que se produce la miel de abeja y, adicionalmente, la jalea real, el propóleo y otros.

En Curahuasi, los ecosistemas que proveen este servicio ecosistémico son sobre todo el bosque montano pluviestacional subhúmedo de Yungas, el bosque y arbustal montano xérico interandino de Yungas (bosque seco), el pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Yungas, además de los campos de cultivo de anís y de otros cultivares. En estos ecosistemas es abundante la presencia de flora melífera, base de la alimentación de las abejas.

La apicultura es una actividad muy difundida en el distrito, el cual cuenta con una asociación de apicultores que agrupa a decenas de socios y también con productores independientes (CEDES–Apurímac, 2015d).

La abeja toma el néctar de las flores de plantas angiospermas durante todo el día y lo almacena en el buche (región torácica). El néctar tiene una alta concentración de agua y azúcares diluidos; una vez en la colmena, este es sometido lentamente a un proceso de deshidratación para dar lugar a la miel (aproximadamente 18% de humedad).

Las abejas requieren una floración permanente. Idealmente, distintas especies de plantas, sean silvestres o cultivadas, deben florear a lo largo del año.

## Control biológico

Este servicio ecosistémico está vinculado a las actividades de conservación de bosques andinos que forman parte de las buenas prácticas de manejo de bosques priorizadas en el Santuario Nacional de Ampay.

Se lleva a cabo a través de aves rapaces diurnas y nocturnas, aves Passeriformes insectívoras, anfibios, murciélagos, zorros andinos (*Pseudalopex culpaeus*), especies presentes en el Santuario.

## Mantenimiento de diversidad genética

En el Santuario Nacional y su zona de amortiguamiento están representados varios parientes silvestres de la papa y el tomate (Solanaceae), la pasiflora (Passifloraceae), la fabácea del género *Lupinus* y la brasicácea del género *Lepidium* (Venero y Ochoa, 1988).

## Turismo y recreación

Entre los principales atractivos para la recreación y el turismo del Santuario Nacional de Ampay se encuentran el nevado Ampay (5235 m.s.n.m.) y las lagunas Angascococha (o Laguna Chica) y Uspacocha (o Laguna Grande). El extenso bosque de intimpas es considerado también un atractivo particularmente importante (Concha, 1990; Baiker, 2012). Estos cuatro destinos destacan también por su belleza escénica.

Los ecosistemas y la biodiversidad del Santuario Nacional pueden ser explorados organizando actividades de *trekking* o senderismo, avistamiento de aves, andinismo, etc. como una manera de generar importantes ingresos económicos para la población local, a la vez de constituir un medio para educar y crear conciencia sobre la importancia de conservar la naturaleza y sus recursos.

## Provisión de recursos naturales renovables

El Santuario Nacional de Ampay es una vasta fuente de recursos naturales que provee de alimentos, medicinas y otros productos principalmente de origen vegetal a las poblaciones de su ámbito de influencia. Este servicio ecosistémico está vinculado a la BPMSB que desarrolla actividades de conservación de bosques andinos, priorizada en el Santuario Nacional de Ampay.

En la zona de amortiguamiento del área natural protegida se aprovechan para la alimentación humana los frutos de las siracas o zarzamoras (*Rubus nubigenus*, *R. robustus*, *R. roseus* y *R. urticifolius*), los que son consumidos directamente y como mermeladas. Otros frutos consumidos en forma directa son el muju-muju (*Piper elongatum*), la pajra (*Hesperomeles latifolia*), el tarcaiso (*Fuchsia boliviana*), el tumbo (*Passiflora mollissima*), el tintín (*Passiflora pinnatistipula*) y el mote-mote (*Solanum umbellatum*). La chijchipa (*Tagetes graveolens*) se emplea como saborizante para la cocción de alimentos y el llawlli (*Barnadesia horrida*) como aromatizante de la leche. También se utilizan hojas o frondes tiernas para preparar ensaladas y ajiaico, y el helecho ullpu (*Asplenium squamosum*) se agrega en rodajas a la sopa. El árbol de chachacomo (*Escallonia resinosa*), por otro lado, sirve como hospedero de la mariposa comestible waytampu (*Metardaris cosinga*), que es consumida como oruga y en estado de crisálida (Venero y Ochoa, 1988).

Algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional son: para aliviar la artritis, muju-muju (*Piper elongatum*) combinado con qera (*Lupinus dicercophorus*); se hierven y el agua se usa para bañarse; Como frotaciones con margu (*Franseria artemisoides*) y qeswa (*Piqueria peruviana*) para curar el “mal de aire”; infusiones de llawlli (*Barnadesia horrida*) para curar enfermedades bronquiales. Para lavados vaginales y preparar emplastos en caso de fracturas, se combina chujllur (*Vallea stipularis*), qera (*Lupinus dicercophorus*) y muju-muju (*Piper elongatum*). Infusiones de muña (*Minstachis grabrescens*) para calmar los dolores producidos por cólicos estomacales; muju-muju (*Piper elongatum*) sobre las heridas para combatir infecciones; emplastos de yawarchonka (*Oenothera rosea*) para cubrir las heridas; tullma (*Dentropton crasuloides*) en infusión como diurético y hervida para lavativas (Venero y Ochoa, 1988).

Como combustible se usa unka (*Myrcianthes oreophila*) para la obtención de carbón, y como leña chachacomo (*Escallonia resinosa*), tasta (*E. myrtilloides*), phauca (*E. herrerae*), urpiquisca (*Duranta triacantha*), lagesto (*Verbecina auriculigera*), ollantay (*Clusia* sp.), chauchapay (*Poecilochroma punctata*), monte-tili (*Tibouchina pleromoides*), tecte (*Berberis commutata*), quera (*Lupinus dicercophorus*), etc. (IDMA, 1998; Venero y Ochoa, 1988).

También existen recursos vegetales para diversos usos: veterinario, alimento para ganado doméstico mayor y menor, teñido de lana, entre otros (Venero y Ochoa, 1988; Venero y Tupayachi, 1989).

La extracción de recursos naturales renovables en el ámbito del Santuario Nacional debe realizarse con un criterio de sostenibilidad a largo plazo, en particular conociendo el caso de la desaparición o sensible disminución de la unka en otras zonas de la Mancomunidad.<sup>23</sup> La destrucción de dichos recursos puede tener consecuencias irreversibles, acumulativas y permanentes, así como también efectos negativos en las partes bajas del valle y en la ciudad de Abancay.

---

23 Declaraciones de campesinos entrevistados en Ccerabamba, marzo del 2016.

Por otro lado, la extracción indiscriminada de leña por las comunidades aledañas al Santuario Nacional puede alterar el crecimiento del bosque al crear áreas arbustivas que limitan la regeneración de las especies nativas (IDMA, 1988), corriendo el riesgo de perturbar profundamente su estructura, la composición de las cadenas tróficas y la sucesión vegetal (IDMA, 1988 y 1992).



Producción de miel de abeja de la Asociación de Apicultores Agropecuarios de Curahuasi



5  
Identificación de las amenazas  
atribuibles al cambio climático y a  
las presiones antrópicas sobre  
los ecosistemas boscosos y  
matorrales de la mancomunidad

---



## 5.1. Amenazas atribuibles al cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), adoptada en 1992 y en vigor desde marzo de 1994, atribuye el cambio climático directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, cambio que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

En contraste, la variabilidad climática alude a las variaciones en el estado promedio y de otras estadísticas (desviaciones normales, incidencia de extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales que se extienden más allá de los eventos climáticos individuales. La variabilidad puede surgir a partir de procesos naturales internos del sistema climático —variabilidad interna—, o debido a variaciones en las fuerzas externas naturales o antropogénicas —variabilidad externa— (IPCC, 2014a).

Los bosques andinos son afectados por las tendencias de las variables climáticas, en la mayoría de casos en forma negativa. Doornbos (2015) afirma que actualmente es difícil observar cambios en las variables climáticas que sobrepasen la variabilidad natural propia del clima de los Andes. Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI (2012), la variabilidad interanual de la precipitación en el Perú es de +/- 15%. Sin embargo, proyecciones al año 2100 reportan cambios fuera de estos rangos: por ejemplo, las precipitaciones serían mucho menores para los Andes centrales, con una disminución que oscilaría entre 19 y 33% por debajo de la precipitación actual entre diciembre-enero-febrero (Neukomm *et al.*, 2015, citado por Doornbos, 2015).

Doornbos (2015) compila algunas tendencias esperadas en las variables climáticas y sus efectos sobre los bosques andinos y sus servicios ecosistémicos, como:

- **Variaciones en la temperatura**

Se espera una elevación de la temperatura de alrededor 2 – 3 °C (Herzog, Martínez, Jørgensen y Tiessen, 2011), y, con ello, un aumento en la evapotranspiración. Eso reducirá la humedad en el suelo así como su capacidad de retenerla y acelerará la descomposición de la materia orgánica en este, incrementando las emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta alteración en los rangos de temperatura tendrá una serie de efectos negativos sobre los bosques andinos, como modificaciones en la distribución de las especies, migraciones de especies a mayor altitud, aumento de la frontera agrícola y la consiguiente mayor presión sobre los bosques ubicados en zonas más altas, incremento de la incidencia de plagas y enfermedades, entre otros.

- **Cambios en la cantidad y distribución temporal de las lluvias**

Se prevé un incremento en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones en ciertos meses, lo que saturará los suelos durante mayor tiempo,<sup>24</sup> además de elevar los riesgos de erosión y deslizamientos. Los impactos de tales alteraciones en los regímenes de lluvia en los bosques andinos serían: cambios en la distribución, composición y estructura de los bosques, y aumento de la probabilidad y frecuencia de incendios.

- **Aumento de la intensidad y frecuencia de eventos extremos**

Pueden presentarse sequías (más frecuentes e intensas), además de eventos de lluvia más frecuente e intensa (nuevos extremos relacionados con El Niño Oscilación del Sur - ENSO). Estas alteraciones podrían provocar una mayor mortalidad de los árboles.

- **Cambios en los patrones de formación de la nubosidad y neblina**

La variación en la altitud en la que se forman las nubes ocasionaría una mayor exposición a la radiación y más evapotranspiración, disminuyendo el rendimiento hídrico de los bosques de niebla por la menor captación de precipitación horizontal.

Apoyado en estas proyecciones, Doornbos (2015) sostiene que habría una reducción de las coberturas boscosas, así como cambios en la composición y estructura de los bosques que ocasionarán alteraciones en la cantidad (disminución) y calidad (efecto incierto) del agua que estos proveen.

En el caso de Apurímac, el estudio elaborado por Doornbos (2012) en el marco del Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC – Perú) evidencia las manifestaciones (posibles) de los impactos del cambio climático en el departamento. El autor resalta principalmente la reducida base climática disponible para la región y la importante variabilidad normal de su clima: +/- 0,4 °C en temperatura y +/- 15% en lo que respecta a precipitación (SENAMHI, 2011, citado por Doornbos, 2012).

El estudio comparó los datos históricos climáticos disponibles registrados por las estaciones meteorológicas del SENAMHI y las percepciones de los pobladores sobre las variaciones climáticas, y evidenció algunas coincidencias entre ambas fuentes, como:

- **Reducción de la temperatura mínima**

El descenso de la temperatura es más acentuado durante la noche por la disminución de la temperatura mínima. El comportamiento de esta variable fue confirmada por algunos agricultores, quienes advirtieron intensas caídas en la temperatura y heladas.

---

24 Aunque cabe señalar que esta tendencia no es homogénea en toda la Mancomunidad.

- **Cambios en la distribución temporal de las lluvias**

Dados por los retrasos en el inicio del período de lluvias. Los pobladores (visita de campo, marzo 2016) perciben la demora del inicio de la temporada de lluvias; estas anteriormente solían empezar desde setiembre y ahora recién desde fines de noviembre o inicios de diciembre. Los registros meteorológicos coinciden en el aumento de la precipitación durante el trimestre setiembre, octubre y noviembre.

- **Aumento en la intensidad de las lluvias**

Ambas fuentes de información concuerdan en que la intensidad de las precipitaciones ha aumentado (adicionalmente, la población señala la concentración de la lluvia en un tiempo corto).

## 5.2. Amenazas atribuibles a las presiones antrópicas

Los ecosistemas andinos están siendo degradados por inadecuadas prácticas antrópicas, principalmente el cambio de uso de suelos forestales (Salas, 2011). Este cambio de uso del suelo tiene que ver con factores macroeconómicos y microeconómicos como los mercados (locales, regionales, nacional e internacional), la demanda de productos por el sector minero y la industria forestal maderable y no maderable, las actividades agrícolas y ganaderas, la intensificación de la producción, la migración, entre otros (Peralvo y Cuesta, 2014).

En el ámbito de la Mancomunidad, las principales actividades antrópicas que presionan de manera directa sobre los ecosistemas boscosos y matorrales son:

### Agricultura

La actividad agrícola se ha expandido considerablemente, en particular desde los valles hacia las punas, que no son áreas aptas para la agricultura. También se ha observado la disminución de parches boscosos. Este proceso está fragmentando importantes ecosistemas naturales como los bosques nativos, los pajonales, los matorrales, entre otros. Algunos de los impactos de esta actividad en la biodiversidad son: la reducción de los hábitats naturales y de las poblaciones de vida silvestre (flora y fauna) y, en muchos casos, la ruptura de la conectividad de ecosistemas para el desplazamiento de la fauna silvestre, sobre todo los vertebrados (GORE Apurímac, 2014).

Dado que una de las principales fuentes de ocupación de la población en el ámbito de la Mancomunidad es la agricultura, esta es la actividad antrópica que ejerce mayor presión sobre los bosques andinos.

Este problema también se presenta en el Santuario Nacional de Ampay, donde habita un pequeño grupo de familias campesinas desde antes de que este fuese reconocido

oficialmente como área protegida. Estos pobladores se dedican a la agricultura tradicional y la ganadería, prácticas que alteran el frágil ecosistema (Carrillo, 1999). Actualmente, se ha logrado contener la tala de bosque para fines agrícolas por medio de acciones de control y vigilancia, así como denuncias judiciales a los infractores.<sup>25</sup>

Otra práctica dañina relacionada con la agricultura es el uso de agroquímicos, la que se ha intensificado con la finalidad de obtener mayores rendimientos (GORE Apurímac, 2014). Los estudios de Valdivia-Díaz y Mathez-Stiefel (2015a, b, c), realizados en las comunidades de Andina, Pacchani y Ccerabamba (distrito de Pacobamba), evidencian el abandono de las prácticas agrícolas naturales y su reemplazo por la aplicación de fertilizantes y químicos para el control de las enfermedades en los sembríos. Por su parte, Steeb (2015) señala el empleo inadecuado de agroquímicos en el distrito de Huanipaca, al igual que en el distrito de Curahuasi, donde se aplican en exceso en los cultivos de anís y maíz.

## Ganadería

El pastoreo del ganado vacuno, así como la tala y quema para el establecimiento de pastizales, ejercen presión directa sobre los ecosistemas andinos. De manera indirecta, la quema de pastos incrementa esta presión porque en muchos casos se ha extendido hacia zonas forestales, produciendo incendios de gran magnitud (Salas, 2011). En el distrito de Pacobamba, una de las principales actividades económicas de la población es la crianza de ganado para la producción y venta de leche y queso. Salas (2011) menciona que el pastoreo del ganado vacuno se realiza durante la época seca, principalmente en los pastizales (el 6,5% de la población pasta su ganado en el bosque). Algunas comunidades, como Huirónay, han establecido medidas de control para evitar el ingreso del ganado a los bosques y llevar a cabo esta actividad de manera controlada. Sin embargo, durante la salida de campo se observaron evidencias de pastoreo en zonas boscosas en la comunidad de Kiuñalla (distrito de Huanipaca), al igual que en los bosques secos evaluados en Curahuasi, estos últimos más vulnerables a las presiones antrópicas por encontrarse cerca de la carretera.

En el Santuario Nacional de Ampay, el sobrepastoreo o pastoreo intensivo es una de las prácticas antrópicas más nocivas porque destruye cierto tipo de flora atractiva para el ganado y compacta los suelos en los bosques raleados, donde mayormente pastorea. Esto no solo limita o anula la regeneración natural, sino también daña o elimina las plantaciones de intimpa instaladas (Carrillo, 1999). Hoy en día, la crianza de ganado vacuno representa la mayor amenaza al área natural protegida. Como esta actividad se realizaba en la zona antes de su establecimiento como Santuario Nacional, se ha permitido que continúe, aunque bajo ciertos términos, como limitar el número de cabezas de ganado por familia y establecer mejores condiciones de

---

25 Entrevista a Graciela Hilares Arone, guardaparque del Santuario Nacional de Ampay.

crianza. Sin embargo, estos acuerdos aún no son acatados por todos los pobladores y muchos de ellos exceden la cantidad de ganado permitida. Por otra parte, también existe ganado arisco que ingresa al área natural protegida sin control.<sup>26</sup>

Steeb (2015) menciona algunas acciones que se están llevando a cabo para contrarrestar los impactos negativos de la ganadería y generar ingresos económicos por la oferta de servicios turísticos a las familias que viven en el área natural protegida y en su zona de amortiguamiento.

Cabe resaltar que, como resultado de un largo proceso de concientización, gran parte de la población de las comunidades campesinas con las que viene trabajando el Programa ECOBONA reconoce la importancia de la conservación de sus bosques. Por otro lado, los cambios que los lugareños perciben en el clima y la intensificación de sus impactos, sobre todo la escasez de agua, los ha impulsado a tomar medidas estrictas de protección de sus bosques para salvaguardar el recurso hídrico, vital para el desarrollo de sus actividades económicas y de subsistencia.

## Tala, extracción de leña y otros recursos forestales

Las prácticas más comunes e importantes para el desarrollo de las actividades diarias de los pobladores de toda la Mancomunidad son la recolección y el aprovechamiento de los recursos forestales para fines alimenticios, la construcción, la salud, entre otros.

De acuerdo con los estudios de Valdivia-Díaz y Mathez-Stiefel (2015a, b y c), las comunidades de Andina, Pacchani y Ccerabamba, en el distrito de Pacobamba, categorizan el bosque como el área de donde obtienen principalmente frutos, medicina, leña y madera para autoconsumo. Por su parte, Salas (2011) menciona que en el distrito de Pacobamba los principales recursos forestales aprovechados, en orden de importancia, son: leña, madera, frutos, plantas y raíces medicinales y forraje. La leña se utiliza como combustible. Algunos pobladores la obtienen de plantaciones de eucalipto; sin embargo, ciertas familias que poseen este tipo de árboles prefieren usarlos como fuente de madera y obtener la leña del bosque, pues saben que la propiedad calorífica de las especies nativas es superior a la del eucalipto.

Según diversos estimados, en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay se extraen 400 TM/año de madera para leña y carbón, principalmente para consumo de los pobladores de las comunidades aledañas y una parte de la población periférica de la ciudad de Abancay. Este volumen, sin contar la masa de ramas delgadas y desperdicios que quedan en el bosque después de la extracción (calculado entre 20 a 25% adicional), equivale a una tala anual de aproximadamente

---

26 Ídem; también boletín informativo del Santuario Nacional de Ampay.

trescientos árboles nativos (180 m<sup>3</sup>), preferentemente de especies como la intimpa (*Podocarpus glomeratus*), el chachacomo (*Escallonia resinosa*) y la unka (*Myrcianthes* sp.), considerando una equivalencia promedio de 0,6 m<sup>3</sup> de madera por árbol. Esta actividad daña la regeneración natural así como el mantillo que protege los suelos (Carrillo, 1999).

Gracias a campañas de concientización y a las normas internas establecidas por las comunidades, en el ámbito de la Mancomunidad la tala de especies nativas con fines maderables ha disminuido considerablemente en los últimos años.<sup>27</sup>

Otro problema que se presenta en el Santuario Nacional de Ampay es la extracción de especies vegetales —musgo, bromelias, helechos, orquídeas y otros para luego comercializarlas con fines ornamentales— por los turistas locales. Esto ocurre sobre todo en la época de fiestas de fin de año.<sup>28</sup>

## Quemas e incendios forestales

Las quemas impactan directamente sobre la vida silvestre de los ecosistemas, así como en su capacidad de retención e infiltración del agua. Como el suelo queda sin cobertura, la evapotranspiración se incrementa. Además, el consumo de agua aumenta durante el proceso de crecimiento de la vegetación, disminuyendo la disponibilidad del recurso hídrico (Suárez y Medina, 2001, citados por Albán, 2007). Otros efectos de las quemas son la compactación del suelo, el aumento de la escorrentía superficial y, con ella, la erosión de los suelos (Poulenard *et al.* 2001, citados por Albán, 2007).

Steeb (2015) advierte una alta incidencia de las quemas e incendios en los distritos de Curahuasi, San Pedro de Cachora y Huanipaca. En este último, el riesgo de afectación de los bosques nativos es muy alto. En los distritos de la Mancomunidad, los incendios forestales son los desastres naturales que se presentan con mayor frecuencia, y todos son de origen antrópico (Manta, 2008).

En la mayoría de distritos de la región, además de la falsa creencia de que las quemas atraen a la lluvia, los propósitos principales de esta actividad son la obtención de pasto tierno para la ganadería y el establecimiento de áreas para la agricultura (Manta, 2008; Salas, 2011; GORE Apurímac, 2014).

Manta (2008) observa la quema con estos fines sobre todo en los distritos de Huanipaca, Pacobamba, San Pedro de Cachora y Tamburco, donde existen bosques húmedos andinos. Como esos suelos no son aptos para la agricultura intensiva por la

---

27 ídem.

28 ídem.

delgada capa arable, lo que se suma a las pendientes pronunciadas, la productividad decrece y los agricultores deforestan nuevamente para mantener los ya bajos niveles de producción y sus ganancias.

La misma autora señala la existencia de una serie de debilidades institucionales, como la limitada coordinación entre los organismos competentes (ministerios, municipalidades, gobiernos regionales, comités, otros) para realizar acciones de prevención y control de incendios forestales. Asimismo, menciona que las autoridades municipales desconocen cómo organizar su prevención y control, así como los dispositivos legales referidos a estos desastres.

En el Santuario Nacional de Ampay, las quemadas se producen principalmente en los pajonales, con el riesgo consiguiente de que el fuego se propague a las zonas boscosas. Durante los meses de agosto, setiembre y octubre aún se registran quemadas de pastizales altoandinos, sobre todo en la zona de amortiguamiento, las que eventualmente se extienden hasta el Santuario Nacional y ocasionan daños a la cobertura vegetal y la fauna asociada. En algunos casos, los incendios provocados pueden ser controlados por los guardaparques del área natural protegida, pero en otros el fuego es incontrolable y solo queda esperar que los factores meteorológicos los apaguen.<sup>29</sup>

Desde hace varios años, las comunidades de Ccerabamba, Andina y Pacchani cuentan con ordenanzas para la protección de sus bosques, como la prohibición de realizar quemadas en áreas boscosas bajo pena de multa. Según Manta (2008), estas disposiciones han tenido buenos resultados en la prevención de incendios forestales. No ocurre lo mismo en la comunidad de Kiuñalla (distrito de Huanipaca), donde las normas de protección acordadas no son acatadas por gran parte de la población. Esto se pudo comprobar en la evaluación realizada en un sector del bosque de esta comunidad, donde se hallaron tocones y restos de madera quemados.

Al respecto, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) informó de un incendio forestal a finales de julio 2016 en el distrito de Huanipaca, en las localidades de Kishuar, Moyoc y Troja, que afectó áreas de plantaciones de eucalipto y cobertura natural, y destruyó 50 hectáreas de esta última.<sup>30</sup>

## Introducción de especies de vegetación exóticas

De acuerdo con los estudios realizados, la presencia de especies exóticas limita la regeneración de la vegetación natural por competencia (luz, agua, nutrientes) y dominancia. En la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay,

---

29 Boleín informativo del Santuario Nacional de Ampay.

30 Alerta INDECI. Recuperada de <http://www.indeci.gob.pe/objetos/alerta/Mjl4NA=/20160723074219.pdf>

las plantaciones de eucaliptos, pinos y retamas, y en menor escala de otras especies exóticas, aún subsisten. La vegetación natural que crece bajo el dosel de los bosques de pino y eucalipto no es abundante y tiene pocas posibilidades de establecerse. Un ejemplo es el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), especie que se encuentra diseminada por casi todos los claros en el área de bosques naturales, y llega hasta sus límites altitudinales o climáticos. Su presencia también limita la regeneración de la vegetación natural, además de invadir las áreas circundantes a las plantaciones de intimpa (*Podocarpus glomeratus*), y restringe su crecimiento y desarrollo (Carrillo, 1999).

Además de las mencionadas, otras actividades antrópicas también presionan los sistemas boscosos y matorrales.

### Contaminación por residuos sólidos

En el Santuario Nacional de Ampay, los causantes de este problema son principalmente los visitantes locales que no respetan las normas establecidas por el área natural protegida. Al respecto, Steeb (2015) destaca el inadecuado manejo de los botaderos de residuos sólidos en algunos distritos de la provincia de Abancay, como Huanipaca y San Pedro de Cachora, ambos parte de la Mancomunidad.

### Contaminación con aguas servidas

La Estrategia Regional de la Diversidad Biológica (GORE Apurímac, 2014) sostiene que ninguna ciudad y/o centro poblado de la región realiza un adecuado tratamiento de sus efluentes; es decir, todos los desechos terminan directamente en los ríos, con graves consecuencias para el futuro.

### Infraestructura nociva que no considera caudales ecológicos o ambientales

En la región, ninguna de las obras de infraestructura de riego considera los caudales ambientales o el volumen mínimo de agua que permita la sobrevivencia de la vida acuática (GORE Apurímac, 2014).

### Minería

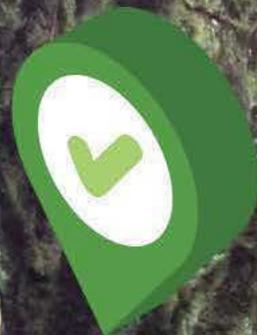
Según Steeb (2015), la minería artesanal es otra de las graves amenazas en el Santuario Nacional de Ampay. Esta actividad se realiza puntualmente en el sector de San Juanito, dentro de la zona de amortiguamiento del área natural protegida.<sup>31</sup>

---

31 Entrevista a Graciela Hilares Arone, guardaparque del Santuario Nacional Ampay.

# 6 Caracterización de las prácticas de manejo priorizadas en la mancomunidad

---



## 6.1. Enfoque teórico

Las prácticas de manejo sostenible de bosques responden a un conjunto de principios, normas y actitudes orientados a reducir los riesgos físicos y biológicos en la producción, cosecha y conservación de los bosques y sus recursos. Tales prácticas abarcan varios espacios, procesos y mecanismos, dentro de los cuales destacan la protección de manantiales, las normas consuetudinarias para la protección de bosques, la restauración de bosques andinos, entre otros (CEDES–Apurímac, 2015a).

El manejo sostenible del bosque por las comunidades rurales es fundamental, primordialmente por su contribución socioeconómica y por tratarse de una fuente de recursos genéticos (frutos, plantas medicinales y aromáticas), combustible (leña), agua, entre otros. Cabe señalar que las normas aplicadas por las comunidades para la conservación de los bosques y la reforestación favorecen la generación de un conjunto de servicios ecosistémicos adicionales, como la captura y almacenamiento de carbono, la protección de las fuentes de agua, la infiltración, almacenamiento y regulación de su flujo; la incorporación de nutrientes en el suelo, el control de la erosión, el mantenimiento de la diversidad biológica y la oferta de paisajes naturales, la protección del hábitat para la vida silvestre o la regulación del clima; además de contribuir al mantenimiento de los saberes ancestrales (FAO, 2013; Llerena, Yalle y Silvestre, 2016).

Si bien en el pasado las prácticas locales y otras presiones antrópicas han provocado la pérdida de áreas de bosque en los Andes peruanos, actualmente sus poblaciones tienen mayor conciencia sobre la necesidad de conservarlos y recuperarlos, lo que se expresa en el establecimiento de normas regulatorias y la participación activa en faenas para recuperar la cobertura natural. Ello no obstante, las necesidades económicas de las poblaciones mantienen constante la presión sobre el bosque y sus recursos (lo que puede reducir su capacidad para brindar servicios ecosistémicos), situación que impone la necesidad de recuperar y promover las buenas prácticas, más aun en un contexto de mayor incertidumbre por el cambio climático (PACC-Perú, 2014).

El cambio climático reduce la capacidad de los bosques para proporcionar bienes y servicios ecosistémicos (madera, agua, productos no maderables, entre otros), perjudicando a la población que depende de ellos para su subsistencia, empleo, comercio, pesca, caza, agricultura y recolección de productos silvestres y otros (FAO, 2013). La situación de las comunidades campesinas en el Perú se agudiza si consideramos la pobreza rural, las limitadas opciones de empleo, la migración de la población joven y la alta dependencia de la agricultura de secano para la autosubsistencia (por el autoconsumo) y la venta, y de los servicios proporcionados por los bosques para determinadas actividades productivas (p. ej. miel de abejas).

La evaluación de la vulnerabilidad de las comunidades campesinas ante el cambio climático incorpora la descripción de los saberes de los pobladores en relación a la conservación del bosque andino, la opinión de expertos locales y la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos (secundarios y primarios). La finalidad es hacer evidente cuál debe ser la respuesta de la población para limitar las actividades antropogénicas y enfrentar la variabilidad climática, registrando las acciones, medidas y actividades a la escala más pequeña de manejo de los bosques.

## 6.2. Metodología

La caracterización de las prácticas de manejo sostenible de bosques priorizadas por el Centro de Estudios y Desarrollo Social, institución que viene apoyando su implementación y ejecución en las comunidades de la Mancomunidad (véase el cuadro 5), se realizó recopilando información primaria a través de entrevistas a autoridades (locales y sectoriales) y miembros de las comunidades en estudio durante la salida de campo en julio del 2016. Además se usó información secundaria generada por instituciones regionales y locales.

A partir de estos insumos, se sistematizó las prácticas de manejo del bosque desarrolladas por las comunidades de la Mancomunidad: a) protección de manantiales, b) normas consuetudinarias, c) producción de miel de abeja, d) restauración de los bosques andinos y e) conservación de los bosques, y de otras prácticas como la reforestación e implementación de viveros.

La información primaria recopilada en las entrevistas sirvió para determinar la situación actual de las prácticas de manejo del bosque. La descripción incluye las normas o medidas adoptadas, las actividades para la ejecución de las prácticas de manejo, los beneficios ambientales, económicos o sociales que la población identifica desde la aplicación de las normas, las amenazas del clima que afectan las prácticas, y las organizaciones que colaboran con la gestión del bosque.

Esta información se combina con la sistematización de las entrevistas al Consejo Directivo de las comunidades campesinas en relación a las prácticas que la comunidad adopta para la conservación del bosque andino y la reducción de las presiones antrópicas. La información se obtuvo realizando preguntas abiertas sobre los temas que se presentan en el cuadro 10.

---

Cuadro 10

En este nivel se evidencia la importancia que la población local le atribuye al bosque andino para su uso directo e indirecto (plantas melíferas, frutos silvestres, plantas medicinales, forrajes, leña, madera, aves, mantenimiento de especies, paisaje, agua, prevención de deslizamientos, purificación del aire, turismo, entre otros) y para la conservación. Sobre la base de esa información también se caracterizan las prácticas de la comunidad para el manejo del bosque.

## 6.2.1. Salida de campo

Realizada en julio del 2016, el objetivo de la salida de campo fue caracterizar las prácticas de manejo desarrolladas por las comunidades de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay mediante la recopilación de información. La prioridad fue el recojo de información secundaria y la recolección de información primaria mediante entrevistas a autoridades (locales y sectoriales) y miembros de las comunidades en estudio.

Se entrevistó a las autoridades locales (Comité Directivo de las comunidades y/o apicultores) de Kiuñalla, Saywite, Ccerabamba, Andina, Llañucancha, Huironay, Pacchani y Curahuasi. Además, se encuestó a algunas personas de cada comunidad (tres a cuatro en promedio en cada lugar, como grupo no muestral, por lo tanto no válido para hacer inferencias por su reducido número) para tener una idea sobre los ingresos económicos (monetarios y no monetarios) y determinar si el bosque andino tiene alguna participación en estos. También fue posible entrevistar al responsable del proyecto de reforestación de la Mancomunidad del GORE Apurímac y se tuvo acceso a documentos de ese proyecto.

Asimismo, para recopilar información secundaria sobre los cultivos, ganado, bosque, población humana, entre otros, se visitó el INEI-Apurímac, la Dirección Regional de Agricultura-Abancay, y se contactó con la Dirección Regional de Agricultura-Andahuaylas, SENASA-Abancay, la Dirección Regional de Salud, el *Instituto Nacional de Innovación Agraria* (INIA) y CEDES-Apurímac. Cabe señalar que el propósito de este proceso era recabar información sobre las comunidades, pero se obtuvo más información a nivel distrital que de cada comunidad.

La zona de estudio corresponde a los cinco distritos de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay: Curahuasi, Tamburco, Huanipaca, San Pedro de Cachora (provincia de Abancay) y Pacobamba (provincia de Andahuaylas) del departamento de Apurímac. El cuadro 11 presenta la ubicación geográfica de los distritos y las comunidades que son materia de este documento.

Cuadro 11

Las fuentes de información utilizadas fueron de dos tipos, primarias y secundarias.

- (i) Las **fuentes primarias** fueron consultadas en la ciudad de Abancay y en las comunidades campesinas de los cinco distritos entre el 7 al 15 de julio del 2016, aplicando diferentes métodos:
  - a) Entrevistas a funcionarios de la Oficina Técnica del proyecto “Recuperación de la cobertura vegetal de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay de las provincias de Abancay y Andahuaylas, Región Apurímac” en la Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, y en CEDES-Apurímac, entre otros.
  - b) Encuestas a cuatro jefes de familia en cada comunidad visitada con la finalidad de recabar información del ingreso económico (monetario y no monetario) que aportaría el bosque andino a la unidad familiar. El cuadro 12 muestra los temas de la encuesta.

Cuadro 12

- c) Entrevistas semiestructuradas a directivos de las comunidades campesinas y pobladores locales para recopilar información acerca de las formas de gestión comunitaria de los bosques andinos, cuyos descriptores se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13

Las siguientes imágenes muestran el proceso de entrevistas y encuestas en la zona de estudio.



Comuneros de la comunidad campesina de Andina (provincia de Andahuaylas)



Directivos y comuneros de la comunidad campesina de Pacchani (provincia de Andahuaylas)



Entrevista en la comunidad campesina de Kiuñaalla (provincia de Abancay)



Miembros de la comunidad campesina de Kiuñaalla (provincia de Abancay)

## Cuadro 10

### Descriptorios de las prácticas de manejo del bosque andino en las comunidades estudiadas

Comunidad	Prácticas de manejo del bosque priorizadas	Actividades y prácticas en la gestión del bosque
Ccerabamba	Protección de manantes y normas consuetudinarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas de conservación.</li> </ul>
Andina y Pacchani	Normas consuetudinarias y producción de miel de abejas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación con el servicio ecosistémico.</li> <li>• Participantes, normas y sanciones.</li> </ul>
Huironay	Protección de manantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaboradores y recursos que disponen.</li> </ul>
Kiuñalla	Protección de manantes, normas consuetudinarias y restauración de bosques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepción del cambio climático de la población local.</li> </ul>
Llañucancho	Protección de manantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temas de capacitación en relación al ambiente recibidas.</li> </ul>
Curahuasi	Producción de miel de abejas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presiones antrópicas al bosque.</li> </ul>
Saywite y San Pedro de Cachora	Reforestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en la gestión del bosque los últimos años.</li> </ul>

Elaboración propia.



Cuadro 11  
Ubicación geográfica de los distritos de la Mancomunidad

Distritos	Coordenadas		Rango altitudinal msnm*	Dispositivo legal	Fecha	Comunidad
	Latitud Sur	Longitud Oeste				
<b>ABANCAY</b>						
Abancay	13°38'33"	72°52'54"	2,378	Ley S/N	03/11/1874	LlañucanCHA
Tamburco	13°37'05"	72°52'18"	2,581	Ley 9480	31/12/1941	
Huanipaca	13°29'47"	72°56'18"	3,340	Ley S/N	21/11/1893	Kiuñalla
Curahuasi	13°32'54"	72°41'57"	2,688	Ley 12301	03/05/1955	Curahuasi Saywite
San Pedro de Cachora	13°31'06"	72°49'00"	2,903	Ley 9857	07/12/1943	San Pedro de Cachora
<b>ANDAHUAYLAS</b>						
Pacobamba	13°36'45"	73°05'05"	2,720	Ley 9910	20/01/1944	Ccerabamba
						Andina
						Pacchani
						Huironay

\* Altitud de la capital de cada distrito.  
Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2010.



**Cuadro 16**  
**Temas de la encuesta a la población local**

Temas de consulta	Estructura
Datos generales de la familia del informante	• Composición, edad, nivel educativo, número de miembros.
Aspectos productivos	• Tierras cultivadas el último año, existencia de animales.
Recolección del bosque	• Plantas, frutos y/o animales colectados del bosque andino.
Producción agrícola de los últimos 12 meses	• Cultivos, cantidades producidas y porcentajes de venta y autoconsumo.
Producción pecuaria	• Número de cabezas de animal, cantidades de venta y autoconsumo, y productos procesados de la actividad pecuaria.
Actividades económicas	• Otras actividades económicas que se realiza, fuera de la producción agrícola y pecuaria
Ingresos adicionales	• Ingresos de miembros de la familia por empleo dependiente, beneficiarios de programas sociales, y otros)

Elaboración propia.



**Cuadro 13**  
**Descriptorios de la entrevista a directivos y población de la comunidad**

Temas	Descriptorios
Territorio local	Territorio de la comunidad, número de comuneros, espacios para cultivos, pastos naturales y bosques.
Actividades productivas y ranking de importancia	Importancia de las actividades productivas: Pecuaria, agrícola, piscigranja, minería, construcción, agroindustria, servicios, comercio, transporte, apicultura, frutales, otros.
Actividades del bosque que generan ingresos	Identificar actividades monetarias y no monetarias que se generan desde el bosque para familias de la comunidad.
Propiedad del bosque y los pastos naturales	Uso del suelo para áreas forestales y pastos, tipo de propiedad (comunal, privado, parcelado, asociaciones, etc.).
Capacitación de la población local	Quiénes hacen la capacitación y si la han tenido en temas ambientales, del cambio climático y gestión del bosque.
Gestión del agua	Demandantes de agua para alimentación, cultivos y otros.
Prácticas de la comunidad para la conservación del bosque andino y las presiones antrópicas	Normas de conservación, relación con el servicio ecosistémico, participantes, sanciones, costos, colaboradores y recursos, percepción del cambio climático. Presiones antrópicas al bosque y cambios en la gestión del bosque en los últimos años.
Organización local	Asociaciones o gremios existentes en la localidad.
Beneficios* del bosque andino	Beneficios que la comunidad percibe que obtiene del bosque de la localidad.

\* Bienes materiales e insumos como leña, madera para la construcción de casas y cercos o la elaboración de herramientas agrícolas, plantas medicinales y aromáticas; y servicios de resguardo contra vientos que erosionan los suelos agrícolas, provisión regular de agua de buena calidad, belleza paisajística, entre otros.  
Elaboración propia.



- (ii) Las **fuentes secundarias** fueron el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), para los datos de población a nivel de provincias, distritos, centros poblados y comunidades seleccionadas, además de los Censos Nacionales Agropecuarios de los años 1994 y 2012; la Dirección Regional de Agricultura de Apurímac (DRAA), sedes de Abancay y Andahuaylas, y el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), para la información de cultivos agrícolas (superficie, rendimientos, producción y precios) a nivel distrital; el GORE Apurímac a cargo del Proyecto “Recuperación de la cobertura vegetal de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay de las provincias de Abancay y Andahuaylas, Región Apurímac”; la Dirección Regional de Salud de Apurímac, para los datos de la población de los distritos; CEDES–Apurímac, entre otros.

## 6.3. Resultados de la sistematización de las prácticas de manejo del bosque desarrolladas por la Mancomunidad

### a) Protección de manantiales

En los manantiales, el agua subterránea sale a la superficie en forma natural por efecto de la gravedad. Como el agua se filtra en las rocas y el suelo, y circula rápidamente, puede considerarse limpia y, por lo tanto, potable (siempre y cuando no se contamine en la superficie).

Proteger un manantial —práctica revalorizada por las comunidades campesinas en los últimos años— es más sencillo y barato que cavar un pozo. Una manera usual de hacerlo es circundar el área del manantial para alejar a las personas y el ganado y evitar que dañen o contaminen la fuente de agua, así como sembrar árboles nativos para incrementar su protección e impedir la erosión, además de hacer del lugar un sitio más agradable para recoger agua.

Esta práctica es una respuesta de las comunidades ante el acelerado deterioro de las fuentes de agua y de su entorno físico debido a la contaminación producida por el ingreso de animales, así como la excesiva presión sobre la cobertura vegetal que causa degradación en las partes altas y reduce los caudales (Doornbos, 2009). En otras palabras, la problemática que se busca enfrentar es la disminución de fuentes de agua en las partes bajas (la escasez de agua durante la época seca tanto para uso agrario como para consumo humano) (PACC-Perú. 2014).

Los objetivos centrales de la práctica de protección de manantiales son: a) captar y almacenar agua de lluvia para consumo humano y para el ganado;

b) infiltrar el agua y recargar los acuíferos (para mejorar los servicios hídricos de regulación); c) incrementar y mantener el caudal de los manantiales en las partes bajas; d) generar un microclima con mayor humedad para permitir el desarrollo de asociaciones vegetales nativas y la mejora de la cobertura vegetal; y e) conservar y fomentar la biodiversidad de las especies de fauna y flora propias de la zona (PACC, 2014).

Algunas de las condiciones necesarias para esta práctica son: topografía suave a moderada; suelo permeable (en conexión con manantiales aguas abajo) o impermeable (si el objetivo es el almacenamiento); y disponibilidad de materiales (piedra, champas y tierra arcillosa) (PACC, 2014).

En las localidades de Ccerabamba, Huironay, Kiuñalla y Llañucancha, la protección de los manantiales es una actividad asociada al manejo de los bosques.

Entre las principales acciones de protección cabe mencionar el cercado con plantas o alambre de púas, el mantenimiento de la flora natural en los contornos de los manantiales, la reforestación con especies nativas (y en menor medida especies foráneas, las que están siendo reemplazadas paulatinamente), la prohibición de quemas y actividades agrícolas y pecuarias cerca de los manantiales, entre otras. Según manifestaron los entrevistados (marzo y julio del 2016), el mantenimiento de las cercas se realiza dos veces al año como mínimo en faenas comunales, o mediante una contribución monetaria si los comuneros no acuden a la actividad acordada (CEDES–Apurímac, 2015a, b y c).

## b) Normas consuetudinarias

Las normas consuetudinarias son reglas sociales tradicionales que no necesariamente están escritas pero se respetan porque a través del tiempo su cumplimiento se ha hecho costumbre. Se trata de prácticas que se desprenden de comportamientos que se han repetido en el tiempo en un territorio concreto.

Las comunidades campesinas manejan sus territorios y gestionan los recursos naturales presentes en estos (agua, suelos, pastos, otros) de acuerdo a sus usos y costumbres, es decir, sus normas consuetudinarias de convivencia (muchas de ellas ancestrales). Por ejemplo, históricamente han aprovechado las aguas que discurren por sus territorios ya sea para consumo humano o fines agrícolas, pecuarios y piscícolas, sin tener que recurrir al Estado para obtener licencias o permisos. Así, de acuerdo al derecho consuetudinario, el agua es un recurso de la comunidad que se regula, comparte y se conserva (puede asignarse o gozar de usufructo familiar, pero sin perder el sentido de propiedad comunal) (Alegría y Estrada, 2012).

En la Mancomunidad, las reglas y normas locales que rigen el aprovechamiento de bosques, agua y pastos responden al principio universal de la escasez relativa de recursos naturales. Algunas comunidades tienen establecido en sus reglamentos internos normas de comportamiento y convivencia social para el uso de los bosques nativos que prohíben las quemas y la tala bajo pena de multa, y como alternativa tienen reservados bosques de especies exóticas como eucalipto y pino para la provisión de leña y materiales de construcción (CEDES–Apurímac, 2015b).

Estas normas deben ser replicadas en otras comunidades porque garantizan la conservación de los bosques nativos andinos. Las comunidades son las guardianas de la reserva hídrica de las cuencas. Por ello, es indispensable que asuman la protección de los bosques, la flora y la fauna de sus zonas, plasmando y formalizando estas prácticas en sus normas consuetudinarias (CEDES–Apurímac, 2015a).

Las normas aportan principalmente a la mitigación porque protegen los bosques, lo que permite mantener el carbono dentro de estos. Pero también, al prohibir las quemas, posibilitan el mantenimiento de la masa boscosa (CEDES–Apurímac, 2015b).

En las localidades de Ccerabamba, Andina, Pacchani, Huironay y Kiuñalla, las normas consuetudinarias regulan el uso de los recursos naturales comunes por sus integrantes. En opinión de los entrevistados, sus actividades económicas monetarias (venta) y no monetarias (autoconsumo) guardan una relación estrecha con la conservación de los bosques. Entre las normas consuetudinarias destacan:

- La prohibición de la tala de especies de árboles nativos.
- El cercado de los bosques como medida de conservación.
- El ganado doméstico debe estar atado dentro de la parcela que corresponde a cada comunero, para evitar que dañe las plantaciones de árboles e impedir su ingreso a los bosques nativos.
- Los pastos naturales se asignan a cada comunero, por lo que se encuentra prohibida la deforestación para ampliar sus áreas.
- Está prohibida la quema de residuos agrícolas y pastos cerca a las áreas de bosques para prevenir incendios y reducir la contaminación del aire.
- La aplicación de sanciones por no participar en las faenas comunales o incumplir los estatutos.

Desde el año 2006, la comunidad de Huironay ha incluido en su reglamento disposiciones específicas que prohíben la extracción de leña de los bosques nativos y la quema de áreas de bosque natural, y ha fijado sanciones monetarias (multas desde 100 nuevos soles) según la gravedad de la infracción, cuyo no pago implica la pérdida de la condición de comunero (CEDES–Apurímac, 2015a).

Las autoridades comunales son renovadas periódicamente y su manejo de las normas suele ser referencial, pues no cuentan con documentos ni actas de registro de su establecimiento y particularidades. Las sanciones por atentar contra los bosques locales se aplican, pero no con el rigor que debieran. Las comunidades han solicitado apoyo para la actualización de sus normas y la incorporación de estrategias para su óptima aplicación (CEDES–Apurímac, 2015a y b). Para establecer, revisar o actualizar una norma comunal, es necesario que la población empadronada esté interesada y sea consciente de su importancia para la comunidad.

### c) Producción de miel de abeja

La cría de abejas para la producción de miel y derivados es una actividad competitiva con potencial de buena práctica (cadena productiva) que puede generar ingresos y reducir las presiones a los bosques en la Mancomunidad (CEDES–Apurímac, 2015c).

CEDES–Apurímac, en coordinación con el Programa Bosques Andinos, ha identificado una serie de aspectos favorables para el desarrollo de la actividad apícola en la Mancomunidad (CEDES–Apurímac, 2015c):

- Existencia de flora melífera abundante, base de la alimentación de las abejas.
- Terrenos amplios y propios de los productores, que permiten incrementar el número de colmenas.
- Demanda creciente de la miel y derivados por la tendencia mundial al consumo de productos naturales y orgánicos.
- Producción orgánica de miel y derivados, ya que las abejas no se acercan a las plantas fumigadas con químicos.
- Incremento sustancial de los rendimientos con una relativa baja inversión, reemplazando las cajas rústicas (4 a 6 kg/caja) por colmenas estándar (20 a 25 kg/colmena estándar).
- Capacidades técnicas de los apicultores y asesores técnicos.

Pero la cría de abejas es considerada una actividad secundaria por los apicultores de la Mancomunidad debido a que desconocen las técnicas productivas y de comercialización para convertirla en un negocio rentable. Asimismo, su nivel tecnológico es básico o artesanal y la mayoría no realiza adecuadamente el cambio y adquisición de reinas, ni la alimentación de la colmena en época de lluvias. Gran parte de los productores no tiene conocimiento del mercado regional y nacional, ni experiencias de comercialización de miel en volúmenes significativos por su baja producción individual. A todo esto se suma la presencia de enfermedades y plagas que amenazan a la población de abejas (CEDES-Apurímac, 2015c).

En la localidad de Andina, la apicultura como actividad con fines comerciales es reciente. Anteriormente, las familias solo producían miel para el autoconsumo. Cinco personas en esta comunidad son apicultores. En el distrito de Curahuasi, la actividad se realiza desde hace más de diez años. La Asociación de Apicultores Agropecuarios de Curahuasi está conformada por catorce personas. Se trata del grupo más consolidado en comparación con las demás comunidades de la Mancomunidad donde se practica la apicultura. Estos poseen la mayor cantidad de colmenas (algunos productores tienen más de cien) y están más avanzados en lo que se refiere al fortalecimiento de la cadena productiva y de comercialización. A pesar de eso, los apicultores manifestaron que la asociación aún requiere ser reforzada.

Los entrevistados coincidieron en señalar que la producción de miel depende de la conservación del bosque, dado que las abejas se alimentan en él y en los campos de frutales, los pastizales y las matas de flores silvestres. La comunidad y la asociación aún no han establecido normas de manejo del bosque relacionadas con la apicultura, lo que se explica porque aún es una actividad secundaria para las familias. El impacto de la apicultura en la naturaleza es mínimo, pues no requiere grandes áreas; al contrario, contribuye a la conservación de los bosques por la simbiosis que se produce: las abejas obtienen su alimento de la flora local y, en correspondencia, estas permiten su propagación mediante la polinización.

Una tarea pendiente en la Mancomunidad es identificar a los comuneros motivados, curiosos o interesados en la apicultura y, en asambleas comunales, lograr que sean nombrados coordinadores de los productores de miel en las comunidades de cada distrito.

Debe fomentarse la investigación en temas relacionados a la restauración de bosques andinos, como dinámica ecológica, relaciones interespecíficas, funciones ecosistémicas, servicios ecosistémicos, entre otros.

## d) Restauración de los bosques andinos

En la Mancomunidad se entiende por restauración<sup>32</sup> la recuperación (reinstalación) de la cobertura boscosa anteriormente existente en el área (especies nativas), así como de las otras especies que la acompañan: herbáceas, arbustivas, etc. (CEDES–Apurímac, 2015a), a fin de restablecer las funciones y servicios ecosistémicos.

Esta práctica se realiza en la comunidad de Kiuñalla, cuya población está sensibilizada respecto de la importancia de los bosques en la regulación hídrica y en el clima local, y es consciente de la degradación de sus bosques debido al sobrepastoreo, las quemadas, la tala y la extracción de leña. Decidida a cuidar y conservar sus bosques, ha optado por realizar sus actividades agrícolas en las áreas por debajo de la línea donde la pendiente es menos abrupta, mientras que por encima de esta dejará que el bosque se recupere naturalmente (CEDES–Apurímac, 2015a).

La comunidad de Kiuñalla decidió en asamblea general efectuar la restauración mancomunadamente. La ejecución de las actividades cuenta con el apoyo técnico del Programa de Bosques Andinos y de CEDES–Apurímac. Estas se llevan a cabo de manera concertada y coordinada con el SERFOR, organismo que lidera la iniciativa con el Programa Nacional de Recuperación de Áreas Degradadas y ha establecido a Kiuñalla como sitio piloto del programa.

La comunidad busca mejorar los servicios ecosistémicos que ofrece el bosque, en especial el hídrico, utilizando varios métodos: (i) protección del área para la reinstalación de las especies de forma natural; (ii) protección del área y reforestación de baja intensidad con especies nativas; y (iii) protección del área y reforestación de intensidad media con especies nativas (CEDES–Apurímac, 2015b).

Si bien la comunidad campesina de Kiuñalla es una de las que aún resguardan sus bosques nativos, estos no se han librado de la degradación. Por eso, una de sus principales preocupaciones es recuperarlos, principalmente con el objetivo de mejorar los regímenes hídricos río abajo. Además, se espera contribuir a la conservación de la biodiversidad, el abastecimiento de materias primas, el ecoturismo y otros beneficios provenientes del bosque (CEDES–Apurímac, 2015b).

Por tratarse de una práctica nueva para la comunidad, genera muchas expectativas en lo que respecta a reducir las amenazas de origen hidrometeorológico, como la escasez de agua, los procesos de erosión del suelo, entre otros.

---

32 La reforestación es, más bien, la reposición de la cobertura arbórea principalmente empleada para uso maderable (construcción, combustible, etc.) con especies como pino y eucalipto (en mayor cantidad), además de sauco y queñua (en menor cantidad).

La identificación de la zona específica para el piloto de restauración de bosques se realizó en reuniones con autoridades y en forma participativa en asambleas comunales, incluso ya se ha delimitado, colocado estacas y cercado la zona con la participación activa de la comunidad en faenas.

La restauración de bosques aporta principalmente a la mitigación del cambio climático, porque impulsa el desarrollo de vegetación principalmente arbórea en las áreas degradadas (CEDES–Apurímac, 2015b), colaborando con el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

## e) Conservación de los bosques

Pese a que la conservación no constituye en sí misma una práctica de manejo, uno de los principales objetivos de su establecimiento en el contexto de las áreas naturales protegidas es la conservación a largo plazo de los recursos que estas contienen. En el Santuario Nacional de Ampay, aunque con limitaciones, se realizan prácticas de restauración de áreas degradadas de bosque nativo;<sup>33</sup> en el área protegida existe un pequeño vivero donde se producen plantones de intimpa (*Podocarpus glomeratus*) que a los dos años son trasladados a zonas degradadas, con la participación de guardaparques, estudiantes y pobladores locales.

Por otro lado, en los últimos meses se han instalado cuatro parcelas de monitoreo de bosques distribuidas a lo largo de una gradiente de elevación para establecer la línea base de la biodiversidad (dinámica del bosque y sus componentes) y los contenidos de carbono en el Santuario Nacional. Todas miden 60 x 60 m y cuatro son parcelas permanentes de vegetación, tres de ellas ubicadas en las zonas de Chullurpata, Salviayoc y Achupallayoc.<sup>34</sup> La cuarta parcela ha sido establecida por un estudiante tesista de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).<sup>35</sup>

En estas parcelas se han levantado datos de caracterización del bosque (árboles por encima de 5 cm de diámetro); también se ha identificado, etiquetado y medido el diámetro y altura, así como registrado datos del clima con sensores de temperatura y humedad.<sup>36</sup>

---

33 Amílcar Osorio, comunicación personal. Abancay, marzo del 2016.

34 Manuel Peralvo (CONDESAN) y Graciela Hilario Arones (SERNANP), comunicaciones personales, julio del 2016.

35 Roberto Kómetter, Programa Bosques Andinos, comunicación personal, octubre del 2016.

36 Manuel Peralvo (CONDESAN), comunicación personal, julio del 2016.

Otras prácticas de manejo de bosque que se vienen desarrollando en el ámbito de la Mancomunidad son:

## Reforestación

Tanto en Saywite como en Asil, distritos de Curahuasi y San Pedro de Cachora, respectivamente, existen plantaciones de diferentes edades (algunas muy recientes) con especies nativas e introducidas. En el caso de Asil, se requiere capacitación para cosecha y proceso productivo de hongos comestibles que crecen en las plantaciones de pino. Adicionalmente, los sectores de Atunpuquio, Achupalla y Tastamonte, en Asil, mantienen áreas intangibles de bosque nativo para la protección de manantiales.

El proyecto “Recuperación de la cobertura forestal de la Mancomunidad Saywite, Choquequirao, Ampay de las provincias de Abancay y Andahuaylas”, impulsado por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del GORE Apurímac, ha instalado más de un millón de plántulas en los distritos de Curahuasi, Cachora, Huanipaca, Tamburco y Pacobamba, integrantes de la Mancomunidad. Durante el año 2015 logró reforestar más de 800 hectáreas en los referidos distritos y tenía proyectado reforestar 800 hectáreas más con capulí, sauce, sauco, entre otras plantas nativas, en el 2016.

Una meta programada del proyecto es reforestar 1410 hectáreas de plantaciones en maíz y 604 hectáreas de agroforestería en 48 comunidades.

En general, la reforestación se realiza en los territorios donde había bosques nativos, en la puna donde están los pajonales, en áreas de laderas, en tierras secas y en zonas de bosques donde se instalan plantaciones nuevas.

La densidad de las plantaciones es variada. Según los informes técnicos, en Kiuñalla y San Pedro de Cachora las distancias de hoyo a hoyo son de 4 x 5 metros, la dimensión del hoyo de 0,40 x 0,40 x 0,40 metros y el jornal/día de 80 hoyos. En otros casos, la distancia entre hoyos es de 3 x 3 metros, la dimensión del hoyo de 0,40 x 0,40 x 0,40 metros y el jornal/día de 80 hoyos. El coordinador del proyecto considera que lo ideal es tener 1111 plantas de pino por hectárea a una distancia de 3 x 3 metros.

Un aspecto importante del proyecto es la realización de capacitaciones en los temas de: (i) producción de plántulas en viveros; (ii) prevención de incendios forestales; (iii) plantación en campos definitivos. Asimismo, plantea la conformación de una asociación responsable del manejo y cuidado del bosque que supervise y avise de los daños e incendios, para garantizar la sostenibilidad local.

El proyecto ha tenido un impacto directo sobre los ingresos y el empleo temporal de los comuneros, pues remunera a los que participan de la reforestación (además de abastecerlos de plántones).

## Implementación de viveros

Los viveros instalados en la Mancomunidad son manejados por pobladores de la zona. Estos han recibido capacitación del GORE Apurímac en producción de plántones en viveros, técnicas de conservación de plantas, prevención de incendios forestales, organización comunal con enfoque empresarial, entre otros temas que garantizarán la sostenibilidad de la actividad económica.

Dado que la sostenibilidad de las prácticas de manejo de bosques depende de la capacidad de la comunidad para mantenerlas en el tiempo, se realizaron entrevistas en la Mancomunidad (julio 2016) para indagar sobre sus costos. Hasta el momento, las prácticas de reforestación han sido ejecutadas con el apoyo del Programa Bosques Andinos, y es incierta la posibilidad de que las áreas reforestadas se mantengan con fines de conservación cuando las comunidades dejen de contar con él.

Según los entrevistados, los costos de las prácticas de manejo de bosques están determinados por el número de faenas y la cantidad de jornales requeridos. Por ejemplo, en Kiuñalla, en promedio destinan 15 a 18 jornales al mes para el mantenimiento de los manantiales, y cada jornal en la localidad equivale a 25 soles. En Llañucancha, el tiempo dedicado a las faenas de protección de los manantiales es de 80 a 120 días al año; todos los comuneros (120) participan a lo largo del año, y el jornal en la zona es de 45 soles.

Es posible señalar, de acuerdo con los resultados de la sistematización, que las prácticas priorizadas de manejo del bosque están relacionadas con la demanda de recursos naturales para las principales actividades económicas. La conservación y manejo del bosque es un tema transversal para las actividades de los pobladores locales, quienes destacan su importancia, pero dado que no perciben beneficios económicos directos, enfocan su esfuerzo en la administración de los recursos (como el agua y tierra) que contribuyen a sus ingresos económicos.

Los esfuerzos en la reducción de la vulnerabilidad de los bosques andinos deben concentrarse en fortalecer la capacidad de adaptación, ya que es el componente de la vulnerabilidad que puede ser intervenido por acciones humanas, a través del desarrollo de estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático.

### 6.3.1. Descripción de las prácticas de manejo de bosques por distrito

A continuación se detallan, por distrito, las prácticas de manejo sostenible de los bosques identificadas y priorizadas en cada comunidad campesina del ámbito del estudio (Cuadro 14).

**Cuadro 14**  
Buenas prácticas de manejo sostenible de bosques desarrolladas por las comunidades, por distrito, en la Mancomunidad

Distrito	Comunidad	Protección de manantiales	Normas consuetudinarias	Producción de miel de abejas	Restauración de bosques andinos	Reforestación*
Pacobamba	Ccerabamba	X	X			X
	Andina		X	X		X
	Pacchani		X	X		X
	Huironay	X	X			X
Huanipaca	Kiuñalla		X		X	X
Abancay / Tamburco	Llañucancho	X				X
Curahuasi	Curahuasi Asociación de Apicultores Agropecuarios			X		
	Saywite			X		X
San Pedro de Cachora						X

\* La práctica de reforestación forma parte del proyecto "Recuperación de la cobertura forestal de la Mancomunidad Saywite, Choquequirao, Ampay de las provincias de Abancay y Andahuaylas", impulsado por el CORE Apurímac. Este último brinda asistencia técnica y materiales, y su ejecución está a cargo de las comunidades. CEDES-Apurímac apoya la reforestación en las comunidades de Saywite (Curahuasi) y Asil (San Pedro de Cachora). Adaptado de CEDES-Apurímac (2015b)



## Distrito de Pacobamba

### a) Comunidad de Ccerabamba

Las prácticas reseñadas en los cuadros 15 y 16 consideran un conjunto de estatutos, normas y reglas aprobadas por la asamblea comunal relacionadas con sus principales actividades agropecuarias que tienen vínculo con la gestión del bosque.

**Cuadro 15**  
**Práctica de protección de manantiales**

<b>Situación previa</b>	La presión generada por el pastoreo alrededor de los manantiales, actividad que tiene larga data en la zona, disminuyó la oferta de agua.
<b>Situación actual</b>	Dada la reducción del volumen de agua en los manantiales, en el año 2009 la comunidad tomó la decisión de cercarlos, con apoyo de ECOBONA.
<b>Descripción</b>	De los siete manantiales existentes, se han cercado cinco en forma rústica con alambre de púas; la actividad fue financiada por ECOBONA. Toda la comunidad (55 comuneros inscritos y habilitados) participa en las acciones de protección mediante faenas comunales de frecuencia regular. Se han establecido dos formas de participación: (i) no monetaria, con la participación directa en la faena realizada dos veces al año como mínimo; y (ii) monetaria, con la retribución de 25 soles si el comunero no llegara a asistir a las faenas acordadas.
<b>Beneficios percibidos</b>	Los comuneros perciben que la protección de los manantiales ha aumentado la oferta de agua y conservado el área donde estos se ubican, además de haber favorecido la permanencia de las especies nativas.
<b>Amenazas ambientales</b>	El cambio climático se manifiesta en la escasez de las lluvias y la consiguiente disminución de la oferta de agua que conservan los manantiales.
<b>Asociaciones que colaboran</b>	Se destaca la anterior participación del Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS), y, más recientemente, de AgroRural en la capacitación sobre uso del agua y plantaciones de eucaliptos.

Entrevistas en la comunidad, julio 2016.



Cuadro 16  
Práctica de normas consuetudinarias

Situación previa	En esta y otras comunidades las normas de uso del suelo provienen del pasado y forman parte de su tradición.
Situación actual	Desde 1990 se aplican sanciones a los infractores por el incumplimiento de las prácticas culturales en relación a la actividad agrícola, pecuaria y los bosques.
Descripción	<p><b>Pastos:</b> La comunidad ha asignado a cada comunero algunas hectáreas para la explotación del pasto. El ganado se mantiene atado, de tal forma que solo consume los pastos distribuidos a cada comunero. Así se evita la escasez de alimento para los animales. Existe también un pastizal comunal que ese encuentra cercado. Los comuneros tienen la posibilidad de acceder a él si así lo requieren. Para usar los pastizales, cada comunero debe aportar a la comunidad y realizar el mantenimiento de las alambradas.</p> <p><b>Ganado:</b> Si bien no hay límites para la cantidad de animales por comunero, el número de cabezas de ganado doméstico se ha reducido. Cada comunero debe mantener su ganado dentro de su parcela. La comunidad ha enriquecido su producción ganadera mediante la incorporación de razas mejoradas y ha cambiado la producción de carne por la de leche. También ha mejorado el forraje introduciendo especies como el trébol blanco, trébol rojo, entre otros.</p> <p><b>Residuos agrícolas y de pastos:</b> La quema de residuos agrícolas y de pastos cercanos a los bosques o plantaciones está prohibida. A quienes incumplan se les aplica una multa equivalente al daño provocado. La población es consciente de que realizar una quema cerca del bosque puede provocar un incendio que la comunidad no estaría en capacidad de controlar.</p> <p><b>Extracción de leña:</b> Cada comunero tiene su plantación de eucalipto que le sirve como suministro de energía doméstica (puede extraer leña sin restricción).</p>
Beneficios percibidos	Las normas que regulan el uso de los pastos naturales y, paralelamente, el mejoramiento de la raza del ganado han hecho más eficiente la administración de la oferta de pastos totales. Dado que el manejo del ganado es responsabilidad de cada comunero en su propiedad privada, se mantiene el orden dentro de la comunidad.
Amenazas ambientales	Se perciben variaciones en la temperatura. Durante el friaje, la intensidad del frío aumenta por las noches, y por las mañanas el calor es más intenso. Tal variabilidad perjudica la producción de los cultivos agrícolas, los pastos y el alimento para el ganado.
Asociaciones que colaboran	La comunidad campesina es la encargada de las normas que regulan el manejo de los pastos, el ganado, la quema del bosque y la extracción de leña.

Entrevistas en la comunidades, julio 2016.

Adicionalmente, según testimonio de Santos Huamán Vásquez, Presidente de la Comunidad Ccerabamba-Andina, entre ambas comunidades han instalado 56 hectáreas de pino (*Pinus* sp.), aliso (*Alnus acuminata*), sauco (*Sambucus peruviana*) y queuña (*Polylepis* sp.) para la protección del agua (entrevista, marzo 2016).



## b) Comunidad de Andina

Los cuadros 17 y 18 resumen las normas consuetudinarias y las acciones sobre los campos agrícolas, el bosque (en beneficio de la producción de miel) y el ganado descritas por los comuneros entrevistados.

**Cuadro 17**  
Práctica de normas consuetudinarias

Situación previa	La extensión dedicada a la agricultura no tenía límites, estaba permitida la tala para la extracción de leña y no existía sanción por la quema del bosque. Las normas eran mínimas, sobre todo en relación con la participación de los pobladores en las faenas, la asistencia a las asambleas comunales y el apoyo monetario a la comunidad.
Situación actual	Desde 1990, la comunidad campesina se rige por normas más estrictas en lo que respecta a la extensión de los campos agrícolas y la gestión de los bosques.
Descripción	<p><b>Campos agrícolas:</b> Está prohibido ampliar los campos agrícolas más allá de lo establecido por la comunidad. Las tierras para la producción agrícola han sido distribuidas a los pobladores en calidad de posesionarios. Es responsabilidad de los comuneros participar en las faenas y asambleas, así como apoyar monetariamente a la comunidad en las actividades de limpieza de canales, caminos y lugares de uso común.</p> <p><b>Bosques:</b> Están prohibidas tanto la tala para la extracción de leña como la quema del bosque. La población está obligada a cuidar y proteger el bosque. No se aplica una práctica específica para favorecer la reforestación; sin embargo, en diversas faenas comunales se han sembrado plántones de eucaliptos.</p> <p><b>Ganado:</b> Están prohibidos el ingreso del ganado doméstico a los bosques y la tala de estos para ampliar la extensión de los pastos.</p> <p>Los comuneros que no participan en las faenas establecidas por la comunidad son objeto de sanción monetaria.</p>
Beneficios percibidos	La población no percibe cambios económicos por las prácticas establecidas para la conservación de los bosques, pero sí que la contaminación local se ha reducido por la disminución de la quema no controlada. Sin embargo, señala que se requiere concientización y capacitación en relación a la protección del bosque.
Amenazas ambientales	La frecuencia de las lluvias ha disminuido y la escasez de agua afecta a los bosques y el florecimiento de las plantas. Las mañanas y las tardes son ahora más frías, lo que es perjudicial para la producción agrícola y de miel.
Asociaciones que colaboran	CEDES-Apurímac, para la protección del bosque y la producción de miel; PRO-NAMACHS, para el mantenimiento del recurso hídrico local; y AgroRural apoya un vivero de frutales y la reforestación con eucalipto y alisos.

Entrevistas en la comunidad, julio 2016.



**Cuadro 18**  
**Práctica de producción de miel de abeja**

<b>Situación previa</b>	La producción de miel se venía realizando en forma rústica. En 2006-2007 ECOBONA brindó capacitación en técnicas de producción.
<b>Situación actual</b>	Cualquier comunero puede practicar la apicultura sin límites. No hay normas específicas sobre la crianza de abejas a nivel local.
<b>Descripción</b>	En la zona se utilizan abonos orgánicos y químicos en la agricultura. No se emplean insecticidas para no dañar a las abejas. La prohibición de la quema del bosque ha mejorado el hábitat de estos insectos y, por consiguiente, aumentado la producción de miel. Las abejas se alimentan del bosque, frutales, pastizales y flores de los campos agrícolas. La capacitación ofrecida por ECOBONA también ha contribuido a incrementar el rendimiento de miel de las colmenas.
<b>Beneficios percibidos</b>	La miel se vende a 5 soles el kilogramo y cada colmena rinde 30 kilogramos. Antes, cuando el bosque no se cuidaba, la producción era menor (20 kg). Además, el precio ha mejorado (de 4 a 5 soles/kg).
<b>Amenazas ambientales</b>	Una de las amenazas percibidas son las enfermedades que atacan a las plantas y las plantaciones de eucaliptos y pinos, reduciendo la producción de miel. Esto se debería al cambio del clima, principalmente a la disminución de las lluvias y la consiguiente escasez de agua que afecta a los bosques.
<b>Asociaciones que colaboran</b>	ECOBONA facilitó a los comuneros la realización de pasantías de capacitación en temas de producción de miel y manejo de abejas. Los comuneros inscritos para ser apicultores han recibido de CEDES-Apurímac subsidios de un 50% para el costo de las cajas de producción de miel al inicio de la actividad; el otro 50% fue costeado por cada comunero beneficiario.

Entrevistas en la comunidad, julio 2016.



### c) Comunidad de Pacchani

Las normas consuetudinarias para el manejo de bosque reseñadas en el cuadro 19 incluyen disposiciones sobre el uso del bosque, el manejo del ganado y la distribución de los recursos hídricos.

**Cuadro 19**  
Práctica de normas consuetudinarias

<b>Situación previa</b>	La comunidad no contaba con normas de uso del bosque. La quema de residuos agrícolas provocaba incendios forestales y contaminación del aire.
<b>Situación actual</b>	Desde el año 2000, la comunidad sentó en actas una serie de normas para regular el uso del bosque.
<b>Descripción</b>	<p><b>Bosque:</b> En el año 2000 se delimitó el área correspondiente al bosque y se señaló la parte del territorio que se conservaría para este, prohibiendo su deforestación. La extensión de los campos agrícolas no debe exceder el límite establecido por la comunidad. La población asignó las áreas para la reforestación con pino sobre una superficie que se encontraba en desuso. Esta medida se tomó en el año 2014. Se reforestaron diez hectáreas con plántones de pino con el objetivo de aumentar la humedad de las tierras en beneficio de los cultivos agrícolas. Se prohibió la quema del bosque, y la quema de residuos agrícolas debe hacerse con cuidado para no extender el fuego hacia aquel. También está prohibida la deforestación o extensión de cultivos agrícolas a 8 metros de distancia del borde de los manantiales.</p> <p><b>Ganado:</b> El promedio, cada familia posee cuatro cabezas de ganado. Los animales deben permanecer atados dentro de la parcela para impedir que dañen los plántones. El ganado se alimenta de pastos privados cultivados con alfalfa y ryegrass. La población animal está compuesta principalmente por ganado vacuno criollo; los animales menores son cuyes y gallinas.</p> <p><b>Recursos hídricos:</b> Los principales ojos de manantiales para el riego, para el ganado y para el consumo humano son el Miskiyako y el Plantaromio. El mantenimiento de los canales se realiza mediante faenas comunales. El agua es un bien escaso y la provee la comunidad campesina de Andina. Por acuerdo consignado en actas, solo hay abastecimiento de agua dos a tres días a la semana, por lo que cada cuatro a cinco familias puede disponer del recurso uno de esos días.</p>
<b>Beneficios percibidos</b>	La población aún no percibe los beneficios económicos de la conservación de los bosques. Más bien, se ha visto impedida de incrementar sus campos agrícolas. Pero reconoce que las normas establecidas han beneficiado al bosque, ahora las laderas tienen más vegetación y en los bordes de los ríos son abundantes los árboles que previenen los deslizamientos.
<b>Amenazas ambientales</b>	En los últimos cinco años, el aumento de la temperatura en las mañanas y las bajas temperaturas registradas durante noche están reduciendo a la mitad los rendimientos de los cultivos (cereales, frejol y maíz). Asimismo, las vacas y los terneros se ven afectados por el frío, al igual que los animales menores (cuyes). Los cambios de temperatura también han impactado negativamente en las plantaciones de pinos: la mitad no ha florecido y se ha secado. Desde el año 2013, la disminución de las lluvias ha perjudicado los cultivos agrícolas (se ha cosechado solo un cuarto de la producción regular desde entonces).
<b>Asociaciones que colaboran</b>	El Programa Bosques Andinos brindó capacitación sobre manejo del bosque.

Entrevistas en la comunidad, marzo y julio 2016.



**Cuadro 20**  
**Práctica de producción de miel de abejas**

<b>Situación previa</b>	Pacchani producía miel, aunque lo hacía en forma rústica.
<b>Situación actual</b>	Cualquier comunero puede practicar la apicultura sin límites. No hay normas específicas sobre la crianza de abejas a nivel local. En el año 2016, CEDES-Apurímac brindó capacitación en técnicas de producción. Los comuneros han comenzado a adquirir e instalar colmenas para la producción de miel de abeja.
<b>Descripción</b>	Las abejas se alimentan del bosque, frutales, pastizales y flores de los campos agrícolas. Se necesita fortalecer la cadena productiva. La capacitación recibida de CEDES-Apurímac es considerada aún insuficiente para replicar la producción de otras comunidades de la Mancomunidad.
<b>Beneficios percibidos</b>	La miel se vende a 5 soles el kilogramo y cada colmena rinde 30 kilogramos. Antes, cuando el bosque no se cuidaba, la producción era menor (20 kg). Además, el precio ha mejorado (de 4 a 5 soles/kg).
<b>Amenazas ambientales</b>	Los cambios en el clima, principalmente la disminución de las lluvias, han alterado la floración en los bosques, alimento fundamental de las abejas, disminuyendo el rendimiento de las colmenas.
<b>Asociaciones que colaboran</b>	ECOBONA facilitó a los comuneros la realización de pasantías de capacitación en temas de producción de miel y manejo de abejas. Los comuneros inscritos para ser apicultores han recibido de CEDES-Apurímac subsidios de un 50% para el costo de las cajas de producción de miel al inicio de la actividad, el otro 50% fue costeado por cada comunero beneficiario.

Entrevistas en la comunidad, julio 2016.

La comunidad de Pacchani requiere apoyo técnico no solo para el desarrollo apícola sino también frutícola, ya que cuenta con gran potencial para producción de frutales.



## d) Comunidad de Huironay

Las normas consuetudinarias descritas en los cuadros 21 y 22 consideran medidas relativas a los bosques, el ganado y los campos agrícolas, y también prácticas para la protección de los manantiales.

**Cuadro 21**  
**Práctica de normas consuetudinarias**

<b>Situación previa</b>	La comunidad no había establecido normas para el manejo de los bosques. La quema de residuos agrícolas se extendía hasta estos y provocaba incendios incontrolables, dañando el bosque nativo además de contaminar el aire.
<b>Situación actual</b>	Se ha formalizado el manejo del bosque y del ganado y la extensión de los cultivos agrícolas.
<b>Descripción</b>	<p><b>Bosques:</b> En el año 2000, la comunidad decidió priorizar la conservación del bosque con la finalidad de mantener y aumentar el agua que este ecosistema provee. Desde el año 2007 aplica sanciones a quienes quemen residuos agrícolas cerca de bosque, principalmente para evitar que el fuego se extienda. La medida incluye un pago de 700 soles como mínimo por los daños causados. Se han plantado 40 hectáreas de pino con el apoyo del GORE Apurímac, el que además ha efectuado la donación de mil plántones de aliso.</p> <p><b>Ganado:</b> Se ha limitado el crecimiento del ganado y se ha dispuesto que permanezca atado en la parcela asignada de pastos a cada comunero para impedir que ingrese al bosque y dañe las plantaciones. La comunidad cuenta con 300 hectáreas de pastos naturales y 100 hectáreas de pastos cultivados (trébol) y está haciendo esfuerzos para mejorar el ganado vacuno introduciendo razas más productivas.</p> <p><b>Campos agrícolas:</b> La extensión de los campos agrícolas es limitada. Cada comunero posee en promedio 1200 m<sup>2</sup> de superficie. En total, la comunidad destina 10 hectáreas a la siembra de cultivos agrícolas.</p>
<b>Beneficios percibidos</b>	La vegetación del bosque ha aumentado y, gracias a la aplicación de las normas, se han reducido los incendios provocados por la quema de residuos agrícolas. La conservación del bosque ha incrementado el número de animales silvestres, además de reducir la contaminación del aire.
<b>Amenazas ambientales</b>	La disminución de las lluvias ha afectado la producción agrícola y pecuaria. La variación de la temperatura (más calor por las mañanas y más frío por las noches) causa enfermedades respiratorias en el ganado doméstico. Si bien la reducción de las quemaduras ha beneficiado al bosque, las comunidades campesinas cercanas a la localidad continúan quemando sus residuos agrícolas, sin cuidar el bosque. A inicios del año 2016 se registró un incendio provocado por las comunidades aledañas que afectó al bosque y contaminó el aire. Las comunidades campesinas de la zona requieren capacitación en materia de conservación del bosque y prevención de incendios causados por quemar residuos.
<b>Asociaciones que colaboran</b>	ECOBONA capacitó a los comuneros de la localidad en el manejo y conservación del bosque. El GORE Apurímac proporcionó plántones de pinos y de alisos.

Entrevistas en la comunidad, julio 2016.



**Cuadro 22**  
**Práctica de protección de manantiales**

<b>Situación previa</b>	El manejo y el uso del agua no estaban normados en la comunidad.
<b>Situación actual</b>	Existen normas básicas de protección para los ojos de manantiales (aunque los estatutos de la comunidad se enfocan en la distribución del agua), como la prohibición de la tala y la ampliación de las chacras, y el reemplazo de eucaliptos (absorben mucha agua) por especies forestales nativas como el aliso en las zonas circundantes. Promueven el retorno de los animales silvestres (como el venado gris). La comunidad considera imprescindible contar con un vivero.
<b>Descripción</b>	La localidad cuenta con dos ojos de manantial medianos de una capacidad de ocho litros por segundo y quince pequeños de un largo de cien metros. La Junta de Regantes se encarga de la administración del agua para los campos de cultivo (agrícola y de pastos). Cada comunero recibe tres veces riego continuo, que comprende tres días cada vez. La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) suministra el agua para consumo humano. El agua llega durante veinticuatro días al mes a la vivienda de cada poblador a través de cañerías. Las viviendas se abastecen del canal Rosas Yaco (ojo de manantial), que tiene una construcción de reservorio entubado. Su mantenimiento, que no incluye el uso de cloro para la limpieza del agua, se realiza en faenas comunales. La población local participa en las faenas de limpieza y mantenimiento de los canales de agua. La no asistencia a las faenas es sancionada con una multa de 30 soles y la pérdida del turno de suministro de agua.
<b>Beneficios percibidos</b>	Las normas establecidas han permitido administrar el agua para las viviendas y la producción agropecuaria, cubriendo las principales actividades económicas de la población.
<b>Amenazas ambientales</b>	Anteriormente se plantaron eucaliptos en los ojos de los manantiales, lo que ha perjudicado el abastecimiento de agua porque esta especie, según los comuneros, absorbe veinte litros diarios. Se requiere capacitar y sensibilizar a la población local para retirar los eucaliptos (ya se han eliminado varios árboles, pero aún falta remover el resto con la colaboración de otros comuneros).
<b>Asociaciones que colaboran</b>	CEDES-Apurímac ha trabajado junto con la población el diagnóstico de las fuentes de agua, la planificación de las acciones y la protección propiamente dicha. En el sector denominado Ayahuayco se procedió a la eliminación de árboles de eucalipto de la zona aledaña a los manantiales, la delimitación del área y la reforestación con especies nativas como sauco y aliso (CEDES-Apurímac, 2016).

Entrevistas en la comunidad, marzo y julio 2016.



## Distrito de Huanipaca

### e) Comunidad de Kiuñalla

Los cuadros 23 y 24 detallan las prácticas de normas consuetudinarias y de restauración de bosques andinos identificadas en la comunidad de Kiuñalla.

**Cuadro 23**  
Práctica de normas consuetudinarias

<b>Situación previa</b>	Desde la Reforma Agraria, la comunidad cuenta con reglamentos de uso de los recursos comunales.
<b>Situación actual</b>	El Estatuto comunal prohíbe la tala, la quema del bosque, la caza de animales silvestres y la ampliación de los campos agrícolas y de pastoreo. Pero aún se requiere un intenso trabajo de concientización entre los pobladores sobre la necesidad de conservar a largo plazo los bosques y mantener la salud de los manantiales.
<b>Descripción</b>	Bosque: La tala y quema del bosque, al igual que la caza de animales silvestres, están prohibidas. La tala para la obtención de leña ocurre en las plantaciones de eucalipto. Si bien los reglamentos contemplan sanciones dependiendo del daño causado en el bosque, la comunidad generalmente no cumple con aplicarlas. Ganado: Los pastos naturales son de uso comunal y no se establecen límites, pero cada comunero conoce la extensión que le corresponde. Está prohibida la ampliación de los pastos sobre los bosques. Campos agrícolas: Cada comunero tiene asignada una extensión agrícola, en la que principalmente siembra papa, frijol y manzana para el autoconsumo y la venta.
<b>Beneficios percibidos</b>	La conservación del bosque mejora el paisaje local, y las normas que regulan el manejo del ganado y los pastos han reducido su expansión a expensas del bosque.
<b>Amenazas ambientales</b>	Las heladas son ahora más intensas y dañan los campos de cultivos de secano, además de provocar enfermedades respiratorias a los animales. Los cambios de temperatura (más calor en el día y más frío en la noche) son más marcados también. La escasez de agua por la falta de lluvias en los meses de mayo a diciembre, la que es más crítica de julio a setiembre, imposibilita el riego de los campos agrícolas.
<b>Asociaciones que colaboran</b>	El Programa Bosques Andinos ha capacitado a la población en materia de conservación de los bosques.

Entrevistas en la comunidad, julio 2016.



**Cuadro 24**  
**Práctica de restauración de bosques andinos**

<b>Situación previa</b>	No existen prácticas específicas sobre la restauración del bosque andino.
<b>Situación actual</b>	Tras la capacitación brindada por CEDES-Apurímac, se espera iniciar la restauración de los bosques con plántones de queñua ( <i>Polylepis</i> sp.) y tasta ( <i>Escallonia myrtilloides</i> ).
<b>Descripción</b>	Para conservar las áreas de bosques nativos, la localidad ha cercado con alambre tres sectores de bosques. Esta actividad es realizada por los comuneros, quienes tienen la obligación de participar en las faenas de mantenimiento de los cercos, o en caso contrario son sancionados. Se han instalado pequeñas plantaciones con plántones de pinos y plantas nativas, cuya conservación y mantenimiento está a cargo de la comunidad. También se ha realizado una plantación grande en los pajonales con apoyo del Programa Bosques Manejados del GORE.*
<b>Beneficios percibidos</b>	Como la práctica es reciente, aún no se perciben beneficios. Pero se espera recuperar la fauna y flora de la localidad y, con ello, generar actividades económicas como el ecoturismo en beneficio de los habitantes de la comunidad. Asimismo, mejorar el abastecimiento del agua.
<b>Amenazas ambientales</b>	Los cambios en la temperatura y la escasez de lluvias afectan la vegetación del bosque.
<b>Asociaciones que colaboran</b>	CEDES-Apurímac y SERFOR. Este último busca instalar parcelas piloto para evaluar la restauración de la vegetación en espacios con distinto grado de intervención: áreas deforestadas por la agricultura, áreas intervenidas para extraer madera y leña y en cabeceras-manantes.**

\* Roberto Kometter, Programa Bosques Andinos, comunicación personal, octubre 2016.

\*\* Luis Saavedra Muñoz, SERFOR, comunicación personal, julio 2016.

Entrevistas en la comunidad, marzo y julio 2016.



## Distrito de Tamburco

### f) Comunidad de Llañucancha

La práctica de protección de manantiales en la comunidad de Llañucancha, reseñada en el cuadro 25, es enfocada como una medida de uso y distribución del agua para el abastecimiento de sus principales actividades económicas.

**Cuadro 25**  
**Práctica de protección de manantiales**

<b>Situación previa</b>	La protección de los manantiales está reglamentada de forma indirecta desde 1985. En general, los comuneros no mostraban mayor preocupación por los manantiales, permitían el ingreso del ganado a estos y también sembraban papa en sus alrededores, contaminando el agua con pesticidas.
<b>Situación actual</b>	Desde 1985, los ojos de manantiales están protegidos y cercados con plantones o árboles nativos, aunque los comuneros consideran que el cerco debe ampliarse a una superficie mayor. De todas maneras, el volumen de agua ha disminuido sensiblemente. Se ha expulsado al ganado y si se encuentra un animal, se le captura y sacrifica. Ocasionalmente ingresa ganado de otras comunidades.
<b>Descripción</b>	Está prohibida la siembra de cultivos agrícolas y el pastoreo animal en los alrededores de los ojos de manantiales. Desde hace cinco años, el recorrido de los manantiales ha sido cercado con plantas nativas y foráneas (pinos). Se han instalado alrededor de 3000 plantones y es inminente la instalación de 7000 u 8000 más (el CORE Apurímac ha dispuesto 7000 plantones). Se considera incluir a los bofedales en las medidas de protección. Como medida de protección de los manantiales, se ha cercado con alambre de púas las partes media y alta del bosque nativo. También se prohíbe la quema del bosque. El mantenimiento de los cercos de los manantiales y los bosques requiere ochenta días al año. Los comuneros tienen la obligación de participar en estas faenas. De no hacerlo, la sanción consiste en no asignarles agua para la campaña agrícola. El plan comunal prevé hacer pozas con champa y totora (con apoyo externo o sin él). La Junta de Usuarios de Riego asigna el agua para los cultivos agrícolas, el ganado y las tres piscigranjas privadas (no existe piscigranja comunal). La JASS se encarga del sistema de distribución del agua a las viviendas a través de cañerías. El agua no es tratada previamente con cloro.
<b>Beneficios percibidos</b>	Las acciones de protección de los manantiales han favorecido el abastecimiento del agua para cubrir las necesidades de la población local y además la vegetación del bosque ha mejorado.
<b>Amenazas ambientales</b>	La escasez de lluvias perjudica las plantaciones y cultivos agrícolas. El periodo crítico va de agosto a noviembre. Las bajas temperaturas impactan negativamente en la floración de los cultivos agrícolas. La situación empeora cuando las granizadas son más intensas de lo habitual y, junto con las heladas, afectan al ganado, las plantaciones y los cultivos agrícolas.
<b>Asociaciones que colaboran</b>	CEDES-Apurímac y el GORE Apurímac han apoyado a la comunidad con la reforestación de pino para proteger el curso de los manantiales.

Entrevistas en la comunidad, marzo y julio 2016.



Cabe precisar que el estatuto de la comunidad campesina de Llañucancha ha dispuesto la parcelación de aproximadamente 500 hectáreas de plantaciones de eucalipto con fines de uso y explotación maderable, en beneficio de la población. Cada comunero cuenta con una parcela que puede gestionar y explotar. Los asociados principalmente extraen y venden la madera. Si un comunero desea ceder en explotación su parcela, debe solicitar permiso a la comunidad, y si desea vender (o ceder su posesión), debe pedir la “independización” a la comunidad y permiso al SERFOR. Solo cinco hectáreas de bosque son de propiedad comunal.

La comunidad mantenía 20 hectáreas de pinos anteriormente plantadas y, con el apoyo del Programa de Bosques Andinos y CEDES–Apurímac, han plantado pinos en 50 hectáreas con fines de reforestación.

La comunidad ha diversificado su producción: ganadería con razas mejoradas, apicultura, agroecología, frutales, cuyes, otros.

En Saywite existe una organización incipiente de apicultores que requiere apoyo técnico (intercambios o pasantías con, por ejemplo, Curahuasi, sobre crianza, organización de una asociación, tratamiento de enfermedades de las abejas, etc.).



## Distrito de Curahuasi

### g) Asociación de Apicultores Agropecuarios de Curahuasi

Cuadro 26  
Práctica de producción de miel de abejas

<b>Situación previa</b>	Creada en el año 2004, en el 2015 la Asociación contaba con cuarenta socios inscritos. CEDES-Apurímac financiaba el 100% de los costos de producción (materiales y equipos).
<b>Situación actual</b>	Actualmente, tras el retiro del financiamiento, el número de asociados se ha reducido a catorce. Cada participante cubre sus gastos de producción de miel. Cabe señalar que estos cuentan con carreras profesionales técnicas y trabajan en instituciones estatales locales o en empresas privadas, y la apicultura no es su principal actividad económica, sino una fuente adicional de ingresos.
<b>Descripción</b>	<p>Los asociados provienen de diferentes comunidades del distrito de Curahuasi: Concacha (1), Trancapata (1), Pisonaypta (2), Lucmus (2), Jocharay (2), Pucapuca (1), Gegeray (2) y cinco son del distrito de Curahuasi. Las colmenas se ubican en sus respectivas localidades. Doce socios cuentan con treinta colmenas en promedio; el resto tiene de sesenta a cien. Cada colmena produce 15 a 20 kilogramos de miel, y el kilogramo se vende a 20 soles. La Asociación recolecta la miel en dos campañas al año, y se encarga de empacarla y distribuirla en las ferias agropecuarias locales o en Abancay y Curahuasi.</p> <p>Los socios deben asistir a las reuniones que se convoquen. Con tres faltas o inasistencias, pierden su condición de socios y los beneficios de la recolección y comercio de la miel. Se ha dado el caso de asociados que han adulterado la miel recolectada con jarabe de azúcar. Esta falta es sancionada con el retiro definitivo. Dentro de la asociación se ha establecido la importancia de la conservación del bosque y la prohibición de las quemadas en su interior o alrededores.</p> <p>La Asociación está promoviendo la instalación de colmenas entre los productores de palta (y otros frutales). La apicultura requiere ser apoyada con la introducción y propagación de plantas melíferas nativas.</p> <p>Cada comunidad campesina cuenta con normas para la conservación del bosque (prohibición de la tala y quema), pero no son estrictas y no se suele sancionar a los infractores.</p>
<b>Beneficios percibidos</b>	La asociación facilita la recolección y comercialización a sus asociados. Produce miel, polen, cera, núcleos.
<b>Amenazas ambientales</b>	Los cambios de temperatura y la escasez de lluvias afectan la floración de las plantas y flores, perjudicando la producción de miel. Varios productores de miel de abeja tienen problemas de sanidad con la varroa (ácaro que produce alas deformes en las abejas, así como la reducción de su tamaño y peso, pérdida de vitalidad y posterior muerte), la loque europea y otras.
<b>Asociaciones que colaboran</b>	CEDES-Apurímac colabora con la asociación brindando apoyo técnico y capacitación (manejo de colmenas y enjambres, reconocimiento de plantas melíferas, efectos del cambio climático, otros).

Entrevista al presidente de la Asociación de Apicultores Agropecuarios de Curahuasi.





7

# Impacto del cambio climático y de las presiones antrópicas sobre las coberturas boscosas de la mancomunidad

---

## 7.1. Enfoque teórico

Se considera como impactos del cambio climático a las consecuencias de este en los sistemas humanos y naturales. Se distingue entre impactos potenciales (aquellos que pueden suceder dado un cambio proyectado en el clima, sin tener en cuenta las medidas de adaptación) e impactos residuales (los que pueden ocurrir después de la adaptación) (IPCC, 2014b).

El cambio climático tiene una serie de efectos directos e indirectos sobre los ecosistemas, sea incidiendo sobre la fenología e interacciones entre las especies, sea provocando cambios en la funcionalidad, estructura y composición de las comunidades vegetales; también incrementando la vulnerabilidad frente al fuego y los deslizamiento de tierras y, por otro lado, promoviendo migraciones altitudinales de plantas y animales silvestres. Estos efectos se ven acentuados por otros procesos, generalmente antropogénicos, como cambios en el uso de las tierras, contaminación, introducción de especies exóticas, incendios forestales, caza indiscriminada, etc. (IPCC, 2014b; Llerena, Yalle y Silvestre, 2016).

Los análisis multitemporales de imágenes satelitales constituyen una herramienta fundamental para estudiar la evolución espacio-temporal de la cobertura vegetal, observar sus variaciones y obtener información para determinar la influencia de los procesos de cambio climático y las actividades antrópicas en aquella (García y Otto, 2015). La información multitemporal suministrada por las imágenes satelitales facilita una mejor interpretación de los procesos que actúan sobre la cobertura vegetal (Alva y Meléndez, 2009). La percepción remota, en general, provee de una visión sintética, integrada y uniforme de la superficie terrestre y ofrece información muy rica sobre la vegetación al registrar su comportamiento en distintas longitudes de onda del espectro electromagnético (se obtiene información sobre regiones no visibles del espectro para el ojo humano o la fotografía convencional) (García y Otto, 2015). Los métodos principales para el cálculo de cobertura vegetal a partir de imágenes de satélite consideran las clasificaciones, cocientes e índices entre bandas espectrales, técnicas que toman ventaja de la respuesta espectral de la cobertura vegetal y del suelo mismo al resaltar las características de absorción y reflectancia propias de estos (Alva y Meléndez, 2009).

Los cambios progresivos en la cobertura vegetal y de uso de tierras han cobrado gran relevancia en los análisis de las tendencias espacio-temporales de los procesos de deforestación y degradación ambiental provocados por actividades humanas y por fenómenos naturales (Osuna *et al.*, 2015). De hecho, los procesos de cambio de uso de la tierra y de pérdida de cobertura vegetal han atraído la atención de un amplio grupo de investigadores en las últimas décadas, desde los interesados en la comprensión de sus causas y consecuencias (estado general y fragmentación de la cobertura vegetal, tasas de deforestación, dinámica y tendencias de los cambios, etc.), hasta aquellos dedicados a la modelación de patrones espacio-temporales de la conversión o cambio de uso de la tierra.

Durante este proceso de cambio, son frecuentes los deslizamientos, inundaciones e incendios, que incrementan considerablemente la pérdida de cobertura vegetal. Sin

embargo, en las últimas décadas han sido las actividades humanas las que en mayor grado han desencadenado estos efectos por factores demográficos y económicos (Osuna *et al.*, 2015).

## 7.2. Metodología

Se propuso realizar un análisis multitemporal para determinar la dinámica de cambios en la cobertura de la tierra en la Mancomunidad, y de esta manera identificar la influencia tanto de los impactos del cambio climático como de las presiones antrópicas sobre esta dinámica en el tiempo.

Sin embargo, debido a las características de la intervención en estos ambientes, con una larga historia de uso de los bosques andinos hasta reducirlos a relictos, no es posible establecer con claridad el origen de los impactos; es decir, si se deben al cambio climático o a las presiones antrópicas, o, más bien, a la actuación conjunta de ambos factores.

### 7.2.1. Generación de mapas de cobertura de la tierra

Para el área en estudio, que incluye los cinco distritos que comprenden la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay, además de un sector adicional que forma parte de la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay (ubicado en el distrito de Abancay), se elaboraron dos Mapas de Cobertura de la Tierra para los años 2000 y 2010, adicionales al Mapa de Cobertura de la Tierra 2015 (mapa 4). Estos mapas fueron elaborados con la misma metodología y leyenda del Mapa de Cobertura de la Tierra 2015, a fin de asegurar la consistencia temática y temporal entre estos. La metodología se describe ampliamente en el apartado 2.1.

### 7.2.2. Recopilación de insumos para el análisis multitemporal

Para el análisis multitemporal, se compiló información de los distintos mapas de cobertura de la tierra elaborados para el ámbito de la Mancomunidad, se realizó una búsqueda bibliográfica y también se revisó los proyectos desarrollados anteriormente en el área de estudio. El material reunido fue sistematizado y organizado para evaluar la posibilidad de incorporarlo en un análisis comparativo de las dinámicas de cambios en la cobertura de la tierra (Cuadro 27).

El análisis comparativo entre los mapas disponibles tomó en cuenta los siguientes criterios: (i) complejidad de la leyenda; (ii) escala de trabajo para la elaboración del mapa; (iii) nivel de detalle en la delimitación de las coberturas; y (iv) consistencia temporal de la distribución de las coberturas. Los resultados de este análisis se muestran en la quinta columna del cuadro 27.

Finalmente, por su consistencia temática y temporal, para el análisis multitemporal se seleccionó los mapas elaborados para el presente estudio de los años 2000, 2010 y 2015 (mapa 7).

## Cuadro 27

### Sistematización de la información básica de los mapas de cobertura de la tierra elaborados para el ámbito de la Mancomunidad

Año del mapa	Fuente	Características de la elaboración del mapa	Condiciones del mapa para el análisis	Condiciones de comparabilidad para el análisis multitemporal
1991	CONDESAN, 2015	Insumos: Landsat 5 Fechas: 8/7/1991 y 17/7/1991 Resolución espacial: 30 m Ámbito: Mancomunidad Metodología: Clasificación supervisada sobre la base de segmentos, método de clasificación Isodata y edición manual.	Leyenda similar a la del estudio. Ausencia de coberturas como ríos, red vial, bofedales, bosques secos.	Escaso detalle en la delimitación de las coberturas boscosas. La consistencia temporal de la distribución de las coberturas boscosas no es compatible con los mapas seleccionados para el análisis. Por esas razones, no es posible incorporar esta información en el análisis multitemporal.
2000	CDC-UNALM, 2015	Insumos: Landsat 5 y 7, y CBERS Fechas: 23/6/2000 (L5) y 25/6/2001 (L7) Resolución espacial: 30 m Ámbito: Mancomunidad Metodología: Clasificación supervisada sobre la base de segmentos, clasificador Random Forest y edición manual.	Leyenda elaborada para el presente estudio.	La complejidad de la leyenda, la escala de elaboración del mapa, el nivel de detalle en la delimitación de las coberturas boscosas y la consistencia temporal de la distribución de las coberturas permiten incorporar esta información en el análisis multitemporal.
2006	Rumbol, 2011	Insumos: Landsat 5 Resolución espacial: 30 m Ámbito: Mancomunidad Metodología: Clasificación supervisada y no supervisada.	Información cartográfica no disponible.*	Información cartográfica no disponible.
2008	LTA-UNALM, 2009	Insumos: Landsat 5 y CBERS Fechas: 14/8/2007, 4/7/2007 y 20/6/2008 (L5) Resolución espacial: 30 m (L5) y 5 m (CBERS) Ámbito: Mancomunidad	Leyenda parcialmente compatible con la empleada en el estudio. Ausencia de coberturas como bofedales, bosques secos, plantaciones forestales, red vial, vegetación geliturbada, zonas quemadas y áreas arenosas.	Dificultad para adaptar la leyenda del mapa a la empleada para la comparación. Escaso nivel de detalle en la delimitación de las coberturas. La consistencia temporal de la distribución de las coberturas boscosas no es compatible con los mapas seleccionados para el análisis. Tales problemas no permiten incorporar esta información en el análisis multitemporal.

2010	Rumbol, 2011	Insumos: Landsat 5 Resolución espacial: 30 m Ámbito: Mancomunidad Metodología: Clasificación supervisada y no supervisada.	Información cartográfica no disponible.*	Información cartográfica no disponible
2010	CDC-UNALM, 2015	Insumos: Landsat 5 Fechas: 12/7/2010 y 21/7/2010 Resolución espacial 30m. Ámbito: Mancomunidad y Santuario Nacional de Ampay (y su zona de amortiguamiento) Metodología: Clasificación supervisada sobre la base de segmentos, clasificador Random Forest y edición manual.	Leyenda elaborada para el presente estudio.	La complejidad de la leyenda, la escala de elaboración del mapa, el nivel de detalle en la delimitación de las coberturas boscosas y la consistencia temporal de la distribución de las coberturas permiten incorporar esta información en el análisis multitemporal.
2013	GORE Apurímac, 2014	Insumos: Landsat 8 Fechas: 26/5/2013, 6/9/2013 y 26/5/2013 Resolución espacial: 30 m Ámbito: Departamento de Apurímac Metodología: Clasificación supervisada sobre la base de píxeles, método de clasificación Maximun Likelihood Classification y edición manual.	Leyenda compatible con la empleada en el estudio. Ausencia de coberturas como red vial.	Escaso detalle en la delimitación de las coberturas boscosas debido a que la escala de mapeo se desarrolló para un ámbito más amplio que el de la Mancomunidad (departamento de Apurímac). Por eso, no es posible incorporar esta información en el análisis multitemporal.
2015	CDC-UNALM, 2015	Insumos: Landsat 8 Fechas: 10/7/2015 y 19/7/2015 Resolución espacial: 30 m (mejoramiento de la resolución espacial a 15 m). Ámbito: Mancomunidad y Santuario Nacional de Ampay (y su zona de amortiguamiento) Metodología: Clasificación supervisada sobre la base de segmentos, clasificador Random Forest y edición manual.	Leyenda elaborada para el presente estudio.	La complejidad de la leyenda, la escala de elaboración del mapa, el nivel de detalle en la delimitación de las coberturas boscosas y la consistencia temporal de la distribución de las coberturas permiten incorporar esta información en el análisis multitemporal.

\*Durante la búsqueda de información cartográfica de cobertura de la tierra producida para el ámbito de la Mancomunidad, se encontró el estudio "Análisis regional de la efectividad de las estrategias del Programa Regional ECOBONA en la reducción de presiones a los Ecosistemas Forestales Andinos (EFA) en Bolivia, Ecuador y Perú", elaborado por Rumbol (2011), que contempló la elaboración de estos mapas para los años 2006 y 2010, pero la información no estaba disponible y no se pudo revisar ni evaluar sus condiciones para incorporarlos en el análisis.  
Elaboración propia.



### 7.2.3. Análisis multitemporal de los cambios de cobertura de la tierra

Para facilitar el análisis de los cambios de las coberturas de la tierra, las diecisiete clases de la leyenda original de los mapas elaborados se agruparon en cuatro grandes tipos: (i) bosques, (ii) otras coberturas naturales, (iii) áreas intervenidas y (v) ríos y lagunas, los cuales se detallan en el cuadro 28 y el mapa 8.

Cuadro 28

Una vez organizada la información, se calculó la pérdida o ganancia de las extensiones de los tipos de cobertura de la tierra según los periodos de tiempo analizados (2000-2010 y 2010-2015), reportando los cambios tanto respecto de las extensiones iniciales (año 2000) como de la extensión total del área de estudio. Del mismo modo, los resultados se presentaron a nivel de la Mancomunidad y a nivel distrital. Esta información cuantificable permite analizar las dinámicas de cambio experimentadas por las coberturas de la tierra en el periodo bajo estudio, así como identificar a los agentes responsables de estas.

## 7.3. Resultados

El análisis multitemporal abarca quince años (2000-2015) y reporta los cambios ocurridos durante este periodo.

Los bosques de la Mancomunidad tienen una larga historia de intervención y se encuentran inmersos en una matriz de mosaico agropecuario y pastizales naturales. En todos los distritos de la Mancomunidad, los cambios en las coberturas naturales están influenciados tanto por las presiones antrópicas como por el cambio climático. No es posible disgregar claramente el impacto de unas y otro ya que en ambientes como estos ambos factores actúan en forma conjunta.

Al interior del Santuario Nacional de Ampay, donde la intervención humana es restringida, se podría afirmar que las modificaciones en las coberturas naturales están influenciadas principalmente por el cambio climático. Es notable, por ejemplo, la disminución de casi un 70% de los nevados y glaciares con respecto al año 2000, además del avance de la puna húmeda y la puna arbustiva, y la contracción de los bosques montanos. En estos últimos, el retroceso es reforzado por el avance de las actividades agropecuarias en el sector sur de la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional. Otra pérdida evidente es el retroceso del nevado presente en el distrito de Pacobamba, reportado en el mapa 2000, el mismo que ya no es posible distinguir en los años 2010 y 2015.

Asimismo, se observa que el incremento de los paisajes boscosos fragmentados es resultado de la intervención gradual en los bosques nativos para extender las áreas de cultivo y de pastos, así como de la introducción de parches de plantaciones forestales en las pasturas silvestres (puna arbustiva y puna húmeda).

Cuadro 28  
Composición de los tipos de coberturas de la tierra

Tipos de coberturas de la tierra	Coberturas incluidas
Bosques Montanos	Bosques montanos pluviestacionales y Bosques montanos xéricos
Otras coberturas naturales	Áreas arenosas, Bofedales, Glaciares y nivales, Matorral xérico, Puna arbustiva, Puna húmeda, Tierra desnuda, Vegetación geliturbada
Áreas intervenidas	Centros poblados, Mosaico agropecuario, Plantaciones Forestales, Red Vial, Zonas quemadas
Ríos y lagunas	Ríos y quebradas y Lagunas

Elaboración propia.



## 7.3.1. Resultados a nivel de la Mancomunidad

### • Extensiones de las coberturas de la tierra

Tabla 5

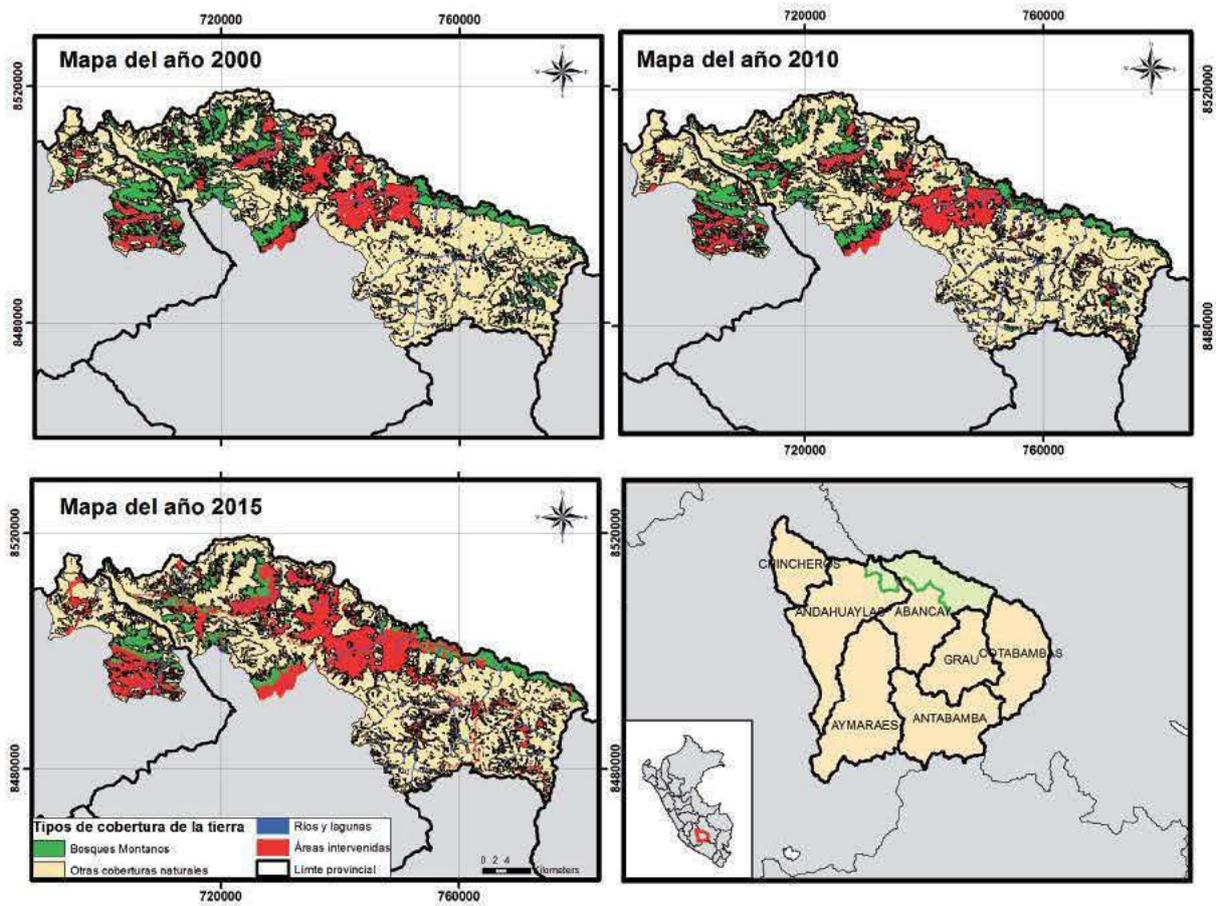
Extensión de las coberturas de la tierra en los años 2000, 2010 y 2015 para toda el área de estudio, según la leyenda empleada

Cobertura de la tierra 2000			Cobertura de la tierra 2010			Cobertura de la tierra 2015		
Coberturas	Extensión (ha)	%	Coberturas	Extensión (ha)	%	Coberturas	Extensión (ha)	%
Áreas arenosas	50,85	0%	Áreas arenosas	80,14	0%	Áreas arenosas	106,76	0%
Bofedales	906,68	1%	Bofedales	1267,82	1%	Bofedales	1205,36	1%
BMP	29 743,76	17%	BMP	21 236,63	12%	BMP	18 342,76	11%
BMS	4528,45	3%	BMS	4275,64	2%	BMS	5078,63	3%
Centros poblados	146,41	0%	Centros poblados	289,91	0%	Centros poblados	301,44	0%
Glaciares y nivales	496,50	0%	Glaciares y nivales	88,74	0%	Glaciares y nivales	154,42	0%
Lagunas	90,63	0%	Lagunas	121,39	0%	Lagunas	120,87	0%
Matorral xérico	13 895,76	8%	Matorral xérico	13 804,58	8%	Matorral xérico	12 869,55	7%
Mosaico agropecuario	19 366,27	11%	Mosaico agropecuario	21 218,05	12%	Mosaico agropecuario	28 067,14	16%
Plantac. Forestales	908,57	1%	Plantac. Forestales	1321,37	1%	Plantac. Forestales	1624,67	1%
Puna arbustiva	77 315,42	44%	Puna arbustiva	80 699,05	46%	Puna arbustiva	74 989,50	43%
Puna húmeda	22 471,93	13%	Puna húmeda	23 624,22	14%	Puna húmeda	25 924,96	15%
Red Vial	1173,53	1%	Red vial	1493,48	1%	Red Vial	1626,85	1%
Ríos y quebradas	1410,83	1%	Ríos y quebradas	1555,64	1%	Ríos y quebradas	1495,41	1%
Tierra desnuda	474,16	0%	Tierra desnuda	1057,27	1%	Tierra desnuda	902,98	1%
Vegetación geliturbada	1576,99	1%	Vegetac. geliturbada	2310,82	1%	Vegetac. geliturbada	1728,10	1%
Zonas quemadas	17,74	0%	Zona quemada	129,73	0%	Zonas quemadas	35,08	0%
Total general	174 574,48	100%	Total general	174 574,48	100%	Total general	174 574,48	100%

BMP: bosques montanos pluviestacionales; BMS: bosques montanos secos.  
Elaboración propia.

## Mapa 8

Serie histórica de los mapas de cobertura de la tierra, leyenda agrupada en cuatro grandes tipos de cobertura de la tierra



Elaboración propia.

## • Extensiones de los tipos de cobertura

La tabla 6 muestra también los cambios en las coberturas de la tierra, pero esta vez de acuerdo a la reagrupación de las diecisiete leyendas en cuatro grandes tipos.

**Tabla 6**  
Extensión de los tipos de cobertura de la tierra para los años 2000, 2010 y 2015

Cobertura de la tierra 2000			Cobertura de la tierra 2010			Cobertura de la tierra 2015			Cambios 2000-2015
Coberturas	Extensión (ha)	%	Coberturas	Extensión (ha)	%	Coberturas	Extensión (ha)	%	Extensión (ha)
Bosques montanos	34 272,21	20%	Bosques montanos	25 512,27	15%	Bosques montanos	23 421,39	13%	10 850,82
Otras coberturas naturales	117 188,30	67%	Otras coberturas naturales	122 932,65	70%	Otras coberturas naturales	117 881,64	68%	693,34
Áreas intervenidas	21 612,52	12%	Áreas intervenidas	24 452,54	14%	Áreas intervenidas	31 655,17	18%	10 042,66
Ríos y lagunas	1501,46	1%	Ríos y lagunas	1677,03	1%	Ríos y lagunas	1616,28	1%	114,82
<b>Total general</b>	<b>174 574,48</b>	<b>100%</b>	<b>Total general</b>	<b>174 574,48</b>	<b>100%</b>	<b>Total general</b>	<b>174 574,48</b>	<b>100%</b>	

Elaboración propia.

## • Dinámica de cambios de los tipos de cobertura de la tierra

**Tabla 7**  
Cambios en los tipos de cobertura de la tierra durante los intervalos de tiempo analizados

Tipos de cobertura	Periodo 2000-2010			Periodo 2010-2015		
	Extensión de cambio (ha)	% de cambio con respecto a la cobertura inicial	% de cambio con respecto al área de estudio	Extensión de cambio (ha)	% de cambio con respecto a la cobertura inicial	% de cambio con respecto al área de estudio
Bosques montanos	-8759,95	-26%	-5%	-2090,87	-8%	-1%
Otra coberturas naturales	5744,36	5%	3%	-5051,02	-4%	-3%
Áreas intervenidas	2840,02	13%	2%	7202,64	29%	4%
Ríos y lagunas	175,57	12%	0%	-60,75	-4%	0%

Elaboración propia.

Tabla 8

Tasa anual promedio de cambio de los tipos de coberturas de la tierra durante los intervalos de tiempo analizados

Tipos de cobertura	Periodo 2000-2010			Periodo 2010-2015		
	Extensión de cambio (ha)	% de cambio con respecto a la cobertura inicial	% de cambio con respecto al área de estudio	Extensión de cambio (ha)	% de cambio con respecto a la cobertura inicial	% de cambio con respecto al área de estudio
Bosques montanos	-875,99	-3%	-1%	-418,17	-2%	0%
Otras coberturas naturales	574,44	0%	0%	-1010,20	-1%	-1%
Áreas intervenidas	284,00	1%	0%	1440,53	6%	1%
Ríos y lagunas	17,56	1%	0%	-12,15	-1%	0%

Elaboración propia.

Como se aprecia en las tablas 6, 7 y 8, durante el periodo de análisis (2000-2015) la pérdida de superficie de bosques montanos de la Mancomunidad ascendió a 10 850,82 ha. La reducción más importante ocurrió durante los primeros diez años analizados (2000-2010): se perdió un total de 8759,95 ha de bosques montanos, a una tasa promedio de 875,99 ha/año.

Mientras que, en el mismo periodo 2000-2015, las coberturas intervenidas (p. ej. centros poblados, mosaico agropecuario,<sup>37</sup> red vial, etc.) aumentaron su extensión en 10 042,66 ha. El mayor incremento se dio en los últimos cinco años analizados (2010-2015), cuando aumentan su extensión en 7202,64 ha, creciendo a un ritmo promedio de 6% anual.

37 Incluye cultivos transitorios y perennes y pastos cultivados.

• Fragmentación

Tabla 9

Cambios en la configuración de la cobertura boscosa entre 2000-2015 en función de dos métricas de paisaje: número de parches (fragmentos) de bosques y tamaño promedio de los parches (ha)

Años	Número de fragmentos de bosque (ha)	Tamaño promedio de los fragmentos (ha)
2000	995	30
2010	711	29
2015	978	18,8

Elaboración propia.

Tabla 10

Cambios en la configuración de la cobertura boscosa entre 2000-2015 a nivel distrital, en función del número de parches de bosques (ha)

Años	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	San Pedro de Cachora	Tamburco	Abancay (Santuario Nacional de Ampay)
2000	456	221	197	102	24	19
2010	354	163	118	59	16	9
2015	451	245	182	81	16	11

Elaboración propia.

Tabla 11

Cambios en la configuración de la cobertura boscosa entre 2000-2015 a nivel distrital, en función del tamaño promedio de los parches (ha)

Años	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	San Pedro de Cachora	Tamburco	Abancay (Santuario Nacional de Ampay)
2000	11	60	40	13	73	115
2010	10	57	39	12	72	80
2015	5	35	24	8	70	71

Elaboración propia.



El análisis de los cambios en la configuración de la cobertura boscosa entre los años 2000-2015 en función de la cantidad de parches (fragmentos) de bosques y el tamaño promedio de estos, permite afirmar que los patrones de cambio se caracterizan por una continua fragmentación de los bosques, evidenciada en la disminución del tamaño promedio de parches de bosques en toda la Mancomunidad, con distinta magnitud en cada distrito (tablas 9 y 11).

Sería de esperar que en los años iniciales del análisis hubiese pocos fragmentos y de tamaño grande, y que en los años siguientes la cantidad de fragmentos aumentase y estos tendiesen a tener tamaños más pequeños, debido a los procesos de fragmentación (Balthazar, Vanackera, Molina y Lambín, 2015). De acuerdo con los resultados observados (tablas 10 y 11) y la serie de tiempo de los mapas de cobertura de la tierra (mapas 7 y 8), los cambios en el número de parches de bosques evidencian que los bosques se encontraban en un proceso de fragmentación avanzado antes del inicio del análisis. Por eso en el año 2000 ya hay una gran cantidad de parches, que luego disminuyen en el 2010 y finalmente vuelven a aumentar en el 2015 porque muchos de los fragmentos iniciales desaparecen en el 2010 y los que persisten continúan su proceso de fragmentación en el 2015. La fuerte fragmentación provocaría que una parte de los fragmentos presentes al inicio del análisis, sobre todo los más vulnerables, desaparezcan en el tiempo por el avance de las actividades antrópicas o de otras coberturas naturales que ganarían el espacio a los relictos de bosques afectados en su integridad.

### 7.3.2. Resultados a nivel distrital

#### • Extensiones de los tipos de cobertura por distrito

Tabla 12

Figura 14

Como se observa en la figura 14, los cambios más importantes en la cobertura boscosa se registraron durante los primeros diez años analizados (2000-2010). En general, para todos los distritos la pérdida de bosques en el primer decenio constituye entre el 70 y 80% del total de las pérdidas de bosque en los quince años abarcados por el estudio (figura 14).

Tabla 13

El distrito con mayores pérdidas de extensión de bosques es Huanipaca, con una disminución de 4703,95 ha; seguido por los distritos de Pacobamba y Curahuasi, con pérdidas de 2302,57 ha y 2020,25 ha, respectivamente. Cabe destacar que el distrito de San Pedro de Cachora presenta el mayor porcentaje de pérdida de cobertura boscosa con respecto al año inicial (2000), con una disminución del 49% de la extensión de bosques que tenía en el año 2000; le sigue el distrito de Tamburco, con una reducción del 40% (tabla 12).

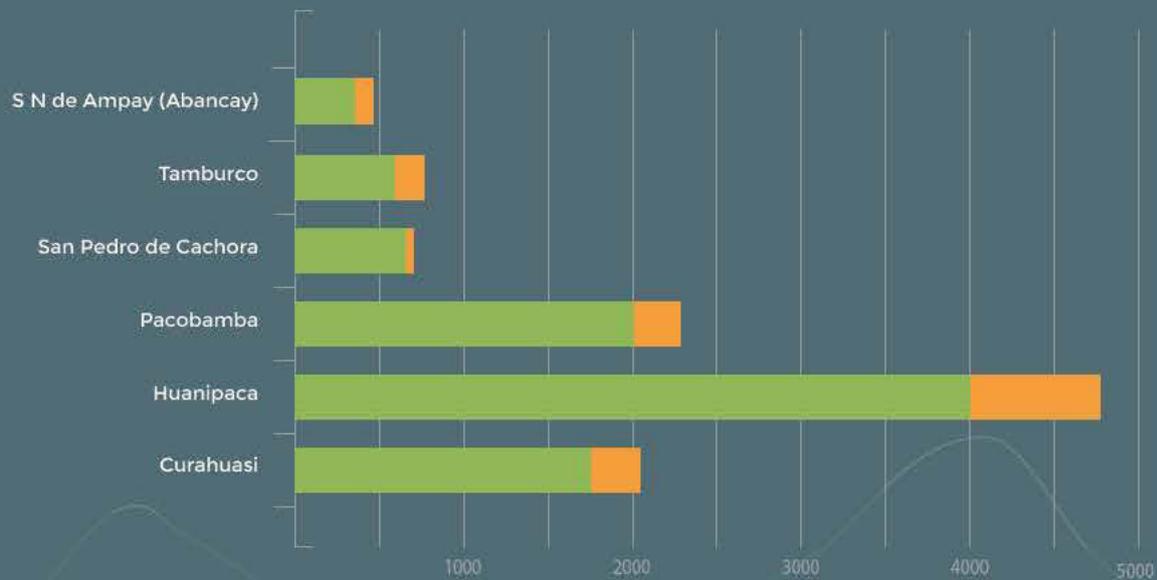
Los distritos de la Mancomunidad con menos bosques son Curahuasi y San Pedro de Cachora (tabla 13). En estos distritos los bosques no sobrepasan el 10% de la extensión de sus jurisdicciones (9% y 6%, respectivamente). Es importante advertir que estos bosques relictos corren el riesgo de desaparecer si la actual tendencia de pérdida persiste.

Tabla 12  
Extensión de la cobertura boscosa a nivel distrital en los años 2000, 2010 y 2015

Distritos	Extensión de la cobertura boscosa			Cambios 2000-2015 (ha)	
	Año 2000 (ha)	Año 2010 (ha)	Año 2015 (ha)	ha	%
Curahuasi	9644,52	7950,51	7624,27	-2020,25	-21%
Huanipaca	13 375,13	9394,25	8671,18	-4703,95	-35%
Pacobamba	6781,87	5203,52	4479,30	-2302,57	-34%
San Pedro de Cachora	1355,28	729,4	691,88	-663,40	-49%
Tamburco	1760,15	1193,63	1063,32	-696,83	-40%
Santuario Nacional de Ampay (Abancay)	1355,27	1040,96	891,44	-463,83	-34%

Elaboración propia.

Figura 14  
Pérdida de la cobertura boscosa por distrito y por periodo analizado



Elaboración propia.

**Tabla 13**  
Cambios en la representación de los bosques por distrito

Distritos	2000	2010	2015
Curahuasi	11%	9%	9%
Huanipaca	32%	22%	21%
Pacobamba	26%	20%	17%
San Pedro de Cachora	11%	6%	6%
Tamburco	32%	22%	19%
Santuario Nacional de Ampay (Abancay)	42%	32%	28%

Elaboración propia.

**Tabla 14**  
Extensión de las coberturas intervenidas a nivel distrital para los años 2000, 2010 y 2015

Distritos	Extensión de las áreas antrópicas			Diferencias 2000-2015	
	Año 2000 (ha)	Año 2010 (ha)	Año 2015 (ha)	Ha	%
Curahuasi	8911,09	11 274,66	14,565,84	5654,75	63%
Huanipaca	3828,41	3471,36	4910,77	1082,36	28%
Pacobamba	4136,75	5247,84	5660,17	1523,42	37%
San Pedro de Cachora	3464,61	2784,00	4872,91	1408,30	41%
Tamburco	969,05	1272,53	1214,46	245,41	25%
Santuario Nacional de Ampay (Abancay)	302,61	402,15	431,03	128,42	42%

Elaboración propia.

En lo que respecta a los cambios de las áreas antrópicas (centros poblados, mosaico agropecuario, red vial, etc.) en los distritos, durante el periodo 2000-2015 se observa que Curahuasi es el que muestra mayor crecimiento de la extensión de estas coberturas, con 5654,75 ha, cifra que representa un aumento del 63% con respecto al año 2000. Le siguen los distritos de Pacobamba y San Pedro de Cachora, con incrementos que ascienden a 1523,42 ha y 1408,30 ha, respectivamente (tabla 14).



## Dinámica de cambios de los tipos de cobertura de la tierra por distrito

### a) Distrito de Curahuasi

Tabla 15

Dinámica de cambios en los tipos de cobertura de la tierra durante los intervalos de tiempo analizados en el distrito de Curahuasi (ha)

Coberturas	Cambios				Tasa anual promedio de cambio			
	2000-2010		2010-2015		2000-2010		2010-2015	
Bosques montanos	-1694,01	-18%	-326,24	-4%	-169,40	-2%	-65,25	-1%
Otras coberturas naturales	-783,28	-1%	-2969,51	-5%	-78,33	0%	-593,90	-1%
Áreas intervenidas	2363,57	27%	3291,18	29%	236,36	3%	658,24	6%
Ríos y lagunas	113,72	13%	4,56	0%	11,37	1%	0,91	0%

Elaboración propia.

### b) Distrito de Huanipaca

Tabla 16

Dinámica de cambios en los tipos de cobertura de la tierra durante los intervalos de tiempo analizados en el distrito de Huanipaca (ha)

Coberturas	Cambios				Tasa anual promedio de cambio			
	2000-2010		2010-2015		2000-2010		2010-2015	
Bosques montanos	-3980,88	-30%	-723,07	-8%	-398,09	-3%	-144,61	-2%
Otras coberturas naturales	4322,18	18%	-612,24	-2%	432,22	2%	-122,45	0%
Áreas intervenidas	-357,05	-9%	1439,41	41%	-35,70	-1%	287,88	8%
Ríos y lagunas	15,75	4%	-104,10	-26%	1,57	0%	-20,82	-5%

Elaboración propia.



### c) Distrito de Pacobamba

Tabla 17

Dinámica de cambios en los tipos de cobertura de la tierra durante los intervalos de tiempo analizados en el el distrito de Pacobamba (ha)

Coberturas	Cambios				Tasa anual promedio de cambio			
	2000-2010		2010-2015		2000-2010		2010-2015	
Bosques Montanos	-1578,35	-23%	-724,22	-14%	-157,83	-2%	-144,84	-3%
Otras coberturas naturales	465,95	3%	258,61	2%	46,59	0%	51,72	0%
Áreas intervenidas	1111,09	27%	412,33	8%	111,11	3%	82,47	2%
Ríos y lagunas	1,31	1%	53,28	26%	0,13	0%	10,66	5%

Elaboración propia.

### d) Distrito de San Pedro de Cachora

Tabla 18

Dinámica de cambios en los tipos de cobertura de la tierra durante los intervalos de tiempo analizados en el distrito de San Pedro de Cachora (ha)

Coberturas	Cambios				Tasa anual promedio de cambio			
	2000-2010		2010-2015		2000-2010		2010-2015	
Bosques montanos	-625,88	-46%	-37,52	-5%	-62,59	-5%	-7,50	-1%
Otras coberturas naturales	1262,72	18%	-2033,86	-25%	126,27	2%	-406,77	-5%
Áreas intervenidas	-680,61	-20%	2088,91	75%	-68,06	-2%	417,78	15%
Ríos y lagunas	43,77	78%	-17,53	-18%	4,38	8%	-3,51	-4%

Elaboración propia.



## e) Distrito de Tamburco

Tabla 19

Dinámica de cambios en los tipos de cobertura de la tierra durante los intervalos de tiempo analizados en el distrito de Tamburco (ha)

Coberturas	Cambios				Tasa anual promedio de cambio			
	2000-2010		2010-2015		2000-2010		2010-2015	
Bosques montanos	-566,53	-32%	-130,31	-11%	-56,65	-3%	-26,06	-2%
Otras coberturas naturales	262,96	10%	190,69	6%	26,30	1%	38,14	1%
Áreas intervenidas	303,47	31%	-58,07	-5%	30,35	3%	-11,61	-1%
Ríos y lagunas	0,09	1%	-2,32	-27%	0,01	0%	-0,46	-5%

Elaboración propia.

## f) Santuario Nacional de Ampay (distrito de Abancay)

Tabla 20

Dinámica de cambios en los tipos de cobertura de la tierra durante los intervalos de tiempo analizados en el Santuario Nacional de Ampay (Abancay) (ha)

Coberturas	Cambios				Tasa anual promedio de cambio			
	2000-2010		2010-2015		2000-2010		2010-2015	
Bosques montanos	-314,31	-23%	-149,52	-14%	-31,43	-2%	-29,90	-3%
Otras coberturas naturales	213,83	14%	115,28	7%	21,38	1%	23,06	1%
Áreas intervenidas	99,54	33%	28,88	7%	9,95	3%	5,78	1%
Ríos y lagunas	0,93	8%	5,36	43%	0,09	1%	1,07	9%

Elaboración propia.

Según la información consignada en las tablas 15-20, en todos los distritos de la Mancomunidad la cobertura boscosa disminuye en el periodo de análisis (2000-2015), con diferente magnitud en cada uno. Esta pérdida fue más acelerada durante el primer decenio, siendo los distritos de Huanipaca, Pacobamba y Curahuasi los que presentan las mayores tasas anuales de disminución.

Del mismo modo, entre los años 2000 al 2015 se percibe un incremento de las coberturas intervenidas (centros poblados, mosaico agropecuario, red vial, etc.), con una tasa anual promedio de crecimiento a nivel de toda la Mancomunidad de 1% durante el primer decenio, que en el último quinquenio se incrementa rápidamente a 6%. Este comportamiento es más evidente en los distritos de San Pedro de Cachora, Huanipaca y Curahuasi, que son también los que muestran mayores pérdidas de cobertura boscosa. Sin embargo, en otros distritos como Pacobamba y el Santuario Nacional de Ampay (Abancay), la tasa anual de crecimiento de las coberturas antrópicas se ha reducido en el último quinquenio, al igual que en el distrito de Tamburco.



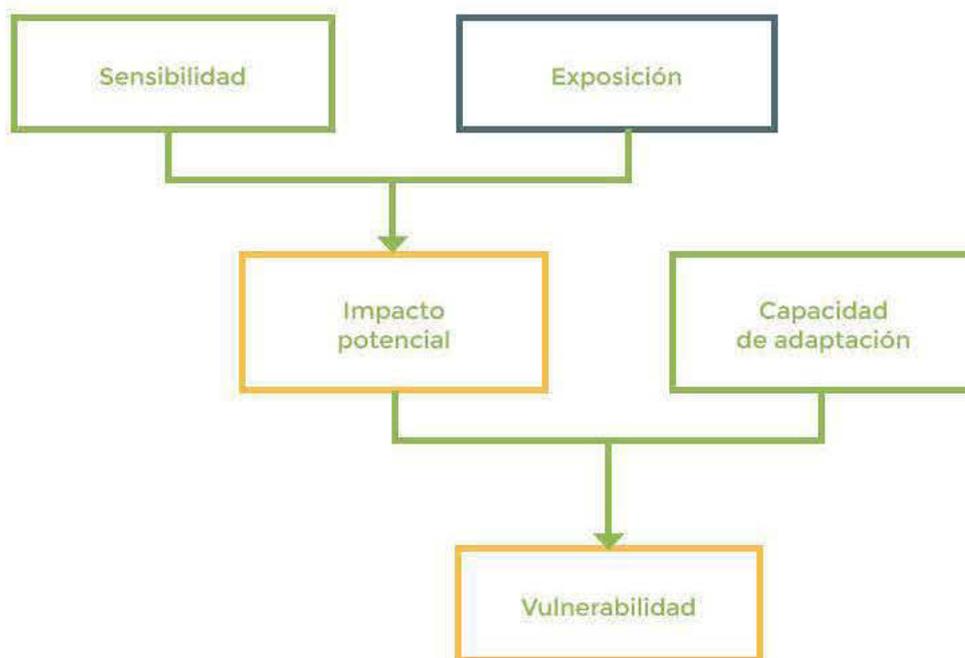


8  
Unidades de análisis  
para el estudio de los  
componentes de la  
vulnerabilidad

---

Con la finalidad de realizar un examen más puntual de los componentes de la vulnerabilidad —principalmente sensibilidad, resiliencia y capacidad de adaptación de la población local— en los espacios de intervención del Programa Bosques Andinos, y de precisar los resultados para cada uno de ellos, se definieron unidades de análisis (bosques) en el ámbito de la Mancomunidad y el Santuario Nacional de Ampay.

Figura 15  
Enfoque del análisis de vulnerabilidad



Adaptación de la metodología de CLIMIFORAD (Delgado *et al.*, 2016).

La definición de tales unidades se realizó a partir del Mapa de Cobertura de la Tierra del 2015, desarrollado en el marco de la presente investigación. Para ello, se seleccionó las coberturas de bosque (bosques montanos pluviestacionales y bosques montanos secos) existentes en el área de estudio, a las cuales se les asignó sus correspondientes nombres de acuerdo a la información disponible. También se recurrió a las delimitaciones propuestas por la Guía Ecoturística de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay (Baiker, 2012), la interpretación realizada por el Laboratorio de Teledetección Aplicada (LTA-UNALM, 2009, sin publicar) sobre los bosques nativos de la Mancomunidad (mapa 9) y la delimitación de los bosques del Santuario Nacional de Ampay y su zona de amortiguamiento (MINAG e INRENA, 2003) (mapa 10). En el caso de las unidades que carecían de alguna denominación particular, esta les fue asignada de acuerdo al distrito y su ubicación en este (sectores).

En total se identificó veinticuatro unidades de análisis distribuidas en los cinco distritos de la Mancomunidad y, adicionalmente, en una fracción del distrito de Abancay, que abarca la extensión restante del Santuario Nacional de Ampay.

---

Cuadro 29

---

Mapa 10

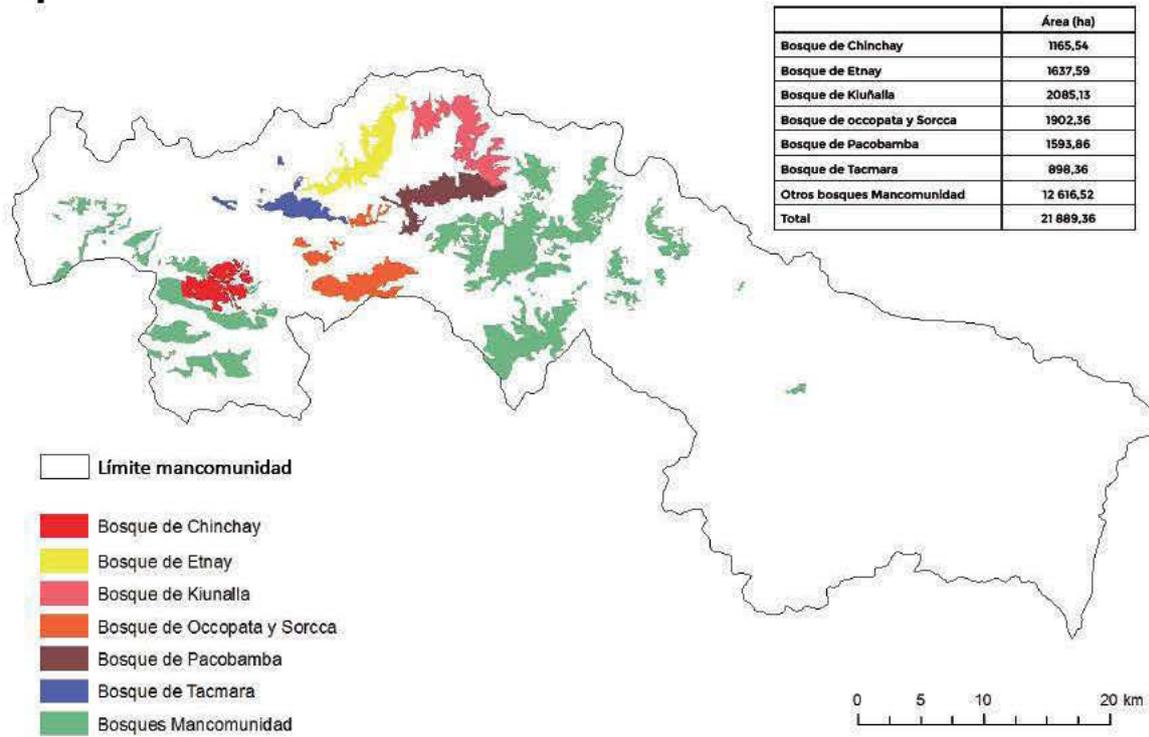
---



## Mapa 9 Bosques nativos en la Mancomunidad

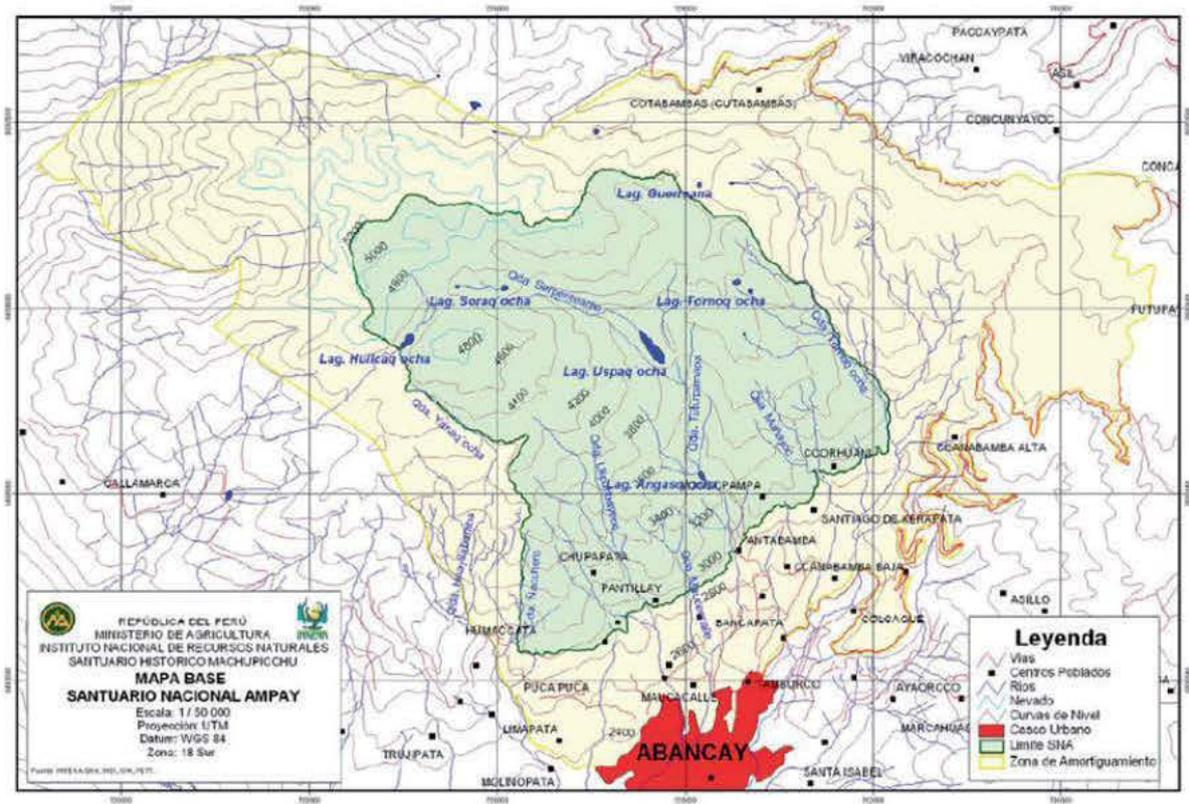


Interpretación realizada sobre la base de imágenes Landsat y CBERS de 2007-2008.



LTA-UNALM, 2009, sin publicar.

## Mapa 10 Mapa base del Santuario Nacional Ampay



MINAG e INRENA (2003).

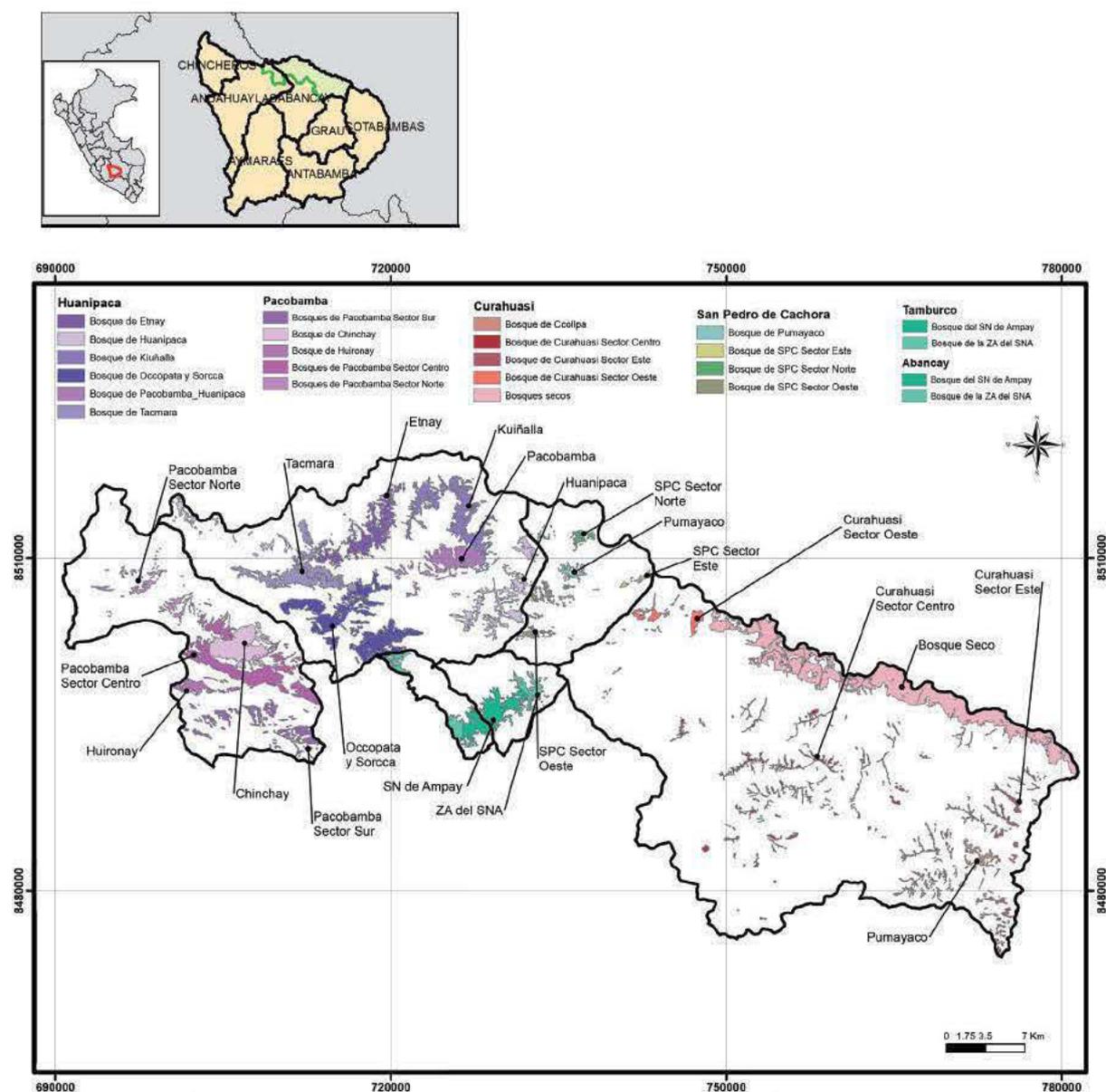
**Cuadro 29**  
**Identificación de las unidades de análisis (bosques) por distritos de la Mancomunidad**

Distrito	Unidad de análisis
Pacobamba	Bosque de Chinchay
	Bosque de Huironay
	Bosque de Pacobamba Sector Norte
	Bosque de Pacobamba Sector Centro
	Bosque de Pacobamba Sector Sur
Huanipaca	Bosque de Kiuñalla
	Bosque de Etnay
	Bosque de Occopata y Sorcca
	Bosque de Pacobamba Huanipaca
	Bosque de Tacmara
Tamburco	Bosques de Huanipaca
	Bosque del Santuario Nacional de Ampay
Santuario Nacional de Ampay (Abancay)	Bosque de la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay
	Bosques del Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
San Pedro de Cachora	Bosques de zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
	Bosque de Pumayaco
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Norte
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Este
Curahuasi	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Oeste
	Bosque seco
	Bosque de Ccollpa
	Bosque de Curahuasi Sector Centro
	Bosque de Curahuasi Sector Este
	Bosque de Curahuasi Sector Oeste

Elaboración propia.



**Mapa 11**  
Distribución de las unidades de análisis en los distritos de la Mancomunidad y el Santuario Nacional de Ampay



Elaboración propia.



9  
Análisis de la exposición  
de los ecosistemas al  
cambio climático

---

## 9.1. Enfoque teórico

La exposición alude al grado o nivel en el que una especie, un ecosistema o una localidad en particular experimentan o se ven afectados por los impactos del cambio climático, lo que depende, en primera instancia, de la tasa y magnitud de las anomalías ambientales generadas por este (como modificaciones en las temperaturas y la precipitación, la frecuencia de inundaciones o eventos meteorológicos extremos, etc.). Diversos factores físico-ambientales comprometen en mayor o menor grado a un elemento a la incidencia del cambio climático (IPCC, 2014b; CONANP, FMCN, TNC, 2011). En ese sentido, la exposición a la variación climática está principalmente en función de la geografía; así, por ejemplo, las comunidades de zonas áridas y semiáridas están más expuestas a las sequías, mientras que las comunidades costeras lo están a los incrementos en el nivel del mar.

Para determinar la exposición al cambio climático, son relevantes las diferencias en el clima entre lo observado históricamente y lo proyectado a futuro: sequías, anomalías en la hidrología, cambios en la vegetación y en la distribución de las especies y variaciones en la intensidad y frecuencia de los eventos meteorológicos extremos, entre otros (IPCC, 2014b; CONANP, FMCN, TNC, 2011).

Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2014b), los escenarios son descripciones coherentes y consistentes del posible cambio del sistema climático de la Tierra a futuro. La configuración de estos escenarios es necesaria para, por ejemplo:

- Ilustrar el cambio climático (en términos del presente clima);
- Proyectar las consecuencias potenciales del cambio climático (por ejemplo, estimar el cambio a futuro de la vegetación natural e identificar especies en riesgo);
- Formular planes estratégicos ante el riesgo de incrementos en el nivel del mar e inundaciones;
- Implementar/desarrollar políticas de control de las emisiones, entre otras.

Los escenarios del posible clima futuro, que son derivados de los escenarios de posibles emisiones futuras de gases de efecto invernadero, se utilizan en modelos para el cálculo de proyecciones climáticas.

Los escenarios que el IPCC examina consideran el período 1990 al 2100, incluyen diversas variables socioeconómicas (población mundial y producto bruto interno) y están conformados por cuatro familias: A1, A2, B1 y B2, que representan condiciones contrastantes. Este estudio usa los escenarios A1B y A2, de condiciones regulares y pesimistas respectivamente, pero ambos suponen niveles relativamente altos de emisión de gases de efecto invernadero; y el B1, que representa un escenario optimista.

La línea argumental del escenario A1 presupone: (i) un crecimiento económico mundial acelerado, (ii) un máximo de la población mundial hacia mediados de

siglo, y (iii) una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Se divide en tres grupos, que reflejan tres direcciones alternativas de cambio tecnológico: intensiva en combustibles fósiles (A1FI), energías de origen no fósil (A1T), y equilibrio entre las distintas fuentes de energía (A1B). El escenario A2 describe un mundo muy heterogéneo, con un gran crecimiento de la población, un desarrollo económico medio y un cambio tecnológico lento. Por otro lado, el escenario B1 describe un mundo convergente, con la misma población mundial que A1, pero con una evolución más rápida de las estructuras económicas hacia una economía de servicios y de información; mientras que B2 representa un planeta con: (i) una población intermedia y (ii) un crecimiento económico también intermedio, más orientado a las soluciones locales para alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental (IPCC, 2014b, Cuesta *et al.*, 2012).

Los modelos climáticos usan métodos de investigación cuantitativa para simular las interacciones de la atmósfera terrestre, los océanos, el relieve terrestre y el hielo. Se utilizan para el estudio de la dinámica del sistema meteorológico y climático y para las proyecciones del clima futuro. Los modelos más populares son los relacionados con la temperatura del aire por emisiones de CO<sub>2</sub>. Estos modelos predicen una tendencia ascendente en los registros de temperatura superficial, y un rápido incremento de la temperatura en altitudes elevadas (IPCC, 2014b).



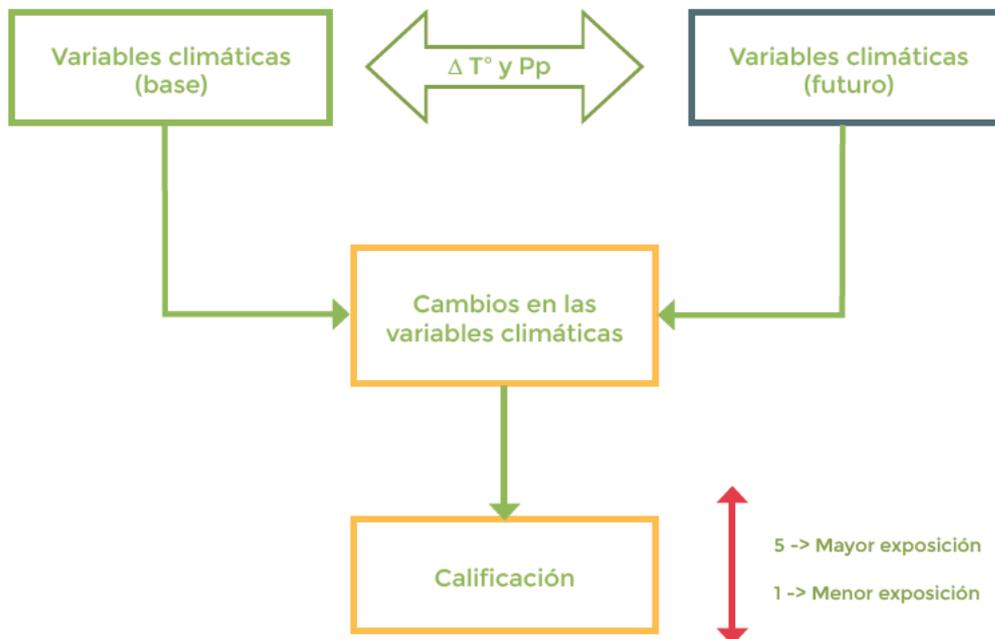
© Lucía Rodríguez

## 9.2. Metodología

Para analizar la exposición a las variaciones climáticas (figura 16), se empleó la metodología propuesta por Climate Change, Iberoamerican Mountain Forests and Adaptation (CLIMIFORAD), aplicada en el documento *Análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de bosques de montaña en Latinoamérica: un punto de partida para su gestión adaptativa* (Delgado *et al.*, 2016).

El análisis comprende una calificación de los cambios en las variables climáticas con valores que van del 1 (menor exposición a las variaciones climáticas) al 5 (mayor exposición a las variaciones climáticas). Los cambios en las variables climáticas se obtienen comparando los datos observados históricamente (línea base) y las proyecciones a futuro en las áreas materia de estudio, obteniéndose finalmente una calificación promedio de las variables analizadas (Delgado *et al.*, 2016).

Figura 16  
Flujograma del análisis de la exposición a las variaciones climáticas



Adaptación de la metodología de CLIMIFORAD (Delgado *et al.*, 2016).

Para describir la climatología actual y las proyecciones futuras del área de la Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay y el Santuario Nacional de Ampay, se emplearon las variables hidrometeorológicas (i) precipitación total anual y (ii) temperatura media del aire. Las cifras fueron tomadas del estudio *La economía del cambio climático en el Perú* (BID y CEPAL, 2014), elaborado con la información de la base de datos actualizada del SENAMHI.

El estudio del BID y CEPAL (2014) presenta datos de las variables climáticas subdivididos en el espacio terrestre mediante una interpolación con el método cokriging, usando la variable altitud para interpolar la temperatura media, y las estimaciones de precipitaciones del TRMM<sup>38</sup> para la precipitación; y brinda un modelo de las condiciones climáticas futuras con pasos temporales de cinco años, cada uno construido sobre la base de una media móvil de  $\pm 15$  años, desde el 2005 al 2095 (Lavado, Ávalos y Buytaert, 2014). Esta información fue generada en formato Raster, con una resolución espacial de un kilómetro (Lavado *et al.*, 2014). El citado estudio trabajó con tres escenarios climáticos futuros: A2, A1B y B1, y con cinco modelos globales del cuarto reporte del IPCC (BCM20, CSMK30, CSMK35, INCM3, MIMR) (Lavado, Ávalos y Buytaert, 2014).

Dado que la proyección prevista para el presente estudio es el corto-mediano plazo, se emplearon los datos en el horizonte prospectivo 2005-2030; también los tres escenarios climáticos (A2, A1B y B1) y los cinco modelos globales (BCM20, CSMK30, CSMK35, INCM3, MIMR) disponibles.

La información fue procesada para su incorporación en el análisis del componente a manera de promedio ponderado, en función de la superficie de cada uno de los distritos del área de estudio. Para ello se empleó un *script*<sup>39</sup> (Arnillas, Buytaert, Vásquez y Gonzales, 2014) que se encarga de calcular estadísticas o valores agregados de una variable (promedio ponderado) en un área específica (distritos).<sup>40</sup>

Una vez obtenida la información de las variables climáticas y de generarla en un formato que permite su procesamiento e integración en el análisis, se calculó la diferencia entre los valores del año base y las proyecciones climáticas (2030) de las variables temperatura media (tablas 21-23) y precipitación total (tablas 24-26) para los cinco modelos y los tres escenarios prospectivos.

---

38 El TRMM o Tropical Rainfall Measuring Mission es un satélite americano-japonés diseñado para monitorear y estudiar la precipitación en el trópico que trabaja con una resolución espacial de 5 km.

39 Archivo de órdenes que permite el procesamiento de información en bloques.

40 Esta información se encuentra detallada en el anexo 8.

## 9.2.1. Variable temperatura media

### Escenario A2

Tabla 21

Diferencia entre las temperaturas medias anuales presentes y proyectadas por distrito y modelos climáticos globales del escenario A2

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
CSMK30	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
CSMK35	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
INCM3	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
MIMR	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

### Escenario A1B

Tabla 22

Diferencia entre las temperaturas medias anuales presentes y proyectadas por distrito y modelos climáticos globales del escenario A1B

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
CSMK30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CSMK35	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99
INCM3	1,79	1,79	1,79	1,80	1,79	1,79
MIMR	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.



## Escenario B1

Tabla 23

Diferencia entre las temperaturas medias anuales presentes y proyectadas por distrito y modelos climáticos globales del escenario B1

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
CSMK30	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
CSMK35	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
INCM3	1,32	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
MIMR	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

## 9.2.2. Variable precipitación total

### Escenario A2

Tabla 24

Diferencia entre las precipitaciones anuales presentes y proyectadas por distrito y modelos climáticos globales del escenario A2

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	-4%	-4%	-4%	-4%	-4%	-4%
CSMK30	-11%	-12%	-12%	-11%	-11%	-11%
CSMK35	-28%	-31%	-29%	-29%	-30%	-29%
INCM3	-4%	-6%	-6%	-5%	-5%	-5%
MIMR	-2%	-1%	-3%	-2%	-1%	-2%

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

## Escenario A1B

Tabla 25

Diferencia entre las precipitaciones anuales presentes y proyectadas por distrito y modelos climáticos globales del escenario A1B

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	-3%	-3%	-3%	-3%	-3%	-3%
CSMK30	11%	11%	14%	12%	10%	13%
CSMK35	-5%	-7%	-2%	-5%	-7%	-4%
INCM3	-4%	-6%	-7%	-6%	-5%	-6%
MIMR	-5%	-4%	-5%	-5%	-4%	-5%

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

## Escenario B1

Tabla 26

Diferencia entre las precipitaciones anuales presentes y proyectadas por distrito y modelos climáticos globales del escenario B1

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	-7%	-7%	-7%	-7%	-7%	-7%
CSMK30	-1%	-2%	-2%	-2%	-2%	-1%
CSMK35	-18%	-19%	-18%	-18%	-19%	-18%
INCM3	-5%	-7%	-7%	-6%	-6%	-7%
MIMR	-3%	-4%	-4%	-4%	-4%	-4%

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

Luego se propuso umbrales de calificación por variable (cuadros 30 y 31) para determinar el grado de exposición a las variaciones climáticas. Estos umbrales se basaron en información bibliográfica sobre la zona de análisis (Andes tropicales) y fueron aplicados en las calificaciones de los cambios en las variables climáticas analizadas (tablas 27-32).

**Cuadro 30**  
Calificación de los cambios en la temperatura media para el horizonte  
prospectivo 2030

Calificación	Puntaje	Variación en la temperatura media (Tmed)	Fuente
Alta exposición a las variaciones climáticas	5	Aumento mayor a 2 °C	SENAMHI, 2007; Urritia y Vuille, 2009; Herzog <i>et al.</i> , 2012
Regular exposición a las variaciones climáticas	3	Aumento mayor a 1,5 °C y menor a 2 °C	
Leve exposición a las variaciones climáticas	1	Aumento menor a 1,5 °C	

Elaboración propia.

**Cuadro 31**  
Calificación de los cambios en la precipitación total para el horizonte prospectivo  
2030

Calificación	Puntaje	Variación en la precipitación total anual	Fuente
Alta exposición a las variaciones climáticas	5	Disminución en 5 a 35%	SENAMHI, 2007; Herzog <i>et al.</i> , 2012
Regular exposición a las variaciones climáticas	3	Disminución en 1 a 5%	
Leve exposición a las variaciones climáticas	1	Variación entre +1 y -1%	

Elaboración propia.

Después se promedió las calificaciones de los cinco modelos evaluados para cada distrito, de manera separada por cada variable climática y escenario climático. Finalmente, las calificaciones en ambas variables climáticas se integraron, promediándolas en un valor de la exposición a las variaciones climáticas por cada distrito y escenario climático (tabla 33).



## 9.3. Resultados

### 9.3.1. Variable temperatura media

#### Escenario A2

Tabla 27

Calificación de la variable temperatura media anual por distrito y modelos climáticos globales del escenario A2

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	1	1	1	1	1	1
CSMK30	1	1	1	1	1	1
CSMK35	5	5	5	5	5	5
INCM3	3	3	3	3	3	3
MIMR	3	3	3	3	3	3
Puntaje promedio de la variable	3	3	3	3	3	3

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

#### Escenario A1B

Tabla 28

Calificación de la variable temperatura media anual por distrito y modelos climáticos globales del escenario A1B

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	1	1	1	1	1	1
CSMK30	1	1	1	1	1	1
CSMK35	3	3	3	3	3	3
INCM3	3	3	3	3	3	3
MIMR	3	3	3	3	3	3
Puntaje promedio de la variable	2	2	2	2	2	2

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

## Escenario B1

Tabla 29  
Calificación de la variable temperatura media anual por distrito y modelos climáticos globales del escenario B1

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	1	1	1	1	1	1
CSMK30	1	1	1	1	1	1
CSMK35	3	3	3	3	3	3
INCM3	1	1	1	1	1	1
MIMR	1	1	1	1	1	1
Puntaje promedio de la variable	1	1	1	1	1	1

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

## 9.3.2. Variable precipitación total

### Escenario A2

Tabla 30  
Calificación de la variable precipitación total anual por distrito y modelos climáticos globales del escenario A2

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	3	3	3	3	3	3
CSMK30	5	5	5	5	5	5
CSMK35	5	5	5	5	5	5
INCM3	3	5	5	5	5	5
MIMR	3	3	3	3	3	3
Puntaje promedio de la variable	4	4	4	4	4	4

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

## Escenario A1B

Tabla 31  
Calificación de la variable precipitación total anual por distrito y modelos climáticos globales del escenario A1B

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	3	3	3	3	3	3
CSMK30	1	1	1	1	1	1
CSMK35	5	5	3	5	5	3
INCM3	3	5	5	5	5	5
MIMR	5	3	5	5	3	5
Puntaje promedio de la variable	3	3	3	4	3	3

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

## Escenario B1

Tabla 32  
Calificación de la variable precipitación total anual por distrito y modelos climáticos globales del escenario B1

MCG	Curahuasi	Huanipaca	Pacobamba	Tamburco	San Pedro de Cachora	Santuario Nacional de Ampay (Abancay)
BCM20	5	5	5	5	5	5
CSMK30	3	3	3	3	3	3
CSMK35	5	5	5	5	5	5
INCM3	5	5	5	5	5	5
MIMR	3	3	3	3	3	3
Puntaje promedio de la variable	4	4	4	4	4	4

MCG: Modelo climático global  
Elaboración propia.

### 9.3.3. Análisis de la exposición

Tabla 33

Calificación de la exposición de la Mancomunidad al cambio climático, analizada para el horizonte prospectivo al 2030

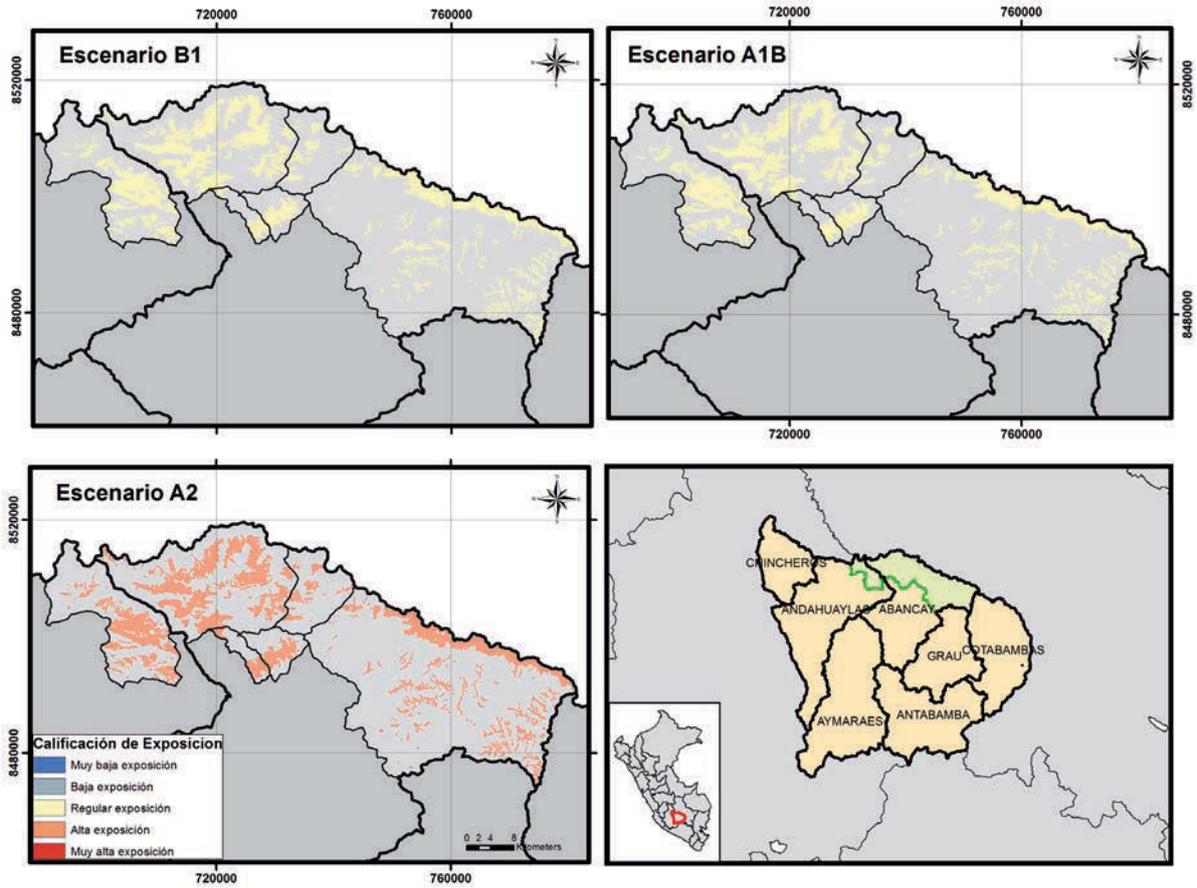
Distritos	A2			A1B			B1		
	Variables climáticas		Calificación de la exposición climática	Variables climáticas		Calificación de la exposición climática	Variables climáticas		Calificación de la exposición climática
	Temperatura media	Precipitación total		Temperatura media	Precipitación total		Temperatura media	Precipitación total	
Curahuasi	3	4	3,5	2	3	2,5	1	4	2,5
Huanipaca	3	4	3,5	2	3	2,5	1	4	2,5
Pacobamba	3	4	3,5	2	3	2,5	1	4	2,5
Tamburco	3	4	3,5	2	4	3	1	4	2,5
San Pedro de Cachora	3	4	3,5	2	3	2,5	1	4	2,5
Abancay (Santuario Nacional de Ampay)	3	4	3,5	2	3	2,5	1	4	2,5

Elaboración propia.

Las calificaciones de la exposición del área de estudio a las variaciones climáticas reportan resultados entre moderados a altos según cada escenario analizado (mapa 12). Tal como se esperaba, en el escenario A2 (condiciones pesimistas) se obtuvieron las calificaciones de más alta exposición en todos los distritos, mientras que las moderadas se reportaron en los otros dos escenarios: el escenario A1B, aunque perteneciente a la línea argumental del A1 presenta condiciones regulares; y el escenario B1, considerado un escenario optimista.



**Mapa 12**  
 Exposición del área de estudio para cada escenario climático analizado (A2, A1B y B1), con un horizonte prospectivo al 2030



Elaboración propia.



# 10

## Análisis de la sensibilidad de los ecosistemas al cambio climático y las presiones antrópicas

---

## 10.1. Enfoque teórico

Se conoce como sensibilidad a la predisposición de un ecosistema a resultar afectado, sea negativa o positivamente, por los estímulos relacionados con el clima (IPCC, 2014b). El efecto puede ser directo (p. ej. cambios en el rendimiento de las cosechas en respuesta a una variación de la temperatura media o los intervalos de temperaturas) o indirecto (daños por los incrementos en la frecuencia de las inundaciones).

La sensibilidad es el grado en el que la sobrevivencia, persistencia, capacidad de adaptación o regeneración de una especie o población dependen de un clima prevaleciente (particularmente de variables climáticas que pueden cambiar en un futuro cercano). Así, las especies más sensibles tienen mayor probabilidad de ver restringida su sobrevivencia o fecundidad con modificaciones menores en las variables climáticas.

La sensibilidad, entonces, depende de factores ecofisiológicos o relacionados con la historia natural, o con preferencias de hábitats (CONANP, FMCN, TNC, 2011). Una comunidad que depende de una agricultura de secano (lluvias estacionales) es mucho más sensible a los cambios en los patrones de precipitación que aquella en donde, por ejemplo, la minería es el medio de vida predominante. De igual manera, un ecosistema árido o semiárido será mucho más sensible a una disminución de las precipitaciones que un ecosistema húmedo tropical, a causa de los efectos sobre los regímenes hídricos (CARE Climate Change, s/f).

Para determinar la sensibilidad de una especie o ecosistema a un factor asociado al cambio climático, es decisivo establecer sus umbrales de tolerancia a dicho factor. Las respuestas al cambio climático pueden ser estimadas a partir de modelos de distribución de especies, de análisis multitemporales de cambios en la vegetación, entre otros (CONANP, FMCN, TNC, 2011).

Los rasgos funcionales de las especies se emplean para describir su grado de tolerancia a los impactos del cambio climático. Estos rasgos son las características de un organismo (morfología, fisiología y fenología) que se consideran relevantes en sus respuestas a la variación ambiental y/o sus efectos en el funcionamiento de un ecosistema (Díaz y Cabido, 2001). Además de comprender y explicar la relación de las plantas con su entorno, los rasgos funcionales describen diferentes aspectos de sus estrategias de vida y son el resultado tanto de la inercia filogenética como de la selección natural del medio ambiente (Felsenstein, 1985; citado por Ruiz, 2013).

La diversidad funcional se define como la presencia y abundancia relativa de los rasgos funcionales de los organismos presentes en un ecosistema (Díaz y Cabido, 2001). Esta puede ser medida por medio de índices o grupos funcionales, que en las comunidades vegetales son conocidos como tipos funcionales de plantas (Díaz, Cabido, Zak, Martínez y Aranibar, 1999) y representan ensambles de especies similares ecológicamente pero que difieren en su taxonomía (Díaz *et al.*, 2003; Lavorel *et al.*, 2007). Los tipos funcionales de plantas han sido usados para observar la respuesta de la vegetación frente a diversos factores, incluyendo el cambio climático (Condit, Hubbell y Foster, 1996; Díaz y Cabido, 1997; citado por Ruiz, 2013).

Entre los rasgos funcionales podemos mencionar la densidad de la madera, que influye en la cantidad de carbono fijado y está inversamente relacionada con la tasa de crecimiento, mortalidad y tiempo de reproducción (Swenson y Enquist, 2007).

Las especies con baja densidad de madera son, por lo general, especies oportunistas de claros en el bosque (especies heliófitas) e intolerantes a ambientes que generan estrés en las plantas (como la falta de disponibilidad de luz); son de crecimiento rápido, menor resistencia mecánica y a menudo de gran estatura (Williamson, 1984; Zanne y Falster, 2010), típicas características adquisitivas. Por el contrario, las especies con alta densidad de madera frecuentemente se encuentra en ambientes con presencia de factores que generan estrés en las plantas (Ruiz, 2013), como, por ejemplo, la baja disponibilidad de radiación solar (especies esciófitas) (Chave *et al.*, 2006), y presentan un crecimiento lento, típicas características conservativas.

Otros rasgos funcionales son el tamaño y cantidad de semillas por fruto, los vectores de polinización y dispersión, la sexualidad y madurez reproductiva, todos ellos asociados a procesos reproductivos que juegan un importante rol en la comprensión de la migración de las plantas en el paisaje en respuesta a las perturbaciones en el lugar.

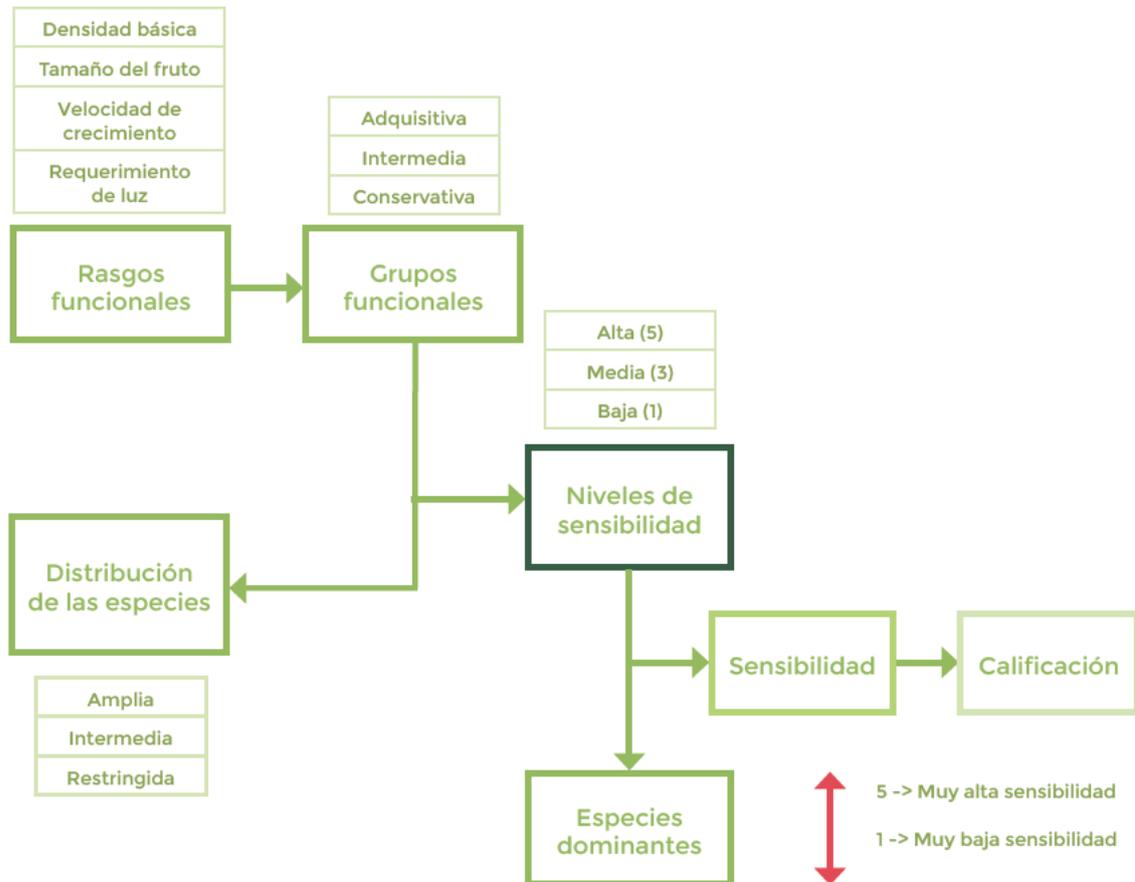
Los síndromes de dispersión, el tamaño de la semilla y la altura total están correlacionados. La altura del árbol adulto y la emergencia en el dosel facilitan la dispersión por el viento de las semillas livianas (Falster y Westoby, 2003; Condit, Hubbell y Foster, 1996).

## 10.2. Metodología

Para determinar la sensibilidad de los ecosistemas forestales de montaña frente a las variaciones climáticas (figura 17), se empleó una adaptación de la metodología propuesta por CLIMIFORAD (Delgado *et al.*, 2016).

Esta metodología se basa en la categorización de las especies dominantes de la unidad de análisis de acuerdo a sus grupos funcionales (rasgos adquisitivos, rasgos mixtos o rasgos conservativos) y a su distribución (restringida, intermedia y amplia) (Delgado *et al.*, 2016).

Figura 17  
Flujograma del análisis de la sensibilidad de los ecosistemas



Adaptación de la metodología de CLIMIFORAD (Delgado *et al.*, 2016).

## 10.2.1. Grupos funcionales

El presente estudio analizó cuatro rasgos funcionales relacionados con la dinámica de crecimiento, desarrollo y reproducción de las especies: (i) densidad de la madera, (ii) tamaño del fruto, (iii) velocidad de crecimiento y (iv) requerimiento de luz.

Se comenzó determinando las especies arbóreas dominantes de cada unidad de análisis, es decir aquellas cuya suma de áreas basales<sup>41</sup> representa el 80% o más del área basal total de la unidad evaluada (muestra). Hecho esto, se procedió a una intensiva búsqueda de información bibliográfica de los rasgos funcionales seleccionados para las especies dominantes. En algunos casos no fue posible encontrar información específica para la especie, entonces se consideró datos a nivel de género o familia, teniendo en cuenta la distribución geográfica de la especie.

Cuadro 32

Posteriormente, de acuerdo a la información de los rasgos funcionales de las especies dominantes, estas se reclasificaron en tres grupos funcionales: especies con rasgos adquisitivos, con rasgos mixtos y con rasgos conservativos. Cuando la especie presentaba al menos tres de las características de uno de los grupos funcionales, se clasificaba como adquisitiva o conservativa respectivamente; mientras que si cumplía con dos características del grupo, se clasificaba como especie con rasgos mixtos.

Cuadro 33

Se considera que las especies con rasgos adquisitivos desarrollan estrategias de supervivencia generales que les permiten adaptarse mejor a los cambios que pueden ocurrir en su entorno, mientras que las especies conservativas despliegan estrategias de supervivencia más especializadas y, por tanto, requieren condiciones específicas del medio para favorecer su establecimiento, condiciones que generalmente están presentes en etapas sucesionales intermedias a avanzadas del bosque.

## 10.2.2. Distribución de la especie

Los niveles de distribución de las especies dominantes también fueron materia de análisis, considerando que aquellas con distribución geográfica amplia tendrían más tolerancia a los impactos del cambio climático que aquellas con distribución restringida (Delgado *et al.*, 2016).

41 Área basal (AB) es la sección o área de un árbol a la altura del pecho (1,30 m de altura); se suele expresar en m<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>/ha y se obtiene a través de la medida de su diámetro "d" y la aplicación de la fórmula para cálculo del área de un círculo:  $AB = (\pi/4) \times d^2$ .

### 10.2.3. Análisis de los niveles de sensibilidad

Se consideró el valor de 5 para las especies de sensibilidad alta, el valor de 3 para las especies de sensibilidad media y el valor de 1 para las especies de sensibilidad baja.

Cuadro 34

Empleando la información del grupo funcional y los niveles de distribución de las especies, se asignaron los niveles de sensibilidad que figuran en el cuadro 34.

Cuadro 35

En el caso de las especies que no se contaba con información sobre sus niveles de distribución, la clasificación de la sensibilidad se basó solamente en el grupo funcional (cuadro 35).

### 10.2.4. Análisis de la sensibilidad

Por último, el cálculo de la calificación de la sensibilidad por unidad de análisis tuvo en cuenta la proporción del número de especies dominantes en la unidad de análisis y el valor del nivel de sensibilidad asignado.

Se multiplicó la proporción de las especies dominantes en cada nivel de sensibilidad por su respectivo valor, para finalmente sumar los resultados por cada unidad de análisis, obteniéndose así la calificación de la sensibilidad.



**Cuadro 32**  
Umbrales de clasificación de los rasgos funcionales analizados

Rasgos funcionales	Criterios	Clasificación
Densidad básica	Mayor a 0,6 g/cm <sup>3</sup>	Alta
	0,6 a 0,45 g/cm <sup>3</sup>	Media
	Menor a 0,45 g/cm <sup>3</sup>	Baja
Tamaño del fruto	Mayor a 5 cm	Grande
	De 1 a 5 cm	Medio
	Menor a 1 cm	Pequeño
Velocidad de crecimiento	Lento crecimiento	
	Crecimiento medio	
	Rápido crecimiento	
Requerimiento de luz	Especie con requerimiento de luz plena para su germinación y desarrollo	Heliófito
	Especie con requerimiento total o parcial de sombra del dosel para su germinación y desarrollo	Esciófito

Elaboración propia.

**Cuadro 33**  
Características de los grupos funcionales

Grupos funcionales	Características
Especies con rasgos adquisitivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de la madera: baja</li> <li>• Tamaño del fruto: pequeño</li> <li>• Velocidad de crecimiento: rápida</li> <li>• Requerimiento de luz: heliófito</li> </ul>
Especies con rasgos conservativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de la madera: alta</li> <li>• Tamaño del fruto: grande</li> <li>• Velocidad de crecimiento: lenta</li> <li>• Requerimiento de luz: esciófito</li> </ul>

Delgado *et al.* (2016).



Cuadro 34

Clasificación del nivel de sensibilidad considerando el grupo funcional y la distribución de la especie

Grupo funcional	Distribución	Nivel de sensibilidad
Adquisitiva	Amplia	Baja (1)
Intermedia	Amplia	
Conservativa	Amplia	
Adquisitiva	Intermedia	Media (3)
Intermedia	Intermedia	
Conservativa	Intermedia	
Adquisitiva	Restringida	Alta (5)
Intermedia	Restringida	
Conservativa	Restringida	

Elaboración propia.

Cuadro 35

Clasificación del nivel de sensibilidad considerando el grupo funcional de la especie

Grupo funcional	Nivel de sensibilidad
Adquisitiva	Baja (1)
Intermedia	Media (3)
Conservativa	Alta (5)

Elaboración propia.



## 10.3. Resultados

Cuadro 36

Matriz de clasificación de sensibilidad de las especies dominantes por unidad de análisis

Unidad de análisis	Especie	Familia	Rasgos funcionales				Grupo funcional	Distribución	Nivel de sensibilidad
			Densidad de la madera	Tamaño del fruto	Velocidad de crecimiento	Requerimiento de luz			
Bosque de Pacobamba Sector Centro	<i>Podocarpus glomeratus</i>	Podocarpaceae	Media	Pequeño	Lento	Esciófita	Intermedia	Intermedia	Media
	<i>Myrcianthes oreophila</i>	Myrtaceae	Alta	Pequeño	Lento	Esciófita	Conservativa	Restringida	Alta
	<i>Symplocos sp.</i>	Symplocaceae	Media	Mediano	Lento	Esciófita	Conservativa	-	Alta
	<i>Viburnum sp.</i>	Caprifoliaceae	Media	Pequeño	Rápido	Heliófita	Adquisitiva	-	Baja
	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	Alta	Pequeño	Rápido	Heliófita	Adquisitiva	-	Baja
	<i>Ferreyranthus sp.</i>	Asteraceae	Media	Pequeño	Rápido	Heliófita	Adquisitiva	-	Baja
Bosque de la comunidad de Huirónay	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Escalloniaceae	Alta	Pequeño	Lento	Esciófita	Conservativa	Amplia	Media
	<i>Gynoxys sp.</i>	Asteraceae	Media	Pequeño	Lento	Esciófita	Intermedia	-	Media
Bosque de Kiuñalla	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Escalloniaceae	Alta	Pequeño	Lento	Esciófita	Conservativa	Amplia	Media
	<i>Myrsine sp.</i>	Myrsinaceae	Media	Pequeño	Medio	Heliófita	Intermedia	-	Media
	<i>Berberis sp.</i>	Berberidaceae	Media	Pequeño	Rápido	Heliófita	Adquisitiva	-	Baja
	<i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae	Alta	Pequeño	Rápido	Heliófita	Adquisitiva	Amplia	Baja
	<i>Verbesina sp.</i>	Asteraceae	Alta	Pequeño	Rápido	Heliófita	Adquisitiva	-	Baja
	<i>Mauria sp.</i>	Anacardiaceae	Baja	Mediano	Rápido	Heliófita	Adquisitiva	-	Baja
	<i>Solanum sp.</i>	Solanaceae	Media	Mediano	Rápido	Heliófita	Intermedia	-	Media
Bosques del Santuario Nacional de Ampay	<i>Podocarpus glomeratus</i>	Podocarpaceae	Media	Pequeño	Lento	Esciófita	Intermedia	Intermedia	Media
	<i>Verbesina auriculigera</i>	Asteraceae	Media	Pequeño	Rápido	Heliófita	Adquisitiva	Restringida	Media
Bosque seco	<i>Ziziphus mistol</i>	Rhamnaceae	Alta	Mediano	Medio	Heliófita	Intermedia	Amplia	Baja
	<i>Acacia sp.</i>	Fabaceae	Alta	Grande	Medio	Heliófita	Intermedia	-	Media
	<i>Eriotheca vargasii</i>	Bombacaceae	Baja	Mediano	Rápido	Heliófita	Adquisitiva	Restringida	Media

Elaboración propia.

Tabla 34  
Calificación de la sensibilidad de las especies dominantes por unidad de análisis

Distrito	Unidad de análisis	Nivel de sensibilidad	N° especies dominantes	Proporción	Calificación de sensibilidad
Pacobamba	Bosque de Pacobamba Sector Centro	Alta (5)	2	0,3	1,7
		Media (3)	1	0,2	0,5
		Baja (1)	3	0,5	0,5
	Bosque de Huironay	Alta (5)	0	0,0	0,0
		Media (3)	2	1,0	3,0
		Baja (1)	0	0,0	0,0
Huanipaca	Bosque de Kiuñalla	Alta (5)	0	0,0	0,0
		Media (3)	3	0,4	1,3
		Baja (1)	4	0,6	0,6
Tamburco	Bosques del Santuario Nacional de Ampay	Alta (5)	0	0,0	0,0
		Media (3)	2	1,0	3,0
		Baja (1)	0	0,0	0,0
Curahuasi	Bosque seco	Alta (5)	0	0,0	0,0
		Media (3)	2	0,7	2,0
		Baja (1)	1	0,3	0,3

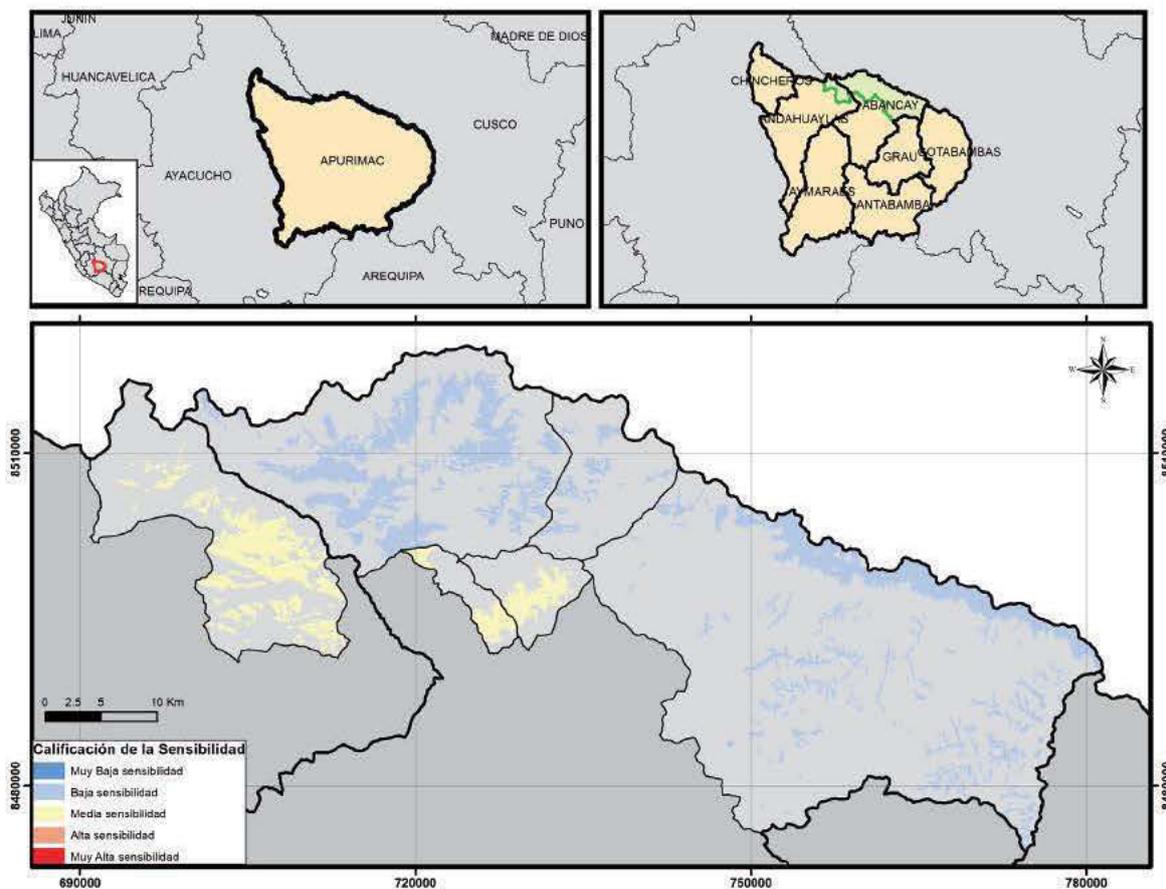
Elaboración propia.

Las calificaciones de la sensibilidad de los bosques (mapa 13) en el área de análisis varían entre baja (2) y regular (3). Los valores más bajos se obtuvieron en el área en el bosque de Kiuñalla (Huanipaca), donde más de la mitad de sus especies dominantes muestran baja sensibilidad, rasgos adquisitivos y distribución amplia. Por otro lado, los valores más altos del análisis corresponden al bosque de Huironay (Pacobamba) y el bosque del Santuario Nacional de Ampay (Tamburco) —ambos presentan una sensibilidad regular—, en donde todas sus especies dominantes presentan condiciones de sensibilidad media, en el primer caso con especies con rasgos conservativos y distribución amplia, mientras que en el segundo caso, con especies con rasgos adquisitivos y de distribución restringida.



## Mapa 13

### Sensibilidad de los bosques de la Mancomunidad y el Santuario Nacional de Ampay al cambio climático



Elaboración propia.

# 11 Análisis de la capacidad de adaptación frente al cambio climático

---



## 11.1. Enfoque teórico

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) define la **capacidad de adaptación** como el potencial, capacidad o habilidad de un sistema, para adaptarse al cambio climático, para moderar los posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias (IPCC, 2014b).

La **resiliencia**, en ese sentido, es la capacidad de un sistema socioecológico de afrontar un suceso o perturbación peligrosa respondiendo o reorganizándose de modo que mantenga su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC, 2014b).

La **adaptación**, entonces, es el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos. Puede hablarse así de adaptación progresiva (acciones de adaptación con el objetivo central de mantener la esencia y la integridad de un sistema o proceso a una escala determinada) y adaptación transformacional (adaptación que cambia los atributos fundamentales de un sistema en respuesta al clima y a sus efectos).

La **fragmentación**, por otro lado, es un proceso a escala del paisaje que promueve la discontinuidad del hábitat<sup>42</sup>, afectando seriamente la continuidad o conectividad de especies, poblaciones y procesos ecológicos (pérdida de especies y hábitats, aislamiento) (Figuerola *et al.*, 2013).

Del mismo modo, la **conectividad** es una condición referida al enlace o nexo que facilita el desplazamiento de organismos entre parcelas de hábitat presentes en el paisaje. Es una propiedad del territorio para una especie o conjunto de especies similares desde el punto de vista de sus requerimientos ecológicos y capacidad dispersiva y es una condición crítica que garantiza la viabilidad de las poblaciones que se desean conservar. Un paisaje con alta conectividad es aquel en el que los individuos de una especie determinada pueden desplazarse con libertad entre los hábitats que requieren para alimentarse y protegerse (SERNANP, 2009).

---

42 Fragmento (de bosque o vegetación): También llamado parche o isla. Bosque o hábitat remanente que ha sido aislado del conjunto mayor de vegetación y disminuido considerablemente su tamaño original.

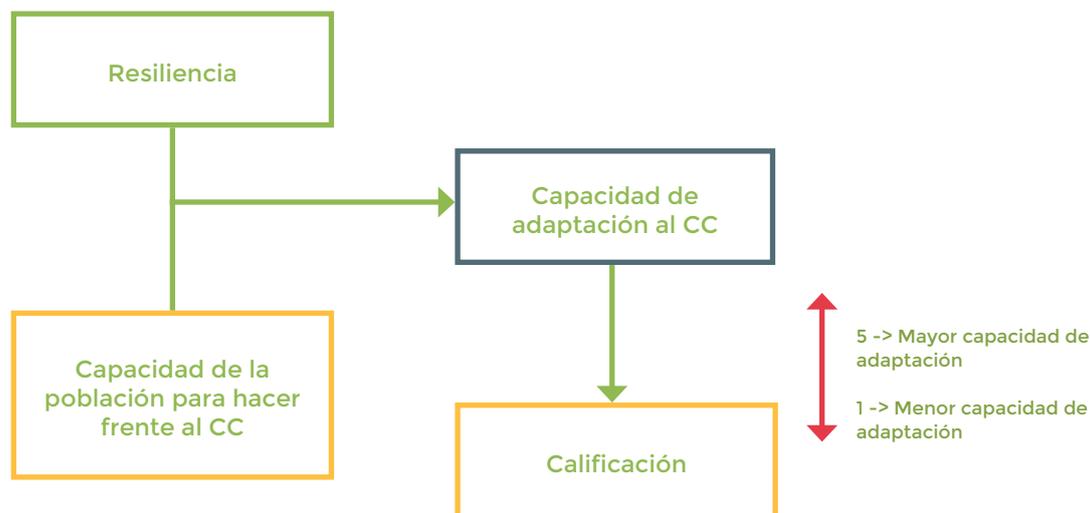
## 11.2. Metodología

La metodología propuesta para el estudio del componente **Capacidad de Adaptación** de los Ecosistemas, está compuesto por el análisis de dos factores (Figura 18):

**Integridad de los ecosistemas**, a través de la medición de indicadores que describan el nivel de integridad de los ecosistemas, como aproximación para analizar las fortalezas (resiliencia) de los ecosistemas para hacer frente al cambio climático. Estos indicadores pueden ser medibles en campo (nivel 2) o mediante el empleo de sensores remotos (nivel 1). Además estos indicadores permiten establecer una línea de base a partir de la cual monitorear su estado en el tiempo.

**Capacidad de las poblaciones locales para hacer frente al cambio climático**, analizado a través de indicadores socioeconómicos que describan la capacidad de adaptación de las poblaciones para hacer frente al cambio climático, a través de factores como: la gestión del territorio, la gestión de sus elementos (recursos) y la capacidad adaptativa de las poblaciones locales.

**Figura 18**  
Flujograma metodológico del análisis de la capacidad de adaptación de los ecosistemas frente al cambio climático



Adaptación de la metodología de CLIMIFORAD (Delgado *et al.*, 2016).

## 11.3. Integridad de los ecosistemas

### 11.3.1. Enfoque teórico

El uso de indicadores para evaluar la condición o integridad ecológica de los ecosistemas es una aproximación común para contar con una medida objetiva que permita evaluar su condición actual y para establecer una línea de base a partir de la cual monitorear su estado en el tiempo. El desarrollo de estos indicadores requiere la identificación de métricas como expresiones medibles de indicadores relacionados con la estructura, composición y función del ecosistema en referencia a un ejemplo del ecosistema operando en el ámbito de regímenes de disturbio naturales (Josse, 2012a).

Estos atributos se clasifican bajo las categorías de contexto del paisaje, tamaño y condición biótica, que constituyen los factores primarios de un modelo ecológico conceptual general (Figura 19), que captura la estructura, composición y procesos de los ecosistemas, tomando en consideración su funcionamiento interno y su relación con el medio circundante. Luego se identifican los indicadores que sean capaces de reflejar el estado de los atributos clave. El enfoque del ejercicio fue para aquellos indicadores que pueden evaluarse con el uso de sensores remotos (mapas, imágenes de satélite) y los que pueden evaluarse en el campo, pero cualitativamente y/o de manera rápida (Josse, 2012a).

**Contexto de paisaje** es una medida integrada de la calidad de factores bióticos y abióticos, estructuras y procesos que rodean a la ocurrencia (objeto de la evaluación), y del grado en el que estos afectan la integridad ecológica actual del elemento. El contexto del paisaje afecta procesos de escala amplia como el ingreso de nutrientes, el flujo genético, la dispersión de semillas, el movimiento de especies, regímenes de fuego. Los componentes de este factor son:

- a. La estructura y extensión del paisaje / medidas de fragmentación.
- b. Área de amortiguamiento.
- c. Condición del paisaje en el sitio.

**Tamaño** es una medida cuantitativa del área/o la abundancia de una ocurrencia. El componente de este factor es:

- a. Área de ocupación (relativa, absoluta).

**Condición** es una medida integrada de los factores bióticos y abióticos, estructuras y procesos dentro de la ocurrencia, y del grado en el que estos afectan y denotan la integridad ecológica actual del elemento. Los componentes de este factor son:

- a. Composición de especies o presencia de especies diagnósticas.
- b. Desarrollo o madurez (de la comunidad o sistema).

- c. Estructura de edades de especies clave o estratificación.
- d. Presencia de especies invasoras o exóticas.
- e. Factores abióticos físicos y químicos.

Figura 19

A partir de la identificación de los atributos ecológicos clave, se identifican los indicadores que sean capaces de reflejar el estado de estos. Se priorizan aquellos indicadores que puedan evaluarse mediante el uso de sensores remotos y mediante mediciones realizadas en campo.

Los indicadores pueden ser (A) una característica específica, medible del atributo clave (por ejemplo, el porcentaje de cobertura de especies nativas, volumen de desechos leñosos, relación calcio: aluminio de los suelos, hidroperíodo); (B) una colección de estas características combinadas en un índice "multimétrico", como un índice de amortiguamiento que integra longitud, ancho y condición del amortiguamiento (*buffer*); y (C) un efecto medible del atributo ecológico clave, tal como una relación de las frecuencias de dos taxones de insectos acuáticos (el indicador) que varía con los cambios en la concentración media de nitratos (el atributo de clave) en un arroyo (Josse, 2012a).

### 11.3.2. Metodología

El análisis de la integridad de los ecosistemas se planteó como aproximación al análisis de la resiliencia de los ecosistemas frente a cambios (Figura 20); considerando que si un ecosistema se encuentra más integro favorecería sus capacidades para adaptarse, frente a otro que carece de integridad. Este análisis de la integridad ecológica se propuso mediante el empleo de indicadores, a diferentes niveles, para evaluar la condición de los ecosistemas.

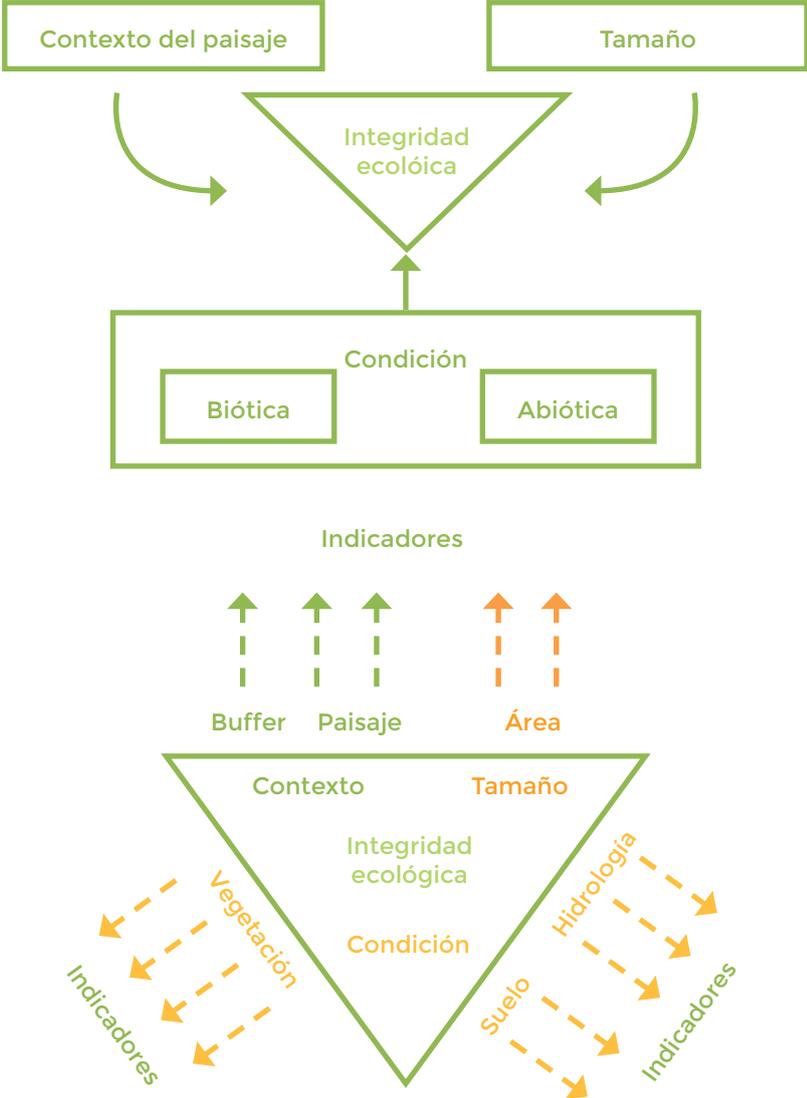
Figura 20

#### 11.3.2.1. Evaluación de la condición biótica en campo

Se evaluó el nivel de integridad de los ecosistemas mediante la medición de indicadores de la condición biótica en campo. Previo a las evaluaciones de campo se construyeron indicadores de rápida medición que pudieran reflejar la integridad de la condición biótica del ecosistema evaluado. Estos indicadores estuvieron orientados, principalmente, a la evaluación de la vegetación y el suelo como factores ecológicos clave. Cabe mencionar que para este nivel de análisis se prestó mayor importancia a la evaluación de la condición actual de los bosques montanos y altimontanos, considerando que estos ecosistemas presentan mayor vulnerabilidad a los impactos de origen climático y antrópico.

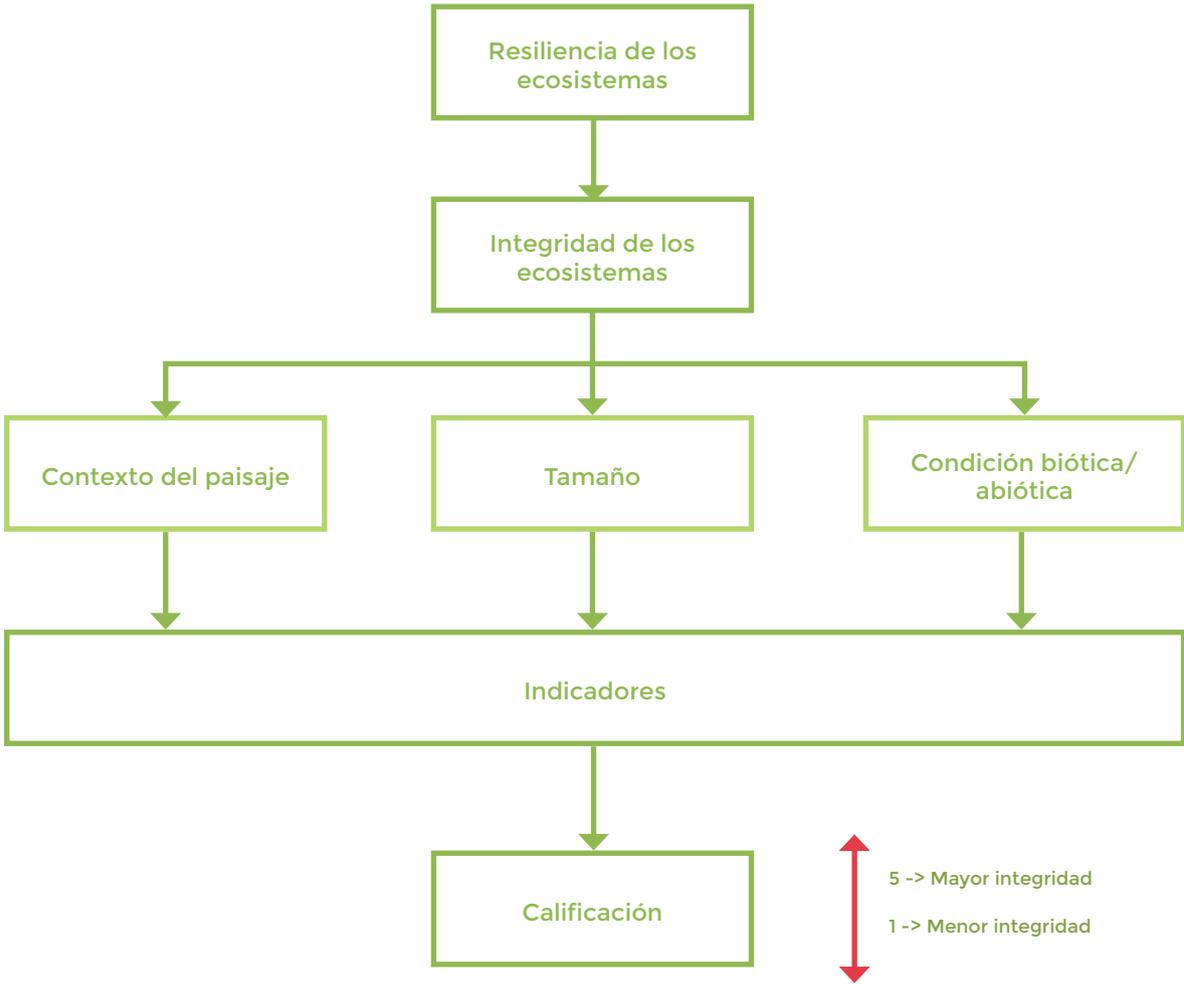
La metodología en campo consistió en evaluaciones rápidas realizadas en los ecosistemas boscosos de las unidades de análisis establecidas, tratando de obtener una muestra representativa de los sistemas ecológicos de interés (Cuadro 37). Para la toma de datos de los indicadores relacionados a la vegetación se establecieron transectos y/o parcelas de tamaño variable, según las condiciones de accesibilidad al área. En cada

Figura 19  
 Modelo conceptual general para la evaluación de la integridad ecológica de  
 ecosistemas terrestres



Josse, 2012a.

Figura 20  
Flujograma metodológico del análisis de la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático



Adaptación de la metodología de CLIMIFORAD (Delgado et al., 2016).

unidad de muestreo se registró el diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total de los individuos con DAP  $\geq$  5 cm. Luego, para cada individuo se evaluó la presencia de especies epífitas (bromelias, orquídeas, helechos, musgos) y se caracterizó cualitativamente la abundancia por individuo de este grupo de especies. Para obtener información correspondiente al suelo, en cada unidad de muestreo se establecieron cuatro submuestras para la toma de datos cualitativos de la condición general del suelo así como de la materia orgánica y de la macrofauna presentes. De manera adicional se registraron otras características del ecosistema que pudieran dar a conocer el estado de la condición biótica como presencia y rastros de fauna silvestre y evidencias de presiones antrópicas.

Cuadro 37

Las figuras 21 – 25 muestran la evaluación en campo de la condición biótica de los ecosistemas.

Figura 21/ 54

Establecimiento de transecto en el bosque seco de Curahuasi



Figura 22/ 55

Evaluación del suelo en el bosque altimontano de la comunidad de Pacchani



Figura 23/ 56  
Establecimiento de transecto en el bosque de Ccerabamba

---



Figura 24/ 57  
Medición de individuos arbóreos en el Santuario Nacional Ampay

---



Figura 25/ 58  
Identificación de individuos en el bosque de la comunidad de Ccerabamba

---



**Cuadro 37**  
Unidades de muestreo y áreas evaluadas

Distrito	Unidad de análisis	Comunidad / localidad	Ecosistema evaluado	Unidad de muestreo
Pacobamba	Bosque de Pacobamba Sector Centro	Ccerabamba	Bosque altimontano pluviestacional	transecto de 100 x 5m
		Andina	Bosque montano pluviestacional	transecto de 50 x 5 m y parcela de 20 x 15m
		Pacchani	Bosque montano pluviestacional	parcela de 20 x 15 m
	Bosque de Huironay	Huironay	Bosque altimontano pluviestacional	transectos de 100 x 5 m y 50 x 5m
Huanipaca	Bosque de Kiuñalla	Kiuñalla	Bosque altimontano pluviestacional	transecto de 75 x 5m y 50 x 5m
Tamburco	Bosque del Santuario Nacional Ampay	Santuario Nacional Ampay	Bosque altimontano pluviestacional	parcela de 20 x 15m
Curahuasi	Bosque seco	Curahuasi	Bosque montano xérico	transecto de 100 x 5m

Elaboración propia.



### 11.3.2.2. Análisis de la integridad ecológica

La metodología empleada para el análisis del primer factor de la Capacidad de adaptación de los ecosistemas incluye un análisis sobre la evaluación de la integridad de los ecosistemas, basada en la propuesta metodológica de NatureServe (Faber – Langendoen *et al.*, 2012), adaptada a los objetivos del presente estudio, cuyas etapas se mencionan a continuación:

- a. Identificar factores y atributos ecológicos clave de la integridad de los ecosistemas boscosos y sus indicadores o métricas evaluadas mediante: evaluaciones remotas a nivel de paisaje (nivel 1) (cuadros 39 – 47) y mediante la evaluación de la condición del ecosistema por medio de mediciones en campo (nivel 2) (cuadros 48 – 61).
- b. Establecer umbrales o rangos de calificación basados en la condición natural, histórica, o de sitios actuales de referencia de los ecosistemas.
- c. Desarrollar una matriz de calificación mediante la cual las métricas obtienen un puntaje y se integran en una calificación integral de la condición ecológica actual de los ecosistemas.

Posteriormente se identificó los indicadores a ser evaluados en cada una de las unidades de análisis, teniendo en cuenta los factores principales del modelo conceptual de la integridad ecológica: contexto del paisaje, tamaño y condición biótica (atributos ecológicos claves), de los cuales dependen los ecosistemas para su viabilidad en el largo plazo. Los Indicadores seleccionados para realizar el análisis de integridad ecológica se presentan en el Cuadro 38.

Cuadro 38

Los indicadores del nivel 2, es decir aquellos evaluados mediante mediciones en campo, sólo fueron analizados para las siguientes unidades de análisis: Bosque de Pacobamba Sector Centro (Comunidad de Ccerabamba, Andina y Pacchani), Bosque de la Comunidad de Huironay, Bosque de Kiuñalla, Bosque del Santuario Nacional Ampay (Distrito de Tamburco) y Bosque seco (Comunidad de Curahuasi). Las mediciones en campo requeridas priorizaron aquellas unidades presentes en las comunidades donde se realizan las prácticas de manejo de bosques identificadas por CEDES–Apurímac (2015a). Las mediciones de campo de estos indicadores fueron recopiladas como parte de la segunda salida de campo (Reporte de campo - ver Anexo 9). Los indicadores del nivel 1, es decir aquellos cuyas métricas fueron evaluadas a través de técnicas de sensoramiento remoto, fueron analizados para todas las 24 unidades de análisis.

Una vez seleccionados los indicadores y sus respectivas métricas para el análisis se procedió a establecer los rangos o umbrales de calificación de los niveles de integridad, basados en la condición natural, histórica, o de sitios actuales de referencia. Posteriormente, se propuso el desarrollo de una matriz de calificación por la cual las métricas obtienen un puntaje y se sistematizan en una calificación integral de la condición de las unidades de análisis.

Cuadro 38

Indicadores seleccionados para evaluar la integridad ecológica de las unidades de análisis

Categoría	Atributo ecológico clave	Nombre del indicador	Nivel		
Contexto del paisaje	Estructura del paisaje	Alteración del paisaje	1		
		Conectividad (distancia mínima)	1		
		Conectividad (longitud de borde en contacto)	1		
		Fragmentación (área perímetro)	1		
		Fragmentación (número de fragmentos)	1		
		Fragmentación (nivel de fragmentación)	1		
	Presiones en el contexto del paisaje	Distancia a los caminos más cercanos	1		
Tamaño	Tamaño	Tamaño del parche	1		
Condición biótica	Estructura de la comunidad	Acumulación de materia orgánica en el suelo	2		
		Compactación del suelo	2		
		Descomposición de la materia orgánica del suelo	2		
		Humificación de la materia orgánica del suelo	2		
		Presencia de briofitos (musgo) en el suelo	2		
		Presencia de macrofauna del suelo	2		
	Composición de la comunidad	Estructura y composición del ecosistema boscoso	Estructura y composición del ecosistema boscoso	2	
			Presencia de especies de vegetación clave	2	
		Presencia de vegetación clave para el régimen hídrico	Presencia de vegetación clave para el régimen hídrico	2	
			Presencia de epífitas clave: briofitos (musgo)	2	
			Presencia de epífitas clave: líquenes	2	
		Presencia de fauna silvestre	Presencia de especies clave de fauna silvestre	Presencia de especies clave de fauna silvestre	2
				Presiones a nivel de la condición biótica	Presiones y fuentes de presión a nivel de la condición biótica

Elaboración propia.



## Descripción de los indicadores de contexto de paisaje y tamaño de los ecosistemas - Nivel 1:

Cuadro 39

Descripción del indicador: alteración del paisaje

<b>CATEGORÍA:</b>	Contexto del paisaje
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Paisaje
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura del paisaje
<b>INDICADOR:</b>	Alteración del paisaje
<b>DEFINICIÓN:</b>	Medida de integridad del paisaje. Porción de vegetación natural sin intervención antrópica en un buffer alrededor de una unidad de análisis.
<b>MEDICIÓN:</b>	Porcentaje de área ocupada por cobertura de vegetación natural en un radio de 1 km alrededor de las unidades de análisis.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Buena	Más del 40% del área ocupada por cobertura de vegetación natural
B = Regular	Entre 21 - 40% del área ocupada por cobertura de vegetación natural
C = Mala	Menos del 20% del área ocupada por cobertura de vegetación natural

Elaboración propia.

Cuadro 40

Descripción del indicador: estructura del paisaje

<b>CATEGORÍA:</b>	Contexto del paisaje
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Paisaje
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura del paisaje
<b>INDICADOR:</b>	Conectividad (distancia mínima)
<b>DEFINICIÓN:</b>	Distancia mínima entre una unidad de análisis y otra. Mientras menor sea la distancia entre una unidad y otra, favorecerá la conectividad entre los elementos de las unidades.
<b>MEDICIÓN:</b>	Distancia entre una unidad de análisis y su vecina más próxima.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Buena	0 - 5 m (unidad en contacto con otra)
B = Regular	Distancia entre una y otra unidad de 6 - 500 m
C = Mala	Distancia entre una y otra unidad mayor a 500 m

Elaboración propia.



**Cuadro 41**  
Descripción del indicador: conectividad (longitud de borde)

<b>CATEGORÍA:</b>	Contexto del paisaje
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Paisaje
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura del paisaje
<b>INDICADOR:</b>	Conectividad (longitud de borde)
<b>DEFINICIÓN:</b>	Longitud de una unidad de análisis en contacto con otra. Mientras mayor sea la longitud favorecerá la conectividad entre los elementos de una unidad con otra.
<b>MEDICIÓN:</b>	Longitud del borde en contacto de una unidad de análisis con otra.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Buena	Longitud mayor a 500 m
B = Regular	Longitud entre 100 - 500 m
C = Mala	Longitud menor a 100 m

Elaboración propia.

**Cuadro 42**  
Descripción del indicador: fragmentación (área/perímetro)

<b>CATEGORÍA:</b>	Contexto del paisaje
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Paisaje
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura del paisaje
<b>INDICADOR:</b>	Fragmentación (área/perímetro)
<b>DEFINICIÓN:</b>	Indicador de fragmentación que determina la proporción entre el área y el perímetro de los fragmentos de una unidad de análisis. A mayor resultado de la relación (mayor área y menor perímetro), menor efecto de borde para el fragmento.
<b>MEDICIÓN:</b>	Cálculo de la relación área/perímetro.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Buena	Relación mayor a 100
B = Regular	Relación entre 60 y 100
C = Mala	Relación menor a 60

Elaboración propia.



### Cuadro 43

#### Descripción del indicador: fragmentación (número de fragmentos)

<b>CATEGORÍA:</b>	Contexto del paisaje
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Paisaje
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura del paisaje
<b>INDICADOR:</b>	Fragmentación (número de fragmentos)
<b>DEFINICIÓN:</b>	Cantidad de fragmentos por cada unidad de análisis. Mientras mayor sea la cantidad de fragmentos, menor será el nivel de integridad de la unidad de análisis.
<b>MEDICIÓN:</b>	Cantidad de fragmentos por cada unidad de análisis.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Buena	Menos de 5 fragmentos
B = Regular	Entre 5 y 65 fragmentos
C = Mala	Más de 65 fragmentos

Elaboración propia.



**Cuadro 44**  
Descripción del indicador: fragmentación (nivel de fragmentación)

<b>CATEGORÍA:</b>	Contexto del paisaje
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Paisaje
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura del paisaje
<b>INDICADOR:</b>	Fragmentación (nivel de fragmentación)
<b>DEFINICIÓN:</b>	Estimación aproximada del grado o nivel de conexión entre las manchas remanentes de bosques. A mayor nivel de fragmentación de la unidad de análisis, menor nivel de integridad tendrá.
<b>MEDICIÓN:</b>	Evaluación cualitativa de la proximidad o contigüidad espacial entre los fragmentos de bosques, tamaño de las unidades, grado de perforación de las unidades y condición de la matriz del paisaje (bosques o mosaico de etapas seriales y cultivos).
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
<b>A = Buena</b>	Más del 50% de los fragmentos de bosques remanentes conectados directamente o agrupados, o suficientemente próximos para permitir la dispersión de organismos del bosque. Contempla fragmentos de tamaño medio a grande o bien perforaciones medias. Se considera que el bosque constituye la matriz del paisaje.
<b>B = Regular</b>	Entre un 15% y 50% de los fragmentos de bosques remanentes conectados directamente o agrupados, o suficientemente próximos para permitir la dispersión de organismos del bosque. El paisaje intervenido permite la dispersión. Contempla fragmentos de tamaño medio o perforación alta. Se considera que el bosque no es la matriz pero es un elemento notorio en el paisaje.
<b>C = Mala</b>	Menos del 15% de los fragmentos de bosques remanentes conectados. El paisaje intervenido no permite la dispersión. Considera fragmentos de tamaño pequeño, con efecto de borde significativo. La matriz del paisaje está constituida por un mosaico de etapas seriales y cultivos.

Elaboración propia.



**Cuadro 45**  
**Descripción del indicador: pérdida de bosque**

<b>CATEGORÍA:</b>	Contexto del paisaje
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Paisaje
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura del paisaje
<b>INDICADOR:</b>	Pérdida de bosque
<b>DEFINICIÓN:</b>	Reducción de la extensión del bosque (2000 - 2015). Pérdida de la superficie de bosque y su sustitución por otras coberturas de la tierra, en base al análisis de cambio entre los años 2000 y 2015. A mayor % de extensión de bosques perdidos con respecto al año 2000, la unidad de análisis presentará un menor estado de conservación (menor será el nivel de integridad).
<b>MEDICIÓN:</b>	Porcentaje del bosque que ha sido sustituido por otro tipo de coberturas de la tierra para cada unidad de análisis durante el periodo 2000 - 2015.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Buena	Pérdida de bosque menor al 20%
B = Regular	Pérdida de bosque entre 20 - 50%
C = Mala	Pérdida de bosque mayor al 50%

Elaboración propia.



**Cuadro 46**  
Descripción del indicador: distancia a los caminos

<b>CATEGORÍA:</b>	Contexto del paisaje
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Paisaje
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Presiones en el contexto del paisaje
<b>INDICADOR:</b>	Distancia a los caminos.
<b>DEFINICIÓN:</b>	Medida de la distancia de una unidad de análisis al camino más cercano, que denota los impactos potenciales al sitio proveniente de caminos de primer y segundo orden.
<b>MEDICIÓN:</b>	Distancia entre una unidad de análisis con el camino más cercano.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Buena	Distancia mayor a 500 m.
B = Regular	Distancia entre 1 y 500 m.
C = Mala	El camino pasa por la unidad de análisis o se encuentra en contacto con ella.

Elaboración propia.

**Cuadro 47**  
Descripción del indicador: tamaño

<b>CATEGORÍA:</b>	Tamaño
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Tamaño
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Área
<b>INDICADOR:</b>	Tamaño del fragmento
<b>DEFINICIÓN:</b>	Tamaño máximo del fragmento de cada unidad de análisis.
<b>MEDICIÓN:</b>	Área máxima (ha) de los fragmentos de cada unidad de análisis.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Buena	Área máxima mayor a 1000 ha.
B = Regular	Área máxima entre 100 - 1000 ha.
C = Mala	Área máxima menor a 100 ha.

Elaboración propia.

## Descripción de los indicadores para evaluar la condición biótica de los ecosistemas - Nivel 2

Cuadro 48

Descripción del indicador: estructura y composición de la comunidad: bosque altimontano pluviestacional

CATEGORÍA:	Condición biótica
FACTOR ECOLÓGICO:	Vegetación
ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:	Estructura y composición de la comunidad
INDICADOR:	Estructura y composición del ecosistema boscoso
DEFINICIÓN:	<p>Caracterización general de la condición teórica de la estructura y composición de un bosque altimontano pluviestacional (&gt; 2500 msnm) como indicador de su integridad. Se considera las siguientes características o condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosque generalmente bajo (5 - 20 m).</li> <li>• Dosel superior entre 10 y 20 m</li> <li>• Sotobosque denso</li> <li>• Especies arbóreas dominantes en el estrato superior pueden pertenecer a los géneros: <i>Axinaea</i> (Melastomataceae), <i>Escallonia</i> (Escalloniaceae), <i>Gynoxys</i> (Asteraceae), <i>Miconia</i> (Melastomataceae), <i>Myrsine</i> (Myrsinaceae), <i>Myrcianthes</i> (Myrtaceae), <i>Oreopanax</i> (Araliaceae), <i>Symplocos</i> (Symplocaceae), <i>Vallea</i> (Elaeocarpaceae), <i>Weinmannia</i> (Cunoniaceae), <i>Persea</i> (Lauraceae). En límites altitudinales: <i>Clethra</i> (Clethraceae), <i>Defontainea</i> (Desfontainiaceae), <i>Hesperomeles</i> (Rosaceae), <i>Morella</i> (Myricaceae).</li> <li>• Presencia de helechos (<i>Cyathea</i>, <i>Pteris</i>, <i>Thelypteris</i>) en el sotobosque.</li> <li>• Presencia abundante de plantas epifitas, sobre todo de las familias: Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae, etc.</li> <li>• Especies nativas vulnerables presentes (p.ej. <i>Myrcianthes</i>, <i>Cedrela</i>, <i>Juglans</i>, etc.)</li> <li>• Especies indicadoras de perturbación ausentes (p.ej. <i>Bocconia</i>, <i>Baccharis</i>, <i>Coriaria</i>, etc.)</li> <li>• Ausencia de especies exóticas.</li> </ul>
MEDICIÓN:	Registro y medición (DAP y alturas) de individuos con DAP $\geq$ 5 cm, evaluado por unidad de muestreo. Procesamiento de la información obtenida en campo y comparación con las condiciones características del tipo de ecosistema evaluado.
Calificación del indicador	Criterios para la métrica
A = Excelente	El bosque evaluado presenta 7 o todas las condiciones descritas.
B = Buena	El bosque evaluado presenta de 6 a 5 de las condiciones descritas.
C = Regular	El bosque evaluado presenta de 4 a 3 de las condiciones descritas.
D = Mala	El bosque evaluado presenta de 2 a ninguna de las condiciones descritas.

Elaboración propia.



Cuadro 49

Descripción del indicador: estructura y composición del ecosistema boscoso: bosque mesoandino de conífera

CATEGORÍA:	Condición biótica
FACTOR ECOLÓGICO:	Vegetación
ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:	Estructura y composición de la comunidad
INDICADOR:	Estructura y composición del ecosistema boscoso
DEFINICIÓN:	<p>Caracterización general de la condición teórica de la estructura y composición de un bosque mesoandino de conífera como indicador de su integridad. Se consideran las siguientes características o condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosel multiestrato.</li> <li>• Alturas del dosel superior entre 12 - 15 m</li> <li>• Sotobosque denso</li> <li>• Presencia de la "Intimpa" (<i>Podocarpus glomeratus</i>) entre las especies dominantes en el estrato superior.</li> <li>• Especies arbóreas asociadas pueden pertenecer a los géneros: <i>Vallea</i> (Elaeocarpaceae), <i>Escallonia</i> (Escalloniaceae), <i>Clusia</i> (Clusiaceae), <i>Duranta</i> (Verbenaceae), <i>Prunus</i> (Rosaceae), <i>Cestrum</i> (Solanaceae), <i>Solanum</i> (Solanaceae), <i>Myrcianthes</i> (Myrtaceae), <i>Styloceras</i> (Buxaceae).</li> <li>• Presencia abundante de plantas epífitas (Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae, etc.).</li> <li>• Especies nativas vulnerables presentes (p.ej. <i>Cedrela</i>, <i>Juglans</i>, <i>Myrcianthes</i>).</li> <li>• Especies indicadoras de perturbación ausentes (p.ej. <i>Bocconia</i>, <i>Baccharis</i>, <i>Coriaria</i>, etc.).</li> <li>• Ausencia de especies exóticas.</li> </ul>
MEDICIÓN:	Registro y medición (DAP y alturas) de individuos con DAP $\geq$ 5 cm, evaluado por unidad de muestreo. Procesamiento de la información obtenida en campo y comparación con las condiciones características del tipo de ecosistema evaluado.
Calificación del indicador	Criterios para la métrica
A = Excelente	El bosque evaluado presenta 7 o todas las condiciones descritas.
B = Buena	El bosque evaluado presenta de 6 a 5 de las condiciones descritas.
C = Regular	El bosque evaluado presenta de 4 a 3 de las condiciones descritas.
D = Mala	El bosque evaluado presenta de 2 a ninguna de las condiciones descritas.

Elaboración propia.



## Cuadro 50

Descripción del indicador: estructura y composición del ecosistema boscoso: bosque montano xérico

CATEGORÍA:	Condición biótica
FACTOR ECOLÓGICO:	Vegetación
ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:	Estructura y composición de la comunidad
INDICADOR:	Estructura y composición del ecosistema boscoso
DEFINICIÓN:	<p>Caracterización general de la condición teórica de la estructura y composición de un bosque montano xérico como indicador de su integridad. Se consideran las siguientes características o condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de estrato superior arbóreo caducifolio, estrato arbustivo y estrato herbáceo de vida efímera.</li> <li>• Dosel semiabierto a abierto</li> <li>• Estrato arbóreo de porte bajo (&lt; 8 m de altura)</li> <li>• Especie arbórea dominante <i>Eriotheca</i> (Malvaceae)</li> <li>• Especies asociadas pueden pertenecer a los siguientes géneros: <i>Acacia</i> (Fabaceae), <i>Schinus</i> (Anacardiaceae), <i>Kageneckia</i> (Rosaceae), <i>Trema</i> (Cannabaceae), <i>Ziziphus</i> (Rhamnaceae), <i>Prosopis</i> (Fabaceae), <i>Senna</i> (Fabaceae), <i>Delostoma</i> (Bignoniaceae), <i>Tecoma</i> (Bignoniaceae), <i>Dodonea</i> (Sapindaceae), <i>Cnidocolus</i> (Euphorbiaceae), <i>Croton</i> (Euphorbiaceae), <i>Jatropha</i> (Euphorbiaceae).</li> <li>• Presencia de cactáceas arbustivas.</li> <li>• Presencia de epífitas (principalmente Bromeliaceae: <i>Tillandsia</i>).</li> </ul>
MEDICIÓN:	Registro y medición (DAP y alturas) de individuos con DAP $\geq 2,5$ cm, evaluado por unidad de muestreo. Procesamiento de la información obtenida en campo y comparación con las condiciones características del tipo de ecosistema evaluado.
Calificación del indicador	Criterios para la métrica
A = Excelente	El bosque evaluado presenta 6 o todas las condiciones descritas.
B = Buena	El bosque evaluado presenta de 5 a 4 de las condiciones descritas.
C = Regular	El bosque evaluado presenta 3 de las condiciones descritas.
D = Mala	El bosque evaluado presenta de 2 a ninguna de las condiciones descritas.

Elaboración propia.



Cuadro 51  
Descripción del indicador: presencia de especies de vegetación clave

<b>CATEGORÍA:</b>	Condición biótica
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Vegetación
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Composición de la comunidad
<b>INDICADOR:</b>	Presencia de especies de vegetación clave
<b>DEFINICIÓN:</b>	Evaluación de la presencia y abundancia relativa de especies de vegetación clave o distintiva que son diagnósticas de la integridad del ecosistema. Se considera como especies clave a las especies endémicas, especies protegidas y especies de importancia para el ecosistema. Se considera como especie protegida a aquellas especies de vegetación arbórea que se encuentran en las categorías de protección: CR (En Peligro crítico), EN (En peligro), VU (Vulnerable) y NT (Casi amenazado) según la normativa del DS 004-2014-MINAGRI y IUCN. Como especie endémica se considera a aquellas con distribución restringida a Perú. Como especie de importancia para el ecosistema se considera la "Intimpa" ( <i>Podocarpus glomeratus</i> ), especie representativa del bosque mesoandino de conífera.
<b>MEDICIÓN:</b>	Presencia y abundancia relativa de especies clave, evaluado por unidad de muestreo.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Excelente	Abundancia relativa de grupo de especies clave $\geq$ 50%.
B = Buena	Abundancia relativa de grupo de especies clave $<$ 50%.
C = Regular	Abundancia relativa de grupo de especies clave $<$ 25%.
D = Mala	Ausencia de especies clave.

Elaboración propia.



## Cuadro 52

Descripción del indicador: presencia de vegetación clave para el régimen hídrico

<b>CATEGORÍA:</b>	Condición biótica
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Vegetación
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Composición de la comunidad
<b>INDICADOR:</b>	Presencia de vegetación clave para el régimen hídrico
<b>DEFINICIÓN:</b>	Evaluación de la presencia y abundancia de epífitas vasculares (Bromeliaceae, Araceae, Orchidaceae, helechos), no vasculares (musgo) y líquenes. La presencia de este grupo de especies es característica de los ecosistemas de bosque montano y altimontano. Además, se les puede considerar como indicadores de cambios en el medio debido a su lento crecimiento y alta dependencia de las condiciones del hábitat donde se desarrollan, en especial de la disponibilidad de humedad.
<b>MEDICIÓN:</b>	Descripción cualitativa de la abundancia de epífitas/árbol, evaluado por unidad de muestreo. Se considera una abundancia alta cuando las epífitas ocupan la mayor parte del árbol (base, fuste medio y ramas superiores) y una abundancia baja cuando ocurren escasamente en el fuste y de manera inexistente en las ramas superiores.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Excelente	Abundancia alta de epífitas en $\geq 50\%$ de individuos evaluados.
B = Buena	Abundancia media de epífitas en $\geq 50\%$ de individuos evaluados.
C = Regular	Abundancia baja de epífitas en $\geq 50\%$ de individuos evaluados.
D = Mala	Ausencia de epífitas en $\geq 50\%$ de individuos evaluados.

Elaboración propia.



**Cuadro 53**  
Descripción del indicador: presencia de epífitas clave: briofitos

<b>CATEGORÍA:</b>	Condición biótica
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Vegetación
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Composición de la comunidad
<b>INDICADOR:</b>	Presencia de epífitas clave: briofitos (musgo)
<b>DEFINICIÓN:</b>	Evaluación de la presencia de epífitas clave en el régimen hídrico de los ecosistemas andinos. Las epífitas (principalmente musgos y líquenes) intervienen en el aporte hídrico a los ecosistemas boscosos andinos mediante la interceptación del agua de la niebla y posterior liberación por goteo hacia la superficie del suelo. Por otro lado, debido a que su desarrollo depende estrechamente de la disponibilidad de agua del medio, este tipo de vegetación es altamente sensible a los cambios que puedan ocurrir en el régimen hídrico del ecosistema.
<b>MEDICIÓN:</b>	Presencia de musgo/árbol, evaluado por unidad de muestreo.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Excelente	Presencia de musgo en todos los individuos evaluados.
B = Buena	Presencia de musgo en $\geq 75\%$ de los individuos evaluados.
C = Regular	Presencia de musgo en 50 a 75% de los individuos evaluados.
D = Mala	Ausencia de musgo en $> 50\%$ de individuos evaluados.

Elaboración propia.



## Cuadro 54

### Descripción del indicador: presencia de epífitas clave: líquenes

<b>CATEGORÍA:</b>	Condición biótica
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Vegetación
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Composición de la comunidad
<b>INDICADOR:</b>	Presencia de epífitas clave: líquenes
<b>DEFINICIÓN:</b>	Evaluación de la presencia de epífitas clave en el régimen hídrico de los ecosistemas andinos. Las epífitas (principalmente musgos y líquenes) intervienen en el aporte hídrico a los ecosistemas boscosos andinos mediante la intercepción del agua de la niebla y posterior liberación por goteo hacia la superficie del suelo. De otro lado, debido a que su desarrollo depende estrechamente de la disponibilidad de agua del medio, este tipo de vegetación es altamente sensible a los cambios que puedan ocurrir en el régimen hídrico del ecosistema.
<b>MEDICIÓN:</b>	Presencia de líquenes/árbol, evaluado por unidad de muestreo.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Excelente	Presencia de líquenes en todos los individuos evaluados.
B = Buena	Presencia de líquenes en $\geq 50\%$ de individuos evaluados.
C = Regular	Presencia de líquenes en $< 50\%$ de individuos evaluados.
D = Mala	Ausencia de líquenes en todos los individuos evaluados.

Elaboración propia.



**Cuadro 55**  
Descripción del indicador: acumulación de materia orgánica en el suelo

<b>CATEGORÍA:</b>	Condición biótica
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Suelo - Vegetación
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura física
<b>INDICADOR:</b>	Acumulación de materia orgánica en el suelo.
<b>DEFINICIÓN:</b>	Medida del espesor de la capa orgánica del suelo (hojarasca, ramas, troncos, etc. en diferentes grados de descomposición), como indicador de la acumulación de materia orgánica. En la superficie del suelo de los bosques andinos es común encontrar una capa gruesa de hojarasca y/o briofitos donde se almacenan grandes cantidades de agua, la cual es liberada lentamente durante los períodos secos. Además esta capa actúa como un aislante que evita cambios extremos de temperatura y aumenta la infiltración del suelo.
<b>MEDICIÓN:</b>	Espesor promedio de la capa orgánica evaluado en 4 puntos por unidad de muestreo.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Excelente	Acumulación alta (espesor promedio $\geq 20$ cm).
B = Buena	Acumulación media (espesor promedio $< 20$ a $10$ cm).
C = Regular	Acumulación baja (espesor promedio $< 10$ cm).
D = Mala	Ausencia de capa de materia orgánica.

Elaboración propia.



## Cuadro 56

### Descripción del indicador: compactación del suelo

<b>CATEGORÍA:</b>	Condición biótica
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Suelo - Vegetación
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura física
<b>INDICADOR:</b>	Compactación del suelo
<b>DEFINICIÓN:</b>	Estimación cualitativa del grado de compactación del suelo, según la resistencia a ser perforado. Un menor grado de compactación indicaría un mejor desarrollo de los horizontes O y A del suelo y la ausencia de fuentes de compactación de origen antrópico como, por ejemplo, sobrepastoreo.
<b>MEDICIÓN:</b>	Grado de compactación del suelo, según la resistencia a ser perforado, medido en 4 puntos por unidad de muestreo.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Excelente	Compactación del suelo baja en todos los puntos muestreados.
B = Buena	Compactación del suelo baja o media en $\geq 50\%$ de los puntos muestreados.
C = Regular	Compactación del suelo alta en $\geq 50\%$ de los puntos muestreados.
D = Mala	Compactación del suelo alta en todos los puntos muestreados.

Elaboración propia.



Cuadro 57

Descripción del indicador: humificación de la materia orgánica

<b>CATEGORÍA:</b>	Condición biótica
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Suelo - Vegetación
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura física
<b>INDICADOR:</b>	Humificación de la materia orgánica.
<b>DEFINICIÓN:</b>	Estimación cualitativa del grado de descomposición y humificación del material orgánico presente en el suelo, según el color del suelo. Una coloración más oscura del suelo será indicador de un mayor grado de humificación de la materia orgánica.
<b>MEDICIÓN:</b>	Descripción cualitativa del color del suelo, evaluado en 4 puntos por unidad de muestreo.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Excelente	Coloración marrón muy oscuro a oscuro en todos los puntos muestreados.
B = Buena	Coloración marrón muy oscuro a oscuro en > 50% de los puntos muestreados.
C = Regular	Coloración marrón en > 50% de los puntos muestreados.
D = Mala	Coloración marrón claro en todos los puntos muestreados.

Elaboración propia.



## Cuadro 58

### Descripción del indicador: presencia de briofitos en la materia orgánica del suelo

<b>CATEGORÍA:</b>	Condición biótica
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Suelo-Vegetación
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura física
<b>INDICADOR:</b>	Presencia de briofitos (musgo) en la materia orgánica del suelo
<b>DEFINICIÓN:</b>	Evaluación del tipo de restos vegetales encontrados en la capa orgánica del suelo. En los ecosistemas boscosos andinos los briofitos (musgo) presentes en la capa orgánica del suelo cumplen un rol importante en la captación y retención hídrica.
<b>MEDICIÓN:</b>	Presencia de musgo en la capa de materia orgánica evaluada en 4 puntos por unidad de muestreo.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Excelente	Presencia de musgo en la capa orgánica del suelo (100% de puntos evaluados).
B = Buena	Presencia parcial de musgo en la capa orgánica del suelo ( $\geq 50\%$ de puntos evaluados).
C = Regular	Presencia escasa de musgo en la capa orgánica del suelo ( $< 50\%$ de puntos evaluados).
D = Mala	Ausencia de musgo en el suelo.

Elaboración propia.



Cuadro 59  
Descripción del indicador: presencia de macrofauna del suelo

<b>CATEGORÍA:</b>	Condición biótica
<b>FACTOR ECOLÓGICO:</b>	Suelo
<b>ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:</b>	Estructura física
<b>INDICADOR:</b>	Presencia de macrofauna del suelo.
<b>DEFINICIÓN:</b>	Evaluación de la presencia de macrofauna en el suelo y clasificación según los procesos en los interviene. Los organismos presentes en el suelo intervienen en el mantenimiento de la calidad y salud del suelo, procesos vitales para el funcionamiento del ecosistema. Algunos de estos procesos son: la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes, bioturbación (lo cual determina la estructura y las propiedades del suelo), enfermedades y control de plagas, entre otros. De otro lado, la interacción entre la descomposición de materia orgánica, bioturbación y el ciclo de nutrientes determinará el equilibrio entre la cantidad de carbono secuestrado en el suelo y entre las emisiones de gases invernadero. Se considera los siguientes grupos funcionales de macrofauna: herbívoros (organismos que consumen y parcialmente digieren tejidos vivos de plantas), ingenieros del ecosistema (organismos que causan un impacto físico mayor en el suelo mediante su transporte, construcción de estructuras agregadas y formación de poros, incluyendo el ciclaje de nutrientes), transformadores de hojarasca (invertebrados que se alimentan de desechos orgánicos originados por microbios y por trituradores de este material, haciéndolo más accesible para los descomponedores o favoreciendo el crecimiento microbiano), predadores (organismos que regulan a los herbívoros, ingenieros del ecosistema, transformadores de hojarasca, descomponedores y microrreguladores por depredación), microrreguladores (organismos que regulan ciclos de nutrientes mediante forrajeo y otras interacciones con los microorganismos descomponedores) y plagas y enfermedades del suelo (especies de control biológico).
<b>MEDICIÓN:</b>	Riqueza de grupos funcionales de macrofauna presente, evaluado en 4 puntos por unidad de muestreo.
<b>Calificación del indicador</b>	<b>Criterios para la métrica</b>
A = Excelente	Presencia de macrofauna de los 6 grupos funcionales.
B = Buena	Presencia de macrofauna de 5 o 4 de los grupos funcionales.
C = Regular	Presencia de macrofauna de 3 a 1 de los grupos funcionales.
D = Mala	Ausencia de macrofauna.

Elaboración propia.

Cuadro 60

Descripción del indicador: presencia de fauna silvestre clave

CATEGORÍA:	Condición biótica
FACTOR ECOLÓGICO:	Fauna
ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:	Presencia de fauna silvestre
INDICADOR:	Presencia de fauna silvestre clave.
DEFINICIÓN:	Presencia de especies clave de fauna silvestre que garantizan la funcionalidad del ecosistema o que diagnostican aspectos de esta funcionalidad. Se consideran como especies clave a especies protegidas, endémicas, sombrilla e indicadoras. <u>Especies protegidas</u> : considera aquellas especies de fauna silvestre que se encuentran en las categorías de protección: CR (En Peligro Crítico), EN (En Peligro) y VU (Vulnerable) según el DS 004-2014-MINAGRI y IUCN. <u>Especies endémicas</u> : considera aquellas con distribución restringida a Perú. <u>Especies sombrilla</u> : especies que requieren de grandes extensiones para el mantenimiento de poblaciones mínimas viables, por lo que garantizar la conservación de sus poblaciones pudiera implicar la protección de poblaciones de otras especies. Se consideró como especies sombrilla a los mamíferos grandes. Finalmente, se consideró a la herpetofauna como grupo de <u>especies indicadoras</u> por su sensibilidad a cambios en las condiciones ambientales de su hábitat.
MEDICIÓN:	Registro oportunista de la presencia (avistamiento o rastros) de especies de fauna silvestre clave, evaluada por unidad de muestreo.
Calificación del indicador	Criterios para la métrica
A = Excelente	Presencia de fauna silvestre de todas las categorías.
B = Buena	Presencia de fauna silvestre de alguna de las categorías.
C = Regular	Presencia de fauna silvestre que no pertenece a ninguna de las categorías.
D = Mala	Ausencia de avistamientos o rastros de fauna silvestre.

Elaboración propia.



Cuadro 61  
Descripción del indicador: presiones y fuentes de presión

CATEGORÍA:	Condición biótica
FACTOR ECOLÓGICO:	Hábitat/Paisaje
ATRIBUTO ECOLÓGICO CLAVE:	Presiones en la condición biótica
INDICADOR:	Presiones y fuentes de presión a nivel de la condición biótica
DEFINICIÓN:	Evidencia de presiones y fuentes de presión de carácter antrópico, que podrían afectar la condición biótica.
MEDICIÓN:	Observación de presiones y fuentes de presión, evaluado por unidad de muestreo.
Calificación del indicador	Criterios para la métrica
A = Excelente	No existe evidencia de intervención humana.
B = Buena	Existencia de senderos, poca extracción de leña y/o madera.
C = Regular	Evidencia de extracción de leña y/o madera y pastoreo moderado y/o presencia de residuos sólidos.
D = Mala	Evidencia de alta extracción de leña y madera, pastoreo severo y/o uso agrícola reciente y/o presencia de residuos sólidos.

Elaboración propia.

Para el cálculo de la calificación de los indicadores se aplicó un puntaje estandarizado con los siguientes valores de calificación: A = 5, B = 4, C = 3, D = 1. Adicionalmente, se puede emplear una ponderación de los indicadores y los factores según su importancia y confiabilidad en la métrica, en caso se cuente con sustento técnico para establecerlos.

Para la calificación de la integridad ecológica de los ecosistemas se empleó una calificación integrada, que sintetiza los puntajes obtenidos en los 3 atributos ecológicos claves evaluados (contexto del paisaje, tamaño y condición biótica). Se adaptó el puntaje de la calificación integral propuesto por Nature Serve (Faber-Langendoen *et al.*, 2012), donde:

- La Calificación "A" indica la condición *Muy buena integridad* (obteniendo el rango de puntaje 5 - 4).
- La Calificación "B" indica la condición *Buena integridad* (obteniendo el rango de puntaje 3,9 - 3).
- La Calificación "C" indica la condición *Regular integridad* (obteniendo el rango de puntaje 2,9 - 2).
- La Calificación "D" indica la condición *Pobre integridad* (obteniendo el rango de puntaje 1,9 - 1).

A continuación se presenta un formato de la matriz para la calificación integrada de los indicadores:

**Tabla 35**  
Formato de la matriz para la calificación integrada de los indicadores

Indicadores	Calificación asignada al indicador	Puntaje asignado (P)	Ponderación Peso (W)	Puntaje del indicador (M)	Puntaje de la categoría (M/ W)	Calificación de la categoría	Calificación integrada
<b>CONDICIÓN BIÓTICA</b>			1		$M_1 / W_1$	A - D	A - D
Indicador 1	A - D	5 - 1	1	$P \times W$			
Indicador 2	A - D	5 - 1	1	$P \times W$			
Indicador 3	A - D	5 - 1	1	$P \times W$			
			$\Sigma W_1$	$M_1$			
<b>TAMAÑO</b>			1		$M_2 / W_2$	A - D	
Indicador 4	A - D	5 - 1	1	$P \times W$			
			$\Sigma W_2$	$M_2$			
<b>CONTEXTO DEL PAISAJE</b>			1		$M_3 / W_3$	A - D	
Indicador 5	A - D	5 - 1	1	$P \times W$			
Indicador 6	A - D	5 - 1	1	$P \times W$			
			$\Sigma W_3$	$M_3$			
Calificación integrada de la unidad					$\frac{\{(M_1 / W_1) + (M_2 / W_2) + (M_3 / W_3)\}}{3}$	A - D	
Puntaje de evaluación	A= 5 - 4; B= 3.9 - 3; C= 2.9 - 2; D= 1.9 - 1				Total= suma de puntaje de la categoría/suma de pesos de la categoría		

Adaptado de Josse, 2012a.





## Resultados

Tabla 36

Calificación de la integridad ecosistémica por unidad de análisis y distritos de la Mancomunidad

Distrito	Unidad de análisis	CONTEXTO DEL PAISAJE	
		Puntaje de la categoría	Calificación integrada
Pacobamba	Bosque de Chinchay	5,0	A
	Bosque de la Comunidad de Huironay	2,0	C
	Bosque de Pacobamba Sector Norte	3,5	B
	Bosque de Pacobamba Sector Centro	2,5	C
	Bosque de Pacobamba Sector Sur	1,5	D
Huanipaca	Bosque Kuiñalla	3,5	B
	Bosque Etnay	4,5	A
	Bosque Occopata y Sorcca	4,0	A
	Bosque Pacobamba de Huanipaca	3,0	B
	Bosque Tacmara	4,0	A
	Bosques de Huanipaca	2,5	C
SN de Ampay (Tamburco)	Bosques del Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	4,5	A
	Bosques de Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	3,0	B
Santuario Nacional Ampay (Abancay)	Bosques del Santuario Nacional Ampay (Abancay)	4,0	A
	Bosques de Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay (Abancay)	3,0	B
San Pedro de Cachora	Bosque de Pumayaco	1,5	D
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Norte	1,5	D
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Este	2,0	C
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Oeste	2,0	C
Curahuasi	Bosque Seco	3,5	B
	Bosque de Collpa	3,0	B
	Bosque de Curahuasi Sector Centro	1,5	D
	Bosque de Curahuasi Sector Este	3,0	B
	Bosque de Curahuasi Sector Oeste	2,5	C

Elaboración propia.

d

	TAMAÑO		CONDICIÓN BIÓTICA		Calificación de la integridad ecológica
	Puntaje de la categoría	Calificación integrada	Puntaje de la categoría	Calificación integrada	
	5	A			5,00
	3	B	4,46	A	3,15
	5	A	3,99	B	4,16
	1	D			1,75
	3	B			2,25
	3	B	3,46	B	3,32
	3	B			3,75
	5	A			4,50
	3	B			3,00
	3	B			3,50
	3	B			2,75
	3	B	3,58	B	3,69
	3	B			3,00
	3	B			3,50
	3	B			3,00
	3	B			2,25
	1	D			1,25
	1	D			1,50
	1	D			1,50
	5	A	2,88	C	3,79
	1	D			2,00
	3	B			2,25
	1	D			2,00
	1	D			1,75



En base a la Tabla 36 se evidencia una gran variedad de condiciones de integridad, entre las mismas unidades de análisis del área de estudio, que van desde *Muy pobre integridad* (Bosque de San Pedro de Cachora sector norte) y *Muy alta integridad* (en el Bosque de Chinchay y Bosque de Occopata y Sorcca).

A nivel distrital se observa que, en promedio, las condiciones de integridad de los bosques varían entre *Regular integridad*, para los distritos de Pacobamba, Huanipaca, Tamburco y Abancay (Santuario Nacional Ampay); y *Pobre integridad*, para los distritos: San Pedro de Cachora y Curahuasi.

El distrito con mayor variación en la integridad de sus unidades de análisis es Pacobamba, que presenta desde unidades con *Muy alta integridad* (Bosque de Chinchay) hasta *Pobre integridad* (Bosque de Pacobamba Sector Centro y Bosque de Pacobamba Sector Sur).

#### Mapa 14

## 11. 4. Capacidad de las poblaciones locales para hacer frente al cambio climático

### 11.4.1. Enfoque teórico

La capacidad de adaptación se define como la capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias (IPCC, 2014c). En el ámbito local se entiende como la habilidad de una comunidad o población local para enfrentar, recuperarse y tomar ventaja de perturbaciones externas, sean estas de origen natural o antrópico, como aquellas derivadas del cambio climático (Carlos y Moreno-Sánchez, 2015). Es el proceso de ajustar los sistemas humanos o naturales en respuesta a los cambios presentes o esperados en el clima con el objetivo de reducir los impactos desfavorables o aprovechar las oportunidades; está estrechamente vinculada con la gestión del riesgo climático (enfoque y práctica de usar información climática en la toma de decisiones para minimizar perjuicios y pérdidas asociados a la variabilidad climática y al cambio climático) (IISD, 2013).

Las comunidades cuentan con un conjunto de recursos o capitales (conocimientos, recursos naturales, diversidad, tecnologías y organización), para prevenir o responder frente a situaciones de emergencia; la adaptación en ese sentido cuenta con un sólido componente sociocultural (SINAC, 2013).

Determinar la capacidad de adaptación de una comunidad es una tarea compleja. Esta puede estar fuertemente influenciada por características puntuales o por un amplio rango de características sociales. Por ejemplo, una comunidad con un líder tradicional empoderado que es capaz de planificar y llevar a cabo buenas ideas y tomar decisiones que ayudan e involucran a todos los miembros de la comunidad,

es probable que muestre una alta capacidad adaptativa. De otro lado, un hogar que ha diversificado las fuentes de ingresos y medios de subsistencia probablemente tendrá mayor capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático que los hogares que no lo hacen (Wongbusarakum y Loper, 2011).

La información relacionada con la capacidad de adaptación social ayuda a determinar la vulnerabilidad de las personas al cambio climático; y por tanto proporciona una guía sobre las consideraciones estratégicas de adaptación que deben ser integradas de manera adecuada a los planes de desarrollo local. El conocimiento de la capacidad de adaptación social es crucial para evitar las consecuencias negativas de una mala planificación que podría empeorar los impactos del cambio climático en las comunidades que son más vulnerables (Wongbusarakum y Loper, 2011).

Es así que se considera como grupos demográficamente vulnerables a los individuos o conjunto de personas que, debido a ciertas características o condiciones sociales particulares presentan mayor vulnerabilidad<sup>43</sup> que otros miembros de la comunidad y, por tanto, tendrán menores recursos y por ello menos capacidad para adaptarse al cambio climático.

Del mismo modo, la gobernanza se entiende como la interacción entre estructuras, procesos y tradiciones que determina cómo se ejerce el poder, cómo se toman las decisiones en asuntos públicos y cómo los ciudadanos y otros actores se manifiestan (Rivas, 2006). En este contexto, la gobernanza ambiental se puede entender como las decisiones participativas entre el gobierno y la sociedad civil que se toman en torno al uso, acceso, normatividad y beneficios generados por los recursos naturales y la biodiversidad. Es decir, la gobernanza involucra el poder, las relaciones y la rendición de cuentas, así como las relaciones de influencia, la toma de decisión y los procesos de rendición de cuentas (Rivas, 2006).

## 11.4.2. Metodología

Como segundo componente del análisis de la Capacidad de Adaptación, se analizó la capacidad de las poblaciones locales para hacer frente a los impactos del cambio climático en función a factores tales como la gobernanza, la gestión de los recursos y la vulnerabilidad de la población local.

Con base en la información recopilada en la salida de campo y en fuentes secundarias se construyó indicadores considerando características generales y/o comportamientos clave de las comunidades, que pudieran reflejar indicios de sus capacidades de adaptación al cambio climático.

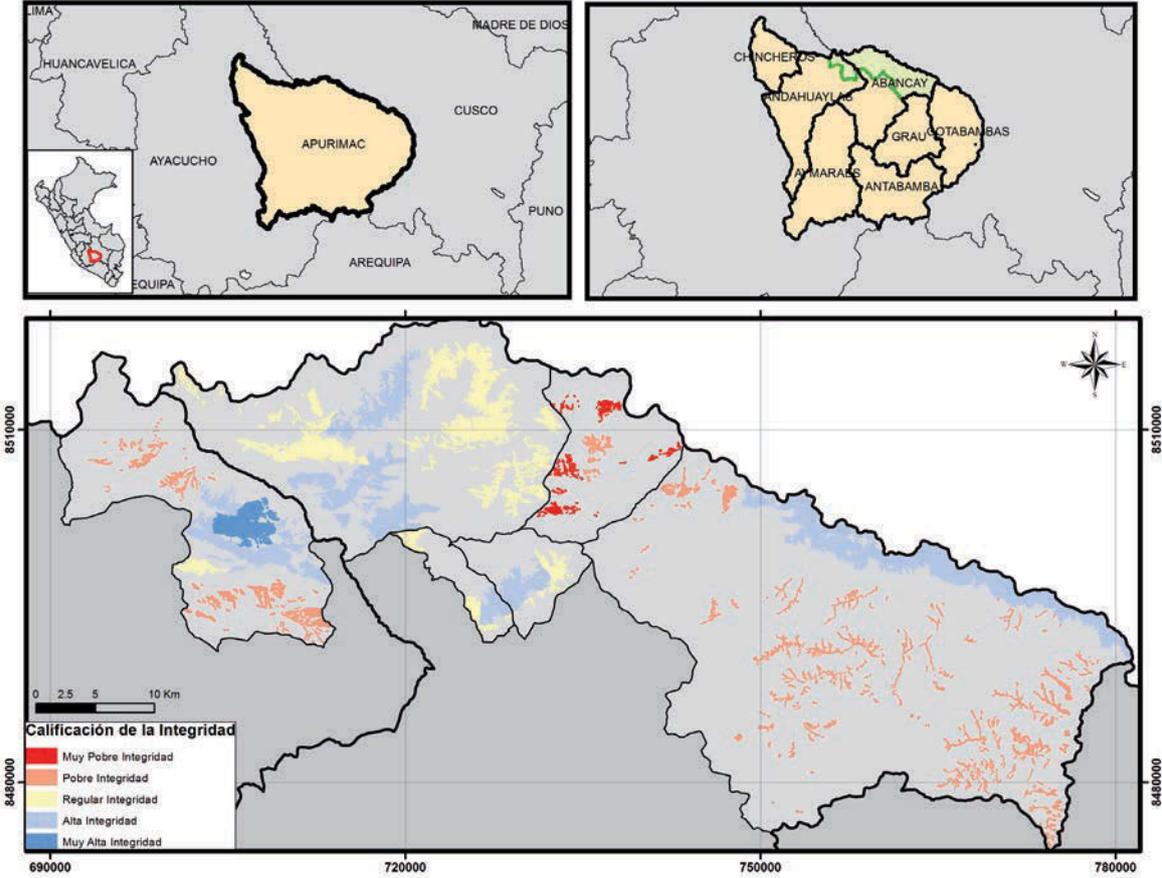
---

Figura 26

---

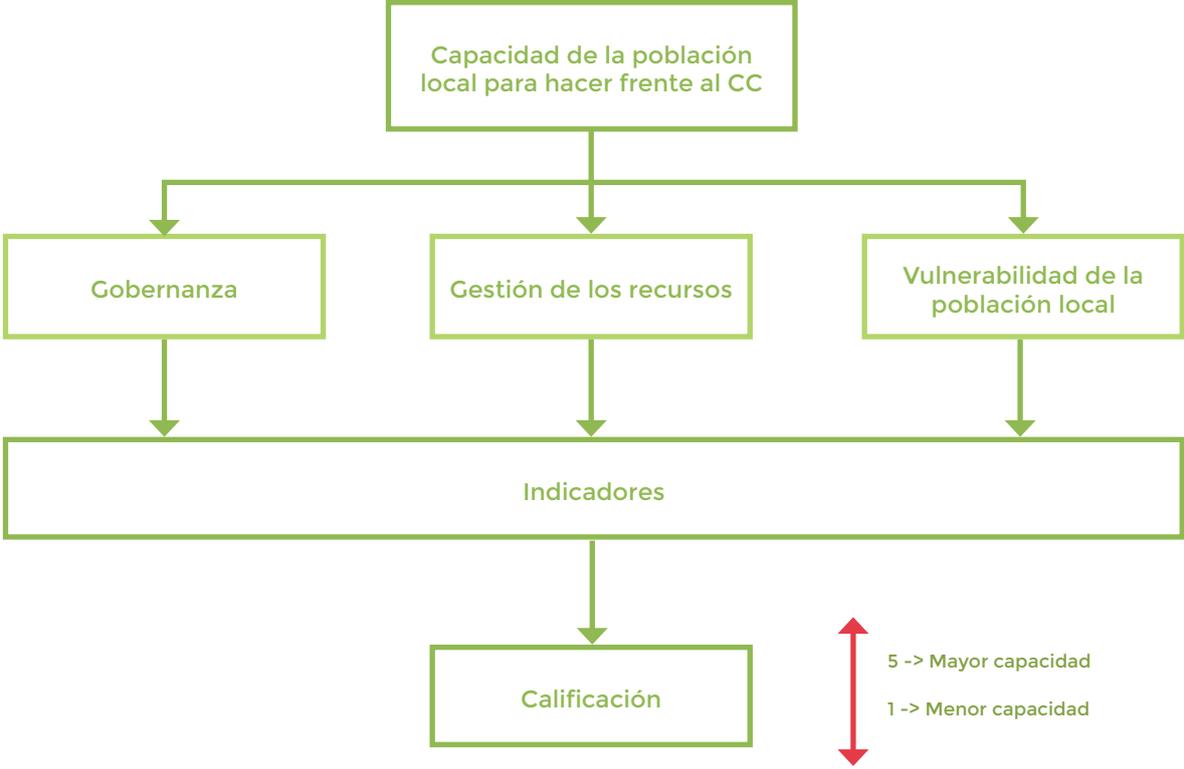
<sup>43</sup> Vulnerabilidad: Concepto relativo y dinámico que hace referencia a la capacidad disminuida de una persona o grupo de personas para anticiparse, hacer frente y resistir a los efectos de un evento y para recuperarse de los mismos.

Mapa 14  
 Integridad ecológica de los bosques de la Mancomunidad  
 y el Santuario Nacional Ampay



Elaboración propia.

Figura 26  
Flujograma metodológico del análisis de la capacidad poblaciones locales para hacer frente al cambio climático



Adaptación de la metodología de CLIMIFORAD (Delgado *et al.*, 2016).

A continuación se describe la información utilizada para construir los indicadores que permitieron analizar la capacidad de adaptación de la población local para hacer frente al cambio climático (cuadros 62 – 65):

### • Derecho sobre los recursos naturales

Las acciones, medidas y actividades que las comunidades campesinas gestionan. Tienen como prioridad el manejo de los recursos naturales comunales, y se concreta a través de principios, normas y acciones denominadas “prácticas de manejo de los bosques”. Se priorizó las siguientes prácticas: la restauración de bosques andinos, la reforestación, la producción de miel de abejas, las normas consuetudinarias para la protección de los bosques y la protección de manantes (CEDES–Apurímac, 2015).

De acuerdo a la revisión del trabajo de Valdivia y Mathez–Stiefel (2015), se clasificó el uso del suelo en cuatro categorías principales: (i) bosque alto, bajo y ribereño, donde prima la provisión de frutos, plantas medicinales, leña como combustible y la conservación de las plantaciones; (ii) vías y recursos hídricos, clasificados en ojos de manantes, ríos y canales de riego para la provisión de agua para consumo humano y para actividades agrícolas; (iii) parcelas (áreas cultivables agrícolas y de pastos naturales); y (iv) viviendas, concentración de las viviendas de la comunidad y casas dispersas.

Mediante las entrevistas realizadas, la población local evidenció reconocer los diferentes usos del suelo (ver capítulo 6.3), lo cual permite evidenciar que predomina la propiedad comunal (C) respecto a los bosques y a los ojos de manantes, en tanto las áreas cultivables son de propiedad privada o asignada (P).

### • Capacidad de diversificación económica de la comunidad

Se caracterizó a la economía rural en unidades de producción y consumo simultáneo para evaluar la dotación de ingresos monetarios y no monetarios a nivel de la unidad familiar. Considerando la información obtenida a partir de las encuestas aplicadas a los comuneros (sin diseño muestral), y con la finalidad de detectar el aporte del bosque andino al ingreso familiar; se identificó las fuentes de ingresos de cada poblador local; pudiendo este obtener ingresos por actividades agrícolas, pecuarias, comercio, servicios, jornales por venta de mano de obra, subsidios por apoyo social, remesas, apicultura, venta de frutos, extracción de plantas medicinales y leña, entre otros.

Para ello se utilizó el enfoque de ingresos propuesto por Gonzales de Olarte (1986) que recoge los diferentes elementos de los ingresos económicos de una unidad familiar, lo cual se obtiene de la producción ( $Q_i$ ), de la cual parte está destinado al autoconsumo ( $A_i$ ) y la diferencia ( $Q_i - A_i$ ) es enviada al exterior de la comunidad en una cantidad ( $X_i$ ) a un precio  $p_i$ ; obteniendo ingresos monetarios por la venta de sus productos ( $YV_i$ ), y complementando sus ingresos con

otras fuentes: i) la renta de la tierra ( $YT_i$ ); ii) las transferencias ( $YX_i$ ), miembros de la familia que migraron y envían remesas en forma regular; iii) trabajo asalariado,  $YW_i = \omega L_i$ , ocupaciones con retribución que obtienen alrededor de la comunidad o por migración temporal; y iv) ingresos proporcionados por el Estado ( $YE_i$ ) (subsidios). Los ingresos obtenidos por las familias se sintetizan en la ecuación:

$$Y_i = YV_i + VT_i + YX_i + YW_i + YE_i$$

La propuesta de Gonzales de Olarte (1986) considera también los ingresos no monetarios obtenidos por el uso de servicios ecosistémicos en el autoconsumo, situación que caracteriza a poblaciones estrechamente relacionada con el territorio rural.

### • Capacidad de organización de la comunidad

A partir de la información obtenida a través de las encuestas y las entrevistas a las comunidades, es posible identificar el capital social de las organizaciones existentes en el territorio comunal, así como la capacitación recibida en relación al bosque andino, en un recuento simple de organizaciones locales y cantidad de capacitaciones recibidas.

### • Presencia de grupos vulnerables

La mayoría de los distritos son mayoritariamente rurales desde el punto de vista poblacional. En el caso de Abancay y Tamburco, ambas representan la capital del departamento<sup>44</sup>. El quintil índice de carencias es 1 que significa distritos en extrema pobreza (excepto Abancay área urbana caracterizada como pobre y Tamburco como muy pobre)<sup>45</sup>, reflejados en los indicadores de porcentajes de población sin agua potable, sin desagüe o letrina, mujeres analfabetas, tasa de desnutrición en niños, entre otros.

En la mayoría de de los distritos de la mancomunidad; excepto Abancay, el IDH es inferior al promedio nacional, y en el caso del distrito de Pacobamba, este es inferior a otros distritos más urbanizados de la provincia de Andahuaylas. Se evidencia también que en los indicadores conformantes del IDH, el desempeño del departamento de Apurímac, y los distritos más rurales son inferiores al promedio nacional, en tanto los distritos de Abancay y Tamburco (más urbanos), son superiores al promedio nacional.

44 El rápido crecimiento de la ciudad de Abancay en las últimas décadas ha contribuido a que se extienda hasta la capital del distrito de Tamburco, generándose una ciudad entrelazada.

45 FONCODES (El Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social), le otorga a cada distrito pobre del Perú un quintil índice de carencias, siendo el Quintil 1 en extrema pobreza, el Quintil 2 muy pobre, el Quintil 3 pobre, el Quintil 4 regular y el Quintil 5 aceptable. La diferencia entre un quintil y otro está determinada por algunos aspectos básicos como el porcentaje de población sin acceso a agua, desagüe o electricidad, el porcentaje de mujeres analfabetas, tasas de desnutrición infantil, etc.

## Descripción de los indicadores de la capacidad de adaptación de los pobladores locales al cambio climático:

**Cuadro 62**  
Derecho sobre los recursos naturales

Indicador		Derecho sobre los recursos naturales
Definición		En la mancomunidad actualmente se realizan prácticas de manejo de recursos naturales que son gestionadas por la comunidad de manera consensuada. Las acciones que se han llevado a cabo en relación a estas prácticas (cercado de sectores clave de bosque, reforestación, protección de manantes, etc.) se han realizado de manera participativa en territorios comunales. Ante un escenario de impactos debido al cambio climático, se considera que un factor importante de la capacidad adaptativa de una comunidad concientizada es que pueda tomar decisiones de manera rápida y acertada sobre el uso y manejo de sus recursos según sus necesidades particulares. Bajo este contexto, se analiza los derechos que la comunidad tiene sobre el manejo del territorio y los recursos provenientes del bosque natural (bosque alto, bajo y ribereño) así como de la fuente de los recursos hídricos (ojos de manante o puquiales).
Medición		Evaluación del derecho (privado o comunal) de los recursos forestales e hídricos, por comunidad.
Calificación	Puntaje	Criterios para la calificación
Alta	5	Los derechos sobre los recursos son comunales.
Regular	3	Los derechos sobre los recursos son mixtos (comunales y privados).
Baja	1	Los derechos sobre los recursos son privados.

Elaboración propia.



**Cuadro 63**  
**Capacidad de organización de la comunidad**

<b>Indicador</b>		Capacidad de organización de la comunidad
<b>Definición</b>		La capacidad de organización de las comunidades se analiza a partir de las organizaciones sociales que han establecido para el cumplimiento de objetivos comunes y que actualmente se encuentran vigentes, tales como asociaciones y comités de diversa índole. Para el análisis se considera las organizaciones sociales básicas; es decir, aquellas relacionadas al manejo de recursos básicos de la comunidad como el agua, saneamiento y apoyo social, y las organizaciones asociadas a actividades económicas específicas como, por ejemplo, productores agrícolas y pecuarios, turismo, asociaciones relacionadas a la producción y comercialización de productos como miel, lácteos, entre otros.
<b>Medición</b>		Número de organizaciones sociales por comunidad.
<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Cráterios para la calificación</b>
Alta	5	La comunidad muestra alto grado de organización. Presenta organizaciones sociales básicas y un número considerable de asociaciones relacionadas a actividades económicas específicas.
Regular	3	La comunidad muestra un grado de organización parcial. Presenta organizaciones sociales básicas y pocas asociaciones relacionadas a actividades económicas específicas.
Baja	1	La comunidad muestra una capacidad de organización débil. Presenta una cantidad reducida de organizaciones sociales básicas y específicas.

Elaboración propia.



**Cuadro 64**  
**Capacidad de diversificación económica de la comunidad**

<b>Indicador</b>	Capacidad de diversificación económica de la comunidad	
<b>Definición</b>	Una comunidad tendrá mayor capacidad de adaptación si sostiene sus medios de vida en una mayor diversidad de recursos y no depende exclusivamente de los recursos provenientes del bosque. Se analiza la diversificación de las fuentes de ingresos económicos y recursos de subsistencia de la comunidad considerando el total de actividades económicas que realiza así como la dependencia económica (monetaria y no monetaria) de las comunidades a los recursos que obtienen del bosque.	
<b>Medición</b>	Diversidad de actividades económicas por comunidad.	
<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Criterios para la calificación</b>
Alta	5	La comunidad presenta una alta capacidad de diversificación económica. Su fuente de ingresos económicos y recursos de subsistencia depende de más de cuatro actividades económicas.
Regular	3	La comunidad presenta una capacidad media de diversificación económica. Su fuente de ingresos económicos y recursos de subsistencia depende de tres o cuatro actividades económicas.
Baja	1	La comunidad presenta una baja capacidad de diversificación económica. Su fuente de ingresos económicos y recursos de subsistencia depende de una o dos actividades económicas.

Elaboración propia.



**Cuadro 65**  
**Presencia de grupos vulnerables**

<b>Indicador</b>	<b>Presencia de grupos vulnerables</b>	
<b>Definición</b>	Se considera como grupos vulnerables a las personas o grupo de personas que debido a ciertas características o condiciones sociales particulares presentan mayor vulnerabilidad que otros miembros de la comunidad y, por tanto, tendrán menores recursos (menor capacidad adaptativa) para adaptarse al cambio climático. Este indicador se basa en el índice de carencia desarrollado por FONCODES, el cual otorga a cada distrito pobre del Perú un quintil índice de carencias, siendo el Quintil 1 en extrema pobreza, el Quintil 2 muy pobre, el Quintil 3 pobre, el Quintil 4 regular y el Quintil 5 aceptable. El desarrollo de este índice considera información de aspectos básicos del distrito como el porcentaje de población sin acceso a agua, desagües o electricidad, el porcentaje de mujeres analfabetas, tasas de desnutrición infantil, etc.	
<b>Medición</b>	Nivel de carencia por distrito.	
<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Criterios para la calificación</b>
Alta	5	Aceptable.
	4	Regular.
	3	Pobre.
	2	Muy pobre.
Baja	1	Extrema pobreza.

Elaboración propia.



# Resultados

Tabla 37  
Calificación de la capacidad de las poblaciones locales para hacer frente al Cambio Climático

Distrito	Comunidad	Gestión del territorio	Gestión de los recursos		Capacidad adaptativa de las poblaciones locales	Calificación de Capacidad adaptativa de las poblaciones locales	
		Derecho sobre los recursos naturales	Capacidad de organización de la comunidad	Capacidad de diversificación económica de las poblaciones	Grupos demográficamente vulnerables		
Pacobamba	Andina	5	3	5	1	2,8	
	Pacchani	3	3	5	1	2,4	
	Ccerabamba	3	5	5	1	2,8	
	Huironay	5	5	5	1	3,2	
Huanipaca	Kiuñalla	5	5	1	1	2,4	2,4
Tamburco	Llañucancha	3	3	5	2	2,6	2,6
Curahuasi	Asociación de productores apícolas	3	3	5	1	2,4	2,2
	Saywite	3	1	5	1	2	
San Pedro de Cachora	Asil	5	3	3	1	2,4	2,4
Abancay		3	5	5	3	3,2	3,2

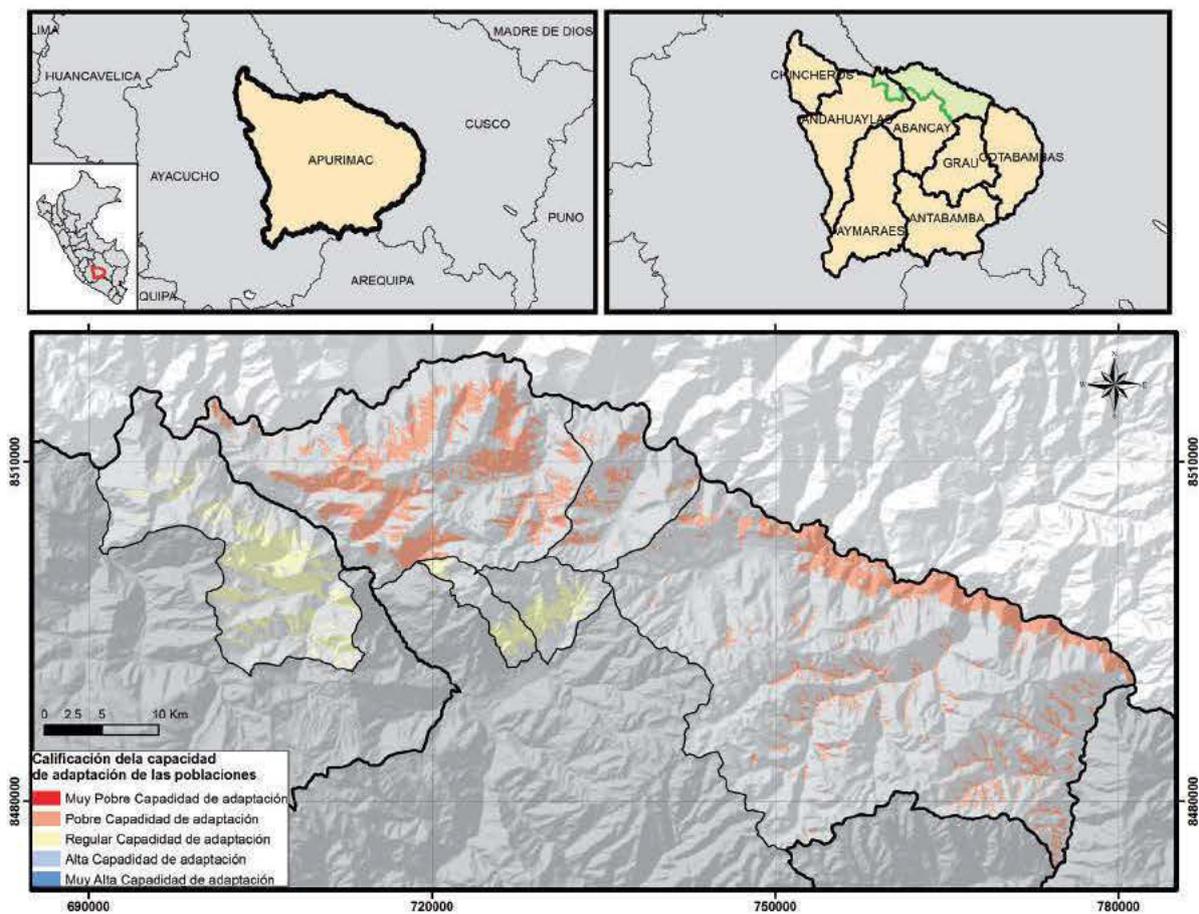
Elaboración propia.

A partir de la Tabla 37 se puede observar, que en promedio y a nivel distrital, la capacidad de adaptación de la población local al cambio climático varía entre *Regular capacidad de adaptación*, para los distritos de Pacobamba, Tamburco y Abancay (Santuario Nacional Ampay); y *Pobre capacidad de adaptación*, para los distritos de Huanipaca, San Pedro de Cachora y Curahuasi (Mapa 15).

Con respecto a las comunidades campesinas presentes en el ámbito del estudio, las calificaciones más bajas se encontraron en Saywite (*Pobre capacidad de adaptación*) y las más altas en Huironay (*Regular capacidad de adaptación*).



## Mapa 15 Capacidad de las poblaciones locales para hacer frente al Cambio Climático



Elaboración propia.

12  
Análisis de la  
vulnerabilidad de los  
ecosistemas boscosos y  
matorrales frente al  
cambio climático y las  
presiones antrópicas

---



## 12.1. Enfoque teórico

La vulnerabilidad al cambio climático es una función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación (Ecuación 1). Los impactos potenciales son una función de la exposición y la sensibilidad (Ecuación 2). Por lo tanto, la vulnerabilidad es una función de los impactos potenciales y la capacidad de adaptación (Ecuación 3) (IPCC, 2014a).

$$V(se,x,s,t)=f(E(se,x,s,t),S(se,x,s,t),CA(se,x,s,t)), \quad (1)$$

$$IP(se,x,s,t)=f(E(se,x,s,t),S(se,x,s,t)), \quad (2)$$

$$V(se,x,s,t)=f(IP(se,x,s,t),CA(se,x,s,t)), \quad (3)$$

Fuente: IPCC 2014a

Donde “V” es vulnerabilidad; “E” es exposición; “S” es sensibilidad, “CA” es capacidad de adaptación, “IP” es impactos potenciales, “es” es servicios ecosistémicos, “x” es unidad de análisis (celda, grilla, localidad, región, etc.), “s” es escenario de emisiones y “t” es prospectiva temporal (Metzger y Schroter, 2006).

Estas funciones conceptuales simples describen cómo los diferentes elementos de vulnerabilidad están relacionados entre sí. Sin embargo, estos componentes requieren varias herramientas y procesos para convertir los resultados del modelo en mapas de vulnerabilidad (Metzger y Schroter, 2006).

En el contexto de este estudio, la **vulnerabilidad** se define como el nivel al que un sistema es susceptible a los efectos adversos del cambio climático, lo cual considera la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y la velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (IPCC, 2014c).

De otro lado, se conoce como **sensibilidad** al nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la variabilidad de las temperaturas) o indirecto (daños causados por las sequías debido a una disminución paulatina –año a año– de los caudales de los ríos) (IPCC, 2014c).

Así, la **exposición** es el tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes (IPCC, 2014c).

La **resiliencia** de un ecosistema se ha definido como la disposición que este tiene para ajustarse al cambio climático (incluyendo la variabilidad climática y los cambios extremos), a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias

positivas, o soportar las consecuencias negativas (IPCC, 2014c). Es decir, es la capacidad de un sistema natural y de un sistema humano de resistir, asimilar y recuperarse de un suceso o perturbación peligrosa respondiendo o reorganizándose de modo que mantenga o restituya su función esencial, su identidad y su estructura básica, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC, 2014c).

La **adaptación** es el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la intervención humana a través de la adopción de medidas de adaptación puede facilitar el ajuste del sistema al clima proyectado y a sus efectos. Se identifican diferentes tipos de adaptación, tales como la adaptación progresiva (acciones de adaptación con el objetivo central de mantener la esencia y la integridad de un sistema o proceso a una escala determinada) y la adaptación transformacional (adaptación que cambia los atributos fundamentales de un sistema en respuesta al clima y a sus efectos).

Uno de los factores más importantes que determinan la capacidad de adaptación de las personas, hogares y comunidades es el acceso y control que puedan tener sobre los recursos naturales (fuentes hídricas confiables, suelo fértil, otros), humanos (conocimiento de los riesgos climáticos, técnicas de agricultura de conservación, otros), sociales (organizaciones campesinas, instituciones tradicionales de apoyo social otros), físicos (infraestructura de riego, instalaciones para el almacenamiento de semillas y granos, otros) y financieros (fuentes de ingreso diversificadas, otros)<sup>46</sup>.

De otro lado, los escenarios que el IPCC considera para el período temporal 1990 – 2100 incluyen diversos supuestos socioeconómicos, tales como la población mundial y el producto bruto interno, y están constituidos por cuatro familias de escenarios: A1, A2, B1 y B2; los mismos que representan condiciones contrastantes. En este estudio se usan los escenarios A1B (condiciones regulares) y A2 (condiciones pesimistas), dado que ambos suponen niveles relativamente altos de emisión de gases de efecto invernadero. Además se considera un tercer escenario: B1, que representa condiciones optimistas (IPCC, 2014b, Cuesta *et al.*, 2012).

El escenario A1 considera: 1) un crecimiento económico mundial muy rápido, 2) un máximo de la población mundial hacia mediados de siglo, 3) y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. De otro lado, el escenario A2 describe un mundo muy heterogéneo con un crecimiento acelerado de la población, un desarrollo económico medio y cambios tecnológicos lento. El escenario B1 describe un mundo convergente con la misma población mundial que A1 pero con una evolución más rápida de las estructuras económicas hacia una economía de servicios y de información.

---

46 Conceptos clave para incorporar la adaptación al cambio climático en proyectos <http://www.careclimatechange.org/files/toolkit/Conceptos.pdf>

Por su parte, el escenario B2 representa un planeta con una población intermedia y un crecimiento económico intermedio, más orientado a las soluciones locales para alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental (IPCC 2014b, Cuesta *et al.*, 2012).

¿Cómo usar los resultados de los análisis de vulnerabilidad? Los usos específicos de los resultados de evaluaciones de vulnerabilidad están determinados por factores tales como la selección de objetos de conservación (especies, hábitats), escala del manejo, tolerancia al riesgo y aproximaciones de manejo. Dos productos comunes de las evaluaciones de vulnerabilidad son las clasificaciones de jerarquía de vulnerabilidad relativa de las especies o hábitats objetivos, y la evaluación de los factores específicos que representan amenazas a las especies y hábitats (Glick *et al.*, 2011).

Los rangos de vulnerabilidad relativa pueden presentarse en tablas, gráficos o también espacialmente a través de mapas. Estos rangos pueden variar: desde una completa pérdida de los objetos de interés, hasta un estado de gran crecimiento en la abundancia o la distribución. Así, llevar a cabo una evaluación de vulnerabilidad ayuda a identificar quién o qué es el ganador y quién o qué el perdedor ante alteraciones de las condiciones climáticas (Glick *et al.*, 2011).

Otro resultado importante es la identificación de factores específicos que contribuyen a la vulnerabilidad de una especie o un hábitat. Cuando se evalúa la vulnerabilidad, también debe evaluarse factores no climáticos que contribuyen con la vulnerabilidad; factores tales como la fragmentación de hábitats, el impacto de especies de plantas y animales invasores, los brotes de parásitos y agentes patógenos o el impacto de descensos excesivos de los acuíferos. La identificación de factores específicos de vulnerabilidad, tanto de fuentes climáticas como de no climáticas, así como sus interacciones, es clave para desarrollar estrategias potenciales de adaptación (Glick *et al.*, 2011).

Las evaluaciones de vulnerabilidad pueden ayudar a informar sobre varios aspectos de la conservación y manejo de recursos naturales silvestres, incluyendo la selección de qué especies o hábitats serán el foco de esfuerzos de conservación, la identificación de áreas prioritarias para la restauración, las alertas para las decisiones de manejo y la dirección de los esfuerzos de monitoreo (Glick *et al.*, 2011).

Numerosos estudios abordan los análisis de la vulnerabilidad a través de su relación directa con los sistemas socio ambientales, vinculados a través de los servicios que proveen los ecosistemas (Metzger y Schroter, 2006; Metzger *et al.*, 2004; Luers *et al.*, 2003). Estos estudios consideran la vulnerabilidad como el grado en el cual un servicio ecosistémico es sensible a los cambios globales, sumado al grado en el cual los sectores relativos a los servicios son capaces de adaptarse a dichos cambios. En ese sentido, el enfoque de la vulnerabilidad en estos estudios emplea la provisión de los servicios ecosistémicos como medida aproximada de la afectación del bienestar humano por factores de cambio global (Metzger y Schroter, 2006).

Este tipo de estudios requieren insumos e información básica y a escalas relevantes para los objetivos de aplicación, y ante la escasa información disponible para el área

de estudio, se decidió emplear una aproximación más general pero robusta y objetiva para el análisis de la vulnerabilidad de la Mancomunidad, como es el caso de la metodología propuesta por la iniciativa **CLIMIFORAD** (CATIE 2012), la cual analiza la vulnerabilidad a partir de indicadores que abordan los componentes de la vulnerabilidad (sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación) mediante una calificación que valora su participación en la vulnerabilidad.

## 12.2. Metodología

Para el análisis de la vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos frente a los impactos del cambio climático se adaptó la metodología propuesta por la iniciativa CLIMIFORAD<sup>47</sup> (*Climate Change, Iberoamerican Mountain Forests and Adaptation*). Esta surge a partir del programa regional “Impactos Potenciales del Cambio Climático en Ecosistemas Forestales en Cordilleras Latinoamericanas y Herramientas para la Adaptación de la Gestión”, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), cuyo objetivo es contribuir al proceso de adaptación de ecosistemas forestales de alta montaña al cambio climático en Latinoamérica (CATIE, 2012).

La metodología empleada fue propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE (2012), como organismo ejecutor del plan de operaciones de CLIMIFORAD. Esta metodología se basa en la integración de los análisis de los 3 componentes de la vulnerabilidad: sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación (figura 26).

Utilizando escenarios de emisiones globales como datos de entrada, así como indicadores sobre los grupos funcionales y distribución de las especies dominantes de los ecosistemas e indicadores para analizar la capacidad adaptativa genérica de los ecosistemas y las poblaciones locales para enfrentar cambios en el entorno, es posible generar modelos espaciales para una prospección temporal de corto – mediano plazo (al 2030) y condiciones de línea de base. Estos indicadores se combinan para producir mapas de vulnerabilidad. El diálogo de las partes interesadas y la estrecha participación de las diferentes disciplinas científicas contribuyen a asegurar la pertinencia de los resultados.

El análisis se inicia en cada componente (sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación) con aquellos que estuvieron representados mediante indicadores o variables, cuyos resultados fueron calificados con valores del 1 al 5, siendo 5 los valores más altos para cada calificación de los componentes.

Figura 26

Esta calificación varía de acuerdo al componente: para el de sensibilidad, las calificaciones bajas indican baja sensibilidad de los ecosistemas a los cambios en los

---

47 <http://www.climiforad.org/>

patrones climáticos. En el caso del componente de exposición, los valores bajos refieren una condición de baja exposición de los ecosistemas ante variaciones climáticas. En ambos casos los componentes indican bajos niveles de vulnerabilidad frente al cambio climático. Sin embargo para el caso de la capacidad de adaptación, las calificaciones bajas en los indicadores analizados denotan deficientes características, condiciones o habilidades de los sistemas (ecosistemas o poblaciones) para enfrentar perturbaciones externas como los cambios en los patrones climáticos. Esto indica una alta vulnerabilidad de los sistemas frente al cambio climático (Delgado, 2016).

Para el caso del componente de capacidad de adaptación, no sólo se abordó el análisis con indicadores referentes a las habilidades socioeconómicas de la población para enfrentar cambios en el entorno; sino también se fortaleció el análisis del componente a través de la incorporación de indicadores relativos a la resiliencia de los ecosistemas (conectividad, fragmentación e integridad de los ecosistemas; análisis de la resiliencia de los ecosistemas boscosos de la Mancomunidad – Capítulo 12.3). Esta adecuación en la propuesta metodológica fue compartida con equipo desarrollador de la metodología de CLIMIFORAD; concordado con la incorporación y proponiendo incorporarla en las futuras aplicaciones de la metodología del CLIMIFORAD (Delgado, 2016<sup>48</sup>).

A partir de las calificaciones de cada componente se aplicó la ecuación de vulnerabilidad propuesta para el análisis. Esta ecuación integra los tres componentes en una sola calificación de vulnerabilidad para cada unidad. Finalmente en función a las calificaciones finales de vulnerabilidad de cada unidad de análisis se asignó una clase o nivel de vulnerabilidad: alta, media o baja.

Figura 27

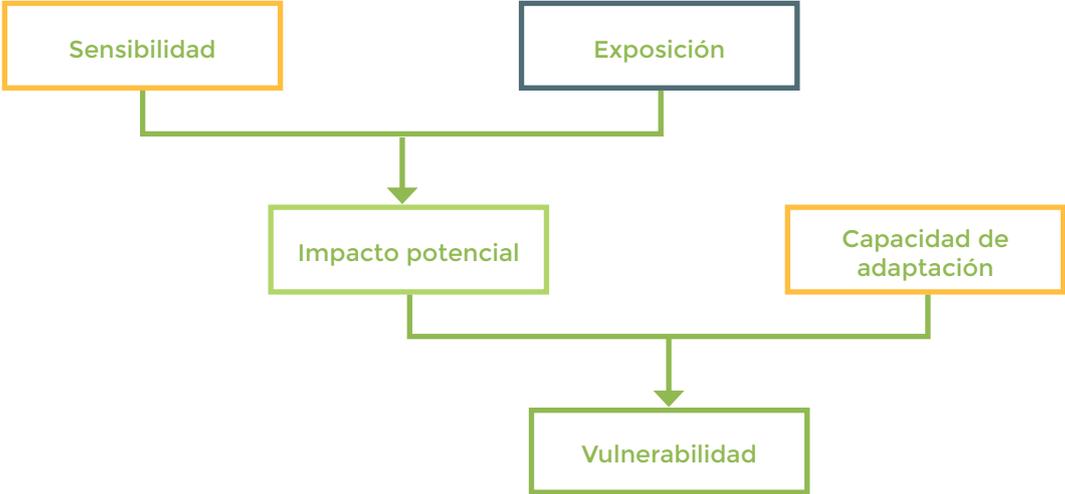
El análisis de vulnerabilidad se realizó considerando los 5 distritos de la mancomunidad, ya que constituyen las unidades mínimas de gestión político administrativas. Sin embargo el análisis fue desarrollado esencialmente a nivel de las unidades de análisis (bosques de la Mancomunidad y del Santuario Nacional Ampay) del área de estudio, ya que las condiciones de cada unidad de análisis al interior de cada distrito son muy heterogéneas. Además este nivel de análisis permite proponer medidas de adaptación y mitigación acordes con las condiciones y potencialidades de cada unidad de análisis particular.

El análisis de vulnerabilidad fue desarrollado en función a los 3 escenarios de emisiones considerados durante el estudio: A2, A1B y B1 (ver sección sobre enfoque teórico en este capítulo) y 5 modelos climáticos de circulación global<sup>49</sup>, integrados en el análisis mediante un promedio de los valores de los modelos para cada escenario de emisión.

48 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE.

49 Ver el capítulo 9.

Figura 26  
Componentes de la Vulnerabilidad



IPCC, 2014b; Stein et al., 2014.

Figura 27  
Ecuación y niveles de vulnerabilidad

$$\text{Sensibilidad} + \text{Exposición} - \text{Capacidad de adaptación} = \text{Vulnerabilidad}$$

Vulnerabilidad alta = Calificaciones de vulnerabilidad > 3

Vulnerabilidad media = Calificaciones de vulnerabilidad [2 - 3]

Vulnerabilidad baja = Calificaciones de vulnerabilidad < 2

CATIE, 2012.

**Cuadro 67**  
**Criterios empleados en los análisis de los componentes de la vulnerabilidad**

Componentes de la Vulnerabilidad		Criterios para el análisis de los componentes
Exposición		Variaciones en la temperatura media anual
		Variaciones en la precipitación total anual
Sensibilidad		Grupos funcionales (adquisitiva, intermedia y conservativa)
		Distribución geográfica (amplia, intermedia y restringida)
Capacidad de adaptación	Resiliencia o Capacidad de los ecosistemas para hacer frente al cambios en el entorno	Contexto del paisaje
		Tamaño
	Capacidad de la población local para hacer frente al cambios en el entorno	Condición biótica y abiótica
		Gobernanza
	Gestión de recursos	
	Vulnerabilidad de población local	

Adaptado de CATIE, 2012.



## 12.3. Resultados

A escala distrital:

Tabla 38  
Niveles de vulnerabilidad a escala distrital

Distrito	A2		A1B		B1	
	Calificación de Vulnerabilidad		Calificación de Vulnerabilidad		Calificación de Vulnerabilidad	
Pacobamba	3,24	Alta	2,2	Intermedia	2,24	Intermedia
Huanipaca	2,46	Intermedia	1,5	Baja	1,46	Baja
Tamburco	3,53	Alta	3	Intermedia	2,53	Intermedia
Santuario Nacional Ampay (Sector en el Distrito de Abancay)	3,28	Alta	2,3	Intermedia	2,28	Intermedia
San Pedro de Cachora	3,39	Alta	2,4	Intermedia	2,39	Intermedia
Curahuasi	3,52	Alta	2,5	Intermedia	2,52	Intermedia

Elaboración propia.

A escala de las unidades de análisis:

**Tabla 39\***  
Niveles de vulnerabilidad de los bosques de la Mancomunidad y del Santuario Nacional Ampay, en base al escenario de emisiones B1

Distrito	Unidad de análisis	Capacidad de adaptación	Exposición	Sensibilidad	Vulnerabilidad (B1)	Nivel de Vulnerabilidad (B1)
Pacobamba	Bosque de Chinchay	4,0	2,5	2,9	1,4	Baja
	Bosque de la Comunidad de Huironay	3,2	2,5	3,0	2,3	Intermedia
	Bosque de Pacobamba Sector Norte	2,4	2,5	2,9	3,0	Intermedia
	Bosque de Pacobamba Sector Centro	3,4	2,5	2,7	1,8	Baja
	Bosque de Pacobamba Sector Sur	2,6	2,5	2,9	2,8	Intermedia
Huanipaca	Bosque Kuiñalla	2,9	2,5	1,9	1,5	Baja
	Bosque Etnay	3,1	2,5	1,9	1,5	Baja
	Bosque Occopata y Sorcca	3,5	2,5	1,9	1,0	Baja
	Bosque Pacobamba de Huanipaca	2,7	2,5	1,9	1,7	Baja
	Bosque Tacmara	3,0	2,5	1,9	1,5	Baja
	Bosques de Huanipaca	2,6	2,5	1,9	1,8	Baja
Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	Bosques del Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	3,1	2,5	3,0	2,4	Intermedia
	Bosques de Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	2,8	2,5	3,0	2,7	Intermedia



Santuario Nacional Ampay (Abancay)	Bosques del Santuario Nacional Ampay (Abancay)	3,4	2,5	3,0	2,2	Intermedia
	Bosques de Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay (Abancay)	3,1	2,5	3,0	2,4	Intermedia
San Pedro de Cachora	Bosque de Pumayaco	2,3	2,5	1,9	2,1	Intermedia
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Norte	1,8	2,5	1,9	2,6	Intermedia
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Este	2,0	2,5	1,9	2,5	Intermedia
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Oeste	2,0	2,5	1,9	2,5	Intermedia
Curahuasi	Bosque Seco	3,1	2,5	2,3	1,7	Baja
	Bosque de Collpa	2,1	2,5	2,3	2,7	Intermedia
	Bosque de Curahuasi Sector Centro	2,2	2,5	2,3	2,6	Intermedia
	Bosque de Curahuasi Sector Este	2,1	2,5	2,3	2,7	Intermedia
	Bosque de Curahuasi Sector Oeste	1,9	2,5	2,3	2,9	Intermedia

Elaboración propia.



**Tabla 40**  
Niveles de vulnerabilidad de los bosques de la Mancomunidad y del Santuario Nacional Ampay, en base al escenario de emisiones A1B

Distrito	Unidad de análisis	Capacidad de adaptación	Exposición	Sensibilidad	Vulnerabilidad (A1B)	Nivel de Vulnerabilidad (A1B)
Pacobamba	Bosque de Chinchay	4,0	2,5	2,9	1,4	Baja
	Bosque de la Comunidad de Huironay	3,2	2,5	3,0	2,3	Intermedia
	Bosque de Pacobamba Sector Norte	2,4	2,5	2,9	3,0	Intermedia
	Bosque de Pacobamba Sector Centro	3,4	2,5	2,7	1,8	Baja
	Bosque de Pacobamba Sector Sur	2,6	2,5	2,9	2,8	Intermedia
Huanipaca	Bosque Kuiñalla	2,9	2,5	1,9	1,5	Baja
	Bosque Etnay	3,1	2,5	1,9	1,3	Baja
	Bosque Occopata y Sorcca	3,5	2,5	1,9	1,0	Baja
	Bosque Pacobamba de Huanipaca	2,7	2,5	1,9	1,7	Baja
	Bosque Tacmara	3,0	2,5	1,9	1,5	Baja
	Bosques de Huanipaca	2,6	2,5	1,9	1,8	Baja
Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	Bosques del Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	3,1	3	3,0	2,9	Intermedia
	Bosques de Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	2,8	3	3,0	3,2	Alta



Santuario Nacional Ampay (Abancay)	Bosques del Santuario Nacional Ampay (Abancay)	3,4	2,5	3,0	2,2	Intermedia
	Bosques de Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay (Abancay)	3,1	2,5	3,0	2,4	Intermedia
San Pedro de Cachora	Bosque de Pumayaco	2,3	2,5	1,9	2,1	Intermedia
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Norte	1,8	2,5	1,9	2,6	Intermedia
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Este	2,0	2,5	1,9	2,5	Intermedia
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Oeste	2,0	2,5	1,9	2,5	Intermedia
Curahuasi	Bosque Seco	3,1	2,5	2,3	1,7	Baja
	Bosque de Collpa	2,1	2,5	2,3	2,7	Intermedia
	Bosque de Curahuasi Sector Centro	2,2	2,5	2,3	2,6	Intermedia
	Bosque de Curahuasi Sector Este	2,1	2,5	2,3	2,7	Intermedia
	Bosque de Curahuasi Sector Oeste	1,9	2,5	2,3	2,9	Intermedia

Elaboración propia.



**Tabla 41**  
Niveles de vulnerabilidad de los bosques de la Mancomunidad y del Santuario Nacional Ampay, en base al escenario de emisiones A2

Distrito	Unidad de análisis	Capacidad de adaptación	Exposición	Sensibilidad	Vulnerabilidad (A2)	Nivel de Vulnerabilidad (A2)
Pacobamba	Bosque de Chinchay	4,0	3,5	2,9	2,4	Intermedia
	Bosque de la Comunidad de Huironay	3,2	3,5	3,0	3,3	Alta
	Bosque de Pacobamba Sector Norte	2,4	3,5	2,9	4,0	Alta
	Bosque de Pacobamba Sector Centro	3,4	3,5	2,7	2,8	Intermedia
	Bosque de Pacobamba Sector Sur	2,6	3,5	2,9	3,8	Alta
Huanipaca	Bosque Kuiñalla	2,9	3,5	1,9	2,5	Intermedia
	Bosque Etnay	3,1	3,5	1,9	2,3	Intermedia
	Bosque Occopata y Sorcca	3,5	3,5	1,9	2,0	Intermedia
	Bosque Pacobamba de Huanipaca	2,7	3,5	1,9	2,7	Intermedia
	Bosque Tacmara	3,0	3,5	1,9	2,5	Intermedia
	Bosques de Huanipaca	2,6	3,5	1,9	2,8	Intermedia
Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	Bosques del Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	3,1	3,5	3,0	3,4	Alta
	Bosques de Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay (Tamburco)	2,8	3,5	3,0	3,7	Alta



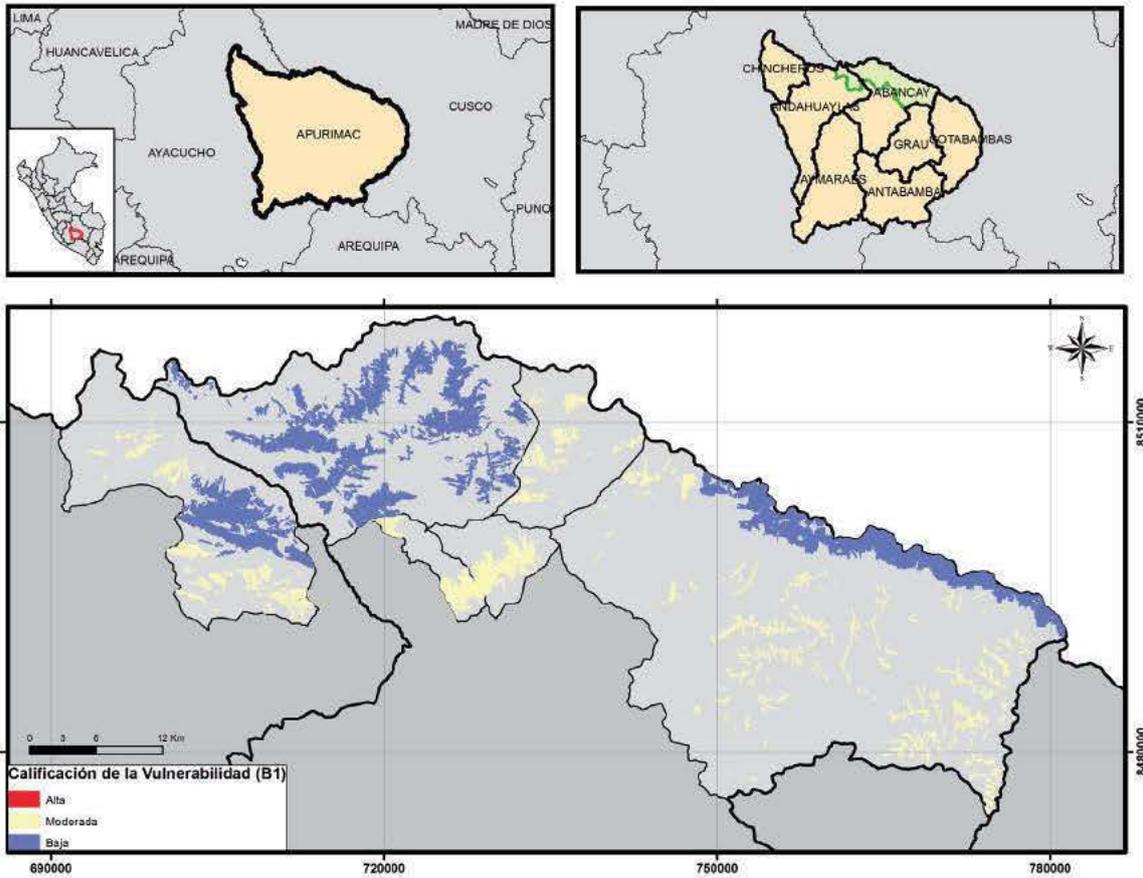
Santuario Nacional Ampay (Abancay)	Bosques del Santuario Nacional Ampay (Abancay)	3,4	3,5	3,0	3,2	Alta
	Bosques de Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay (Abancay)	3,1	3,5	3,0	3,4	Alta
San Pedro de Cachora	Bosque de Pumayaco	2,3	3,5	1,9	3,1	Alta
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Norte	1,8	3,5	1,9	3,6	Alta
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Este	2,0	3,5	1,9	3,5	Alta
	Bosque de San Pedro de Cachora Sector Oeste	2,0	3,5	1,9	3,5	Alta
Curahuasi	Bosque Seco	3,1	3,5	2,3	2,7	Intermedia
	Bosque de Collpa	2,1	3,5	2,3	3,7	Alta
	Bosque de Curahuasi Sector Centro	2,2	3,5	2,3	3,6	Alta
	Bosque de Curahuasi Sector Este	2,1	3,5	2,3	3,7	Alta
	Bosque de Curahuasi Sector Oeste	1,9	3,5	2,3	3,9	Alta

Elaboración propia.



## Mapa 16

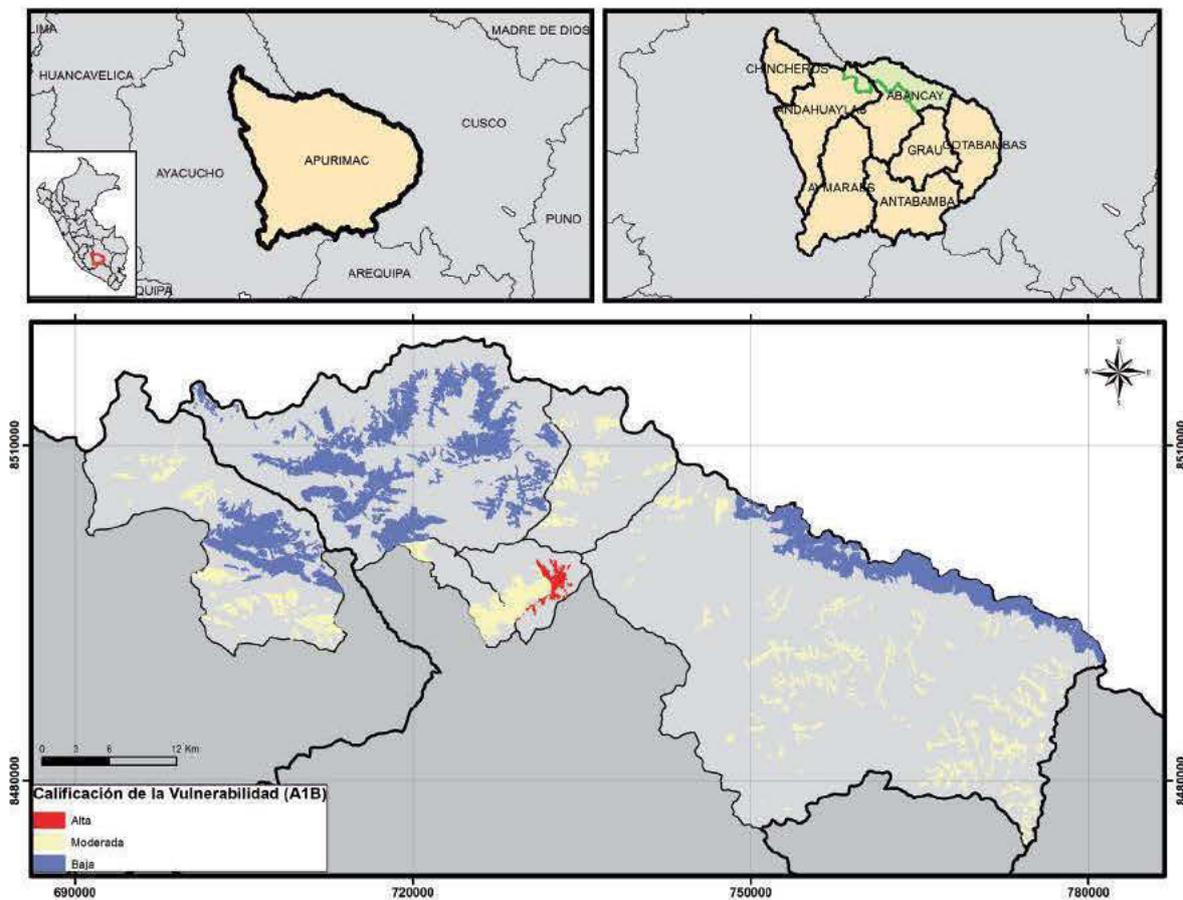
Vulnerabilidad de los bosques de la Mancomunidad y del Santuario Nacional Ampay en base al escenario de emisiones B1 para el escenario prospectivo al 2030



Elaboración propia.

## Mapa 17

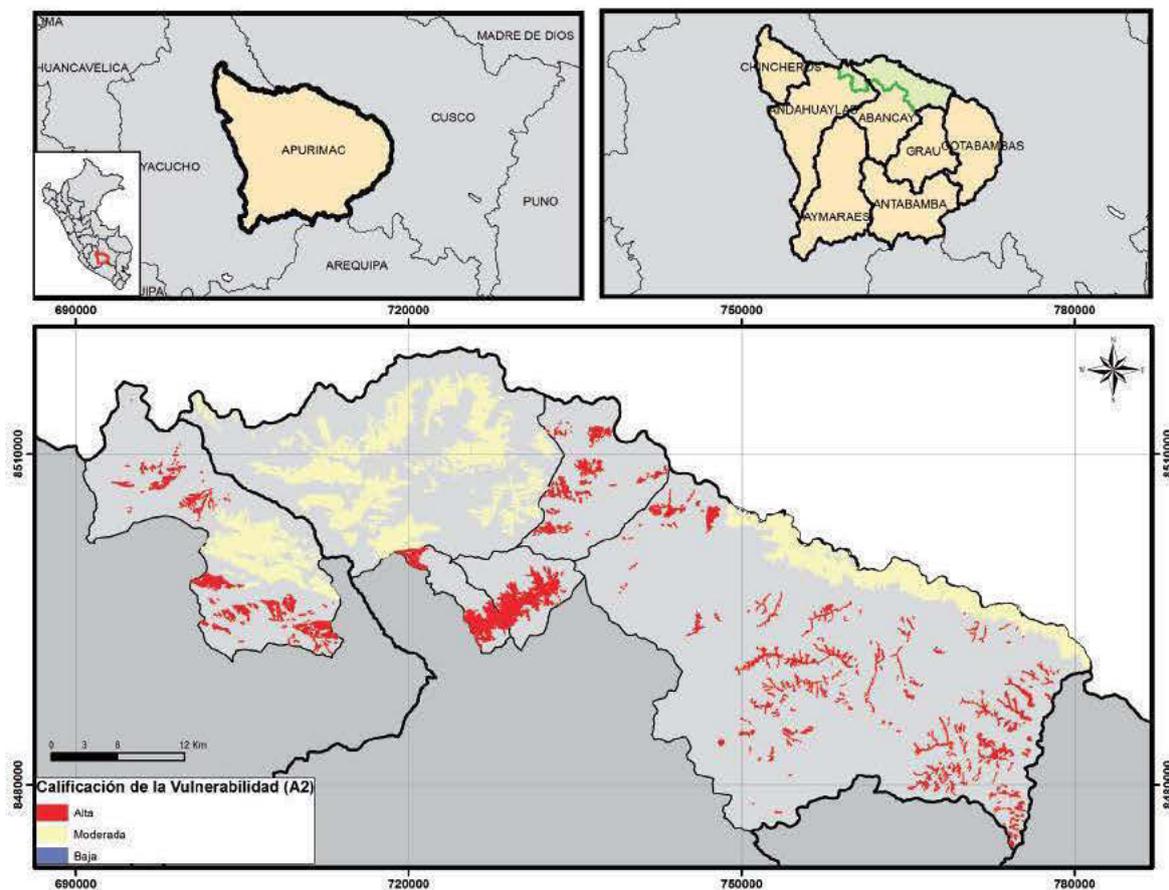
Vulnerabilidad de los bosques de la Mancomunidad y del Santuario Nacional Ampay en base al escenario de emisiones A1B para el escenario prospectivo al 2030



Elaboración propia.

## Mapa 18

Vulnerabilidad de los bosques de la Mancomunidad y del Santuario Nacional Ampay en base al escenario de emisiones A2 para el escenario prospectivo al 2030



Elaboración propia.

Referente al horizonte prospectivo de corto – mediano plazo (al 2030), los resultados del análisis de vulnerabilidad de los bosques de la Mancomunidad y del Santuario Nacional Ampay fueron similares para los escenarios de emisión A1B (Mapa 17, Tabla 40) y B1 (Mapa 16, Tabla 39), escenarios moderado y optimista respectivamente, y presentando niveles de vulnerabilidad bajos para las coberturas boscosas de Huanipaca, el bosque xérico de Curahuasi y Pacobamba (Bosque de Chinchay y Pacobamba centro).

Los resultados también evidencian niveles de vulnerabilidad intermedios para el mismo horizonte prospectivo en todo el distrito de San Pedro de Cachora, en el Santuario Nacional Ampay en Abancay y en Tamburco, así como en el resto de Curahuasi y Pacobamba. La única diferencia entre estos escenarios de emisión se muestra en la Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Ampay en Tamburco, en el que para el escenario A1B presenta una vulnerabilidad alta, mientras que en el escenario B1 es intermedia.

En el caso del escenario de emisión A2 (Mapa 18, Tabla 41) para el mismo horizonte prospectivo de corto – mediano plazo (al 2030), los resultados obtenidos resultan preocupantes ya que este escenario considera características más pesimistas entre los que se han analizado (mundo muy heterogéneo con crecimiento de población fuerte, desarrollo económico medio y cambio tecnológico lento).

Los resultados obtenidos en torno a este escenario presentan niveles de vulnerabilidad superiores a los obtenidos para los otros dos escenarios, mostrando niveles de vulnerabilidad que fluctúan entre intermedios y altos.



**13**  
**Análisis de la vulnerabilidad de  
los ecosistemas boscosos y  
matorrales frente a la  
implementación de las  
prácticas de manejo priorizadas**

---

## 13.1. Protección de manantes

- Al ser una práctica comunal se fortalecen los lazos entre los miembros de la comunidad. Se consolida la organización comunal y la gobernanza del territorio, lo cual colabora con la reducción de la vulnerabilidad de las personas frente al cambio climático.
- El establecimiento de cercos en el área de influencia de los manantes y el ordenamiento de las prácticas agropecuarias favorecen la recuperación de la cobertura vegetal y por tanto mejoran la conectividad de los ecosistemas naturales y proporcionan mejores condiciones de hábitat para la fauna silvestre.

## 13.2. Normas consuetudinarias

- Como en el caso anterior también se fortalecen los lazos entre los miembros de la comunidad, consolidando así la organización comunal y la gobernanza del territorio, lo cual contribuye con la reducción de la vulnerabilidad de las personas frente al cambio climático.
- Las restricciones en la extracción de madera y quemas de rastrojos favorecen la conservación y recuperación de la vegetación natural, mejorando los niveles de integridad de los ecosistemas.
- El ordenamiento ganadero reduce las presiones sobre la vegetación natural y así promueve la integridad de los ecosistemas naturales.

## 13.3. Producción de miel de abejas

- Las asociaciones comunales de apicultores fomentan el trabajo organizado, generan lazos de confianza y reciprocidad, facilitan el intercambio de conocimientos y experiencias, haciendo más eficientes las cadenas de comercialización y promueven la diversificación del mercado. Esto contribuye con la reducción de la vulnerabilidad de las personas frente al cambio climático.
- Genera oportunidades para acceder a nuevas fuentes de ingresos, lo que diversifica la economía local, fortaleciendo así las capacidades locales para enfrentarse a cambios en el entorno.
- La apicultura, como se practica actualmente en las comunidades, está dirigida sobre todo a la producción de miel y derivados. De modo que no tiene un impacto positivo ya que su manejo no incorpora medidas de conservación de los bosques nativos, como fuente de plantas melíferas silvestres

que constituyen gran parte del alimento para las abejas. Esta actividad no genera impactos negativos ya que actualmente no contempla cambios en el uso de la tierra ni introducción de especies exóticas invasoras, entre otras.

## 13.4. Restauración de bosques andinos

- Esta práctica está siendo implementada por iniciativa de la comunidad campesina de Kiuñalla con el apoyo de SERFOR y otras instituciones. Al ser una iniciativa local consolida la gobernanza de los recursos naturales de la comunidad y genera sentido de pertenencia. Esto fortalece las habilidades de la comunidad para hacer frente a cambios en el entorno.
- La restauración de los bosques tiene como objetivo a largo plazo recuperar las funciones y servicios de los ecosistemas, facilitando la recomposición de la estructura y componentes del bosque original, mejorando a su vez el hábitat de las especies de flora y fauna silvestre.

## 13.5. Conservación de bosques andinos en el Santuario Nacional Ampay

- La conservación de los bosques andinos promueve la continuidad de los ecosistemas naturales y mejora su conectividad al reducirse la fragmentación.
- La restauración de los bosques, tanto en el Santuario Nacional Ampay como en su zona de amortiguamiento, tiene como objetivo a largo plazo recuperar las funciones y servicios de los ecosistemas, facilitando la recomposición de la estructura y componentes del bosque original, mejorando a su vez el hábitat de las especies de flora y fauna silvestre.

## 13.6. Reforestación

- La reforestación restablece la cobertura forestal, recompone los hábitats de la flora y fauna nativa y contribuye a restaurar los servicios ecosistémicos asociados a los bosques. Es una práctica con evidentes beneficios sociales y ambientales que brinda oportunidades de ocupación laboral y acceso a recursos forestales (maderables y no maderables), genera cultura forestal en las comunidades y contribuye a mejorar las condiciones para la vida silvestre, la protección de suelos y la regulación de regímenes hídricos locales, en diferente magnitud dependiendo si son especies nativas o exóticas.

14  
Recomendaciones generales  
para consolidar y/o adaptar las  
prácticas de manejo  
priorizadas en un contexto  
de cambio climático

---



## Promover la sensibilización sobre la necesidad de conservar los bosques andinos y los servicios que proveen

Debido a la disminución de alrededor del 30% de la superficie de los bosques nativos en la Mancomunidad en los últimos 15 años, lo cual reduce su capacidad para proveer bienes y servicios ecosistémicos para la población local; se recomienda:

- Mejorar los canales de comunicación sobre los objetivos, las actividades y los logros de las actividades de conservación y gestión sostenible de los bosques andinos a través de mensajes en radio, material de divulgación y material didáctico.
- Fortalecer las capacidades de la población local para promover su participación más activa en los procesos de sensibilización, comunicación y educación vinculados a la conservación de los bosques.
- Generar espacios de intercambio entre las comunidades para compartir experiencias, logros, problemas comunes, iniciativas en relación a las prácticas de manejo del bosque.
- Fortalecer los programas de educación ambiental trabajando de la mano con los docentes de centros educativos del nivel primario y secundario de las comunidades y centros poblados.

## Sistematizar y precisar las normas consuetudinarias de las comunidades

Las normas consuetudinarias son acuerdos sociales no documentados adecuadamente en la Mancomunidad; lo cual puede restringir la intervención de actores externos para colaborar en el fortalecimiento de estas. Además puede limitar las posibilidades de monitoreo y control del cumplimiento de las normas por parte de las mismas comunidades (CEDES–Apurímac, 2016). Es por tanto recomendable:

- Actualizar y caracterizar las normas consuetudinarias de cada comunidad, identificando las debilidades y fortalezas en cuanto a la manera en cómo han sido aplicadas en los últimos años, por ejemplo en la asignación de sanciones.
- Apoyar el establecimiento de mecanismos de monitoreo y control del cumplimiento de las normas que las comunidades hayan ratificado.

## Consolidar y fomentar las actividades relacionadas a la protección de manantes

Esta práctica es una respuesta de las Comunidades ante el acelerado deterioro de las fuentes de agua y de su entorno físico, debido a la contaminación producida por el ingreso de animales, así como por la excesiva presión sobre la cobertura vegetal que genera degradación de las partes altas y una reducción de niveles hídricos de las microcuencas (Doornbos, 2009). En este sentido se recomienda:

- Continuar con las actividades de cercado y plantación en el área de protección de manantes.
- Ampliar la extensión de las áreas de protección de manantes.
- Extender esta práctica hacia otras comunidades considerando las especificidades de cada contexto.
- Reemplazar paulatinamente de la zona de influencia de las fuentes de agua, las especies forestales exóticas por especies nativas.
- Mejorar el control de ingreso del ganado en las zonas adyacentes a las áreas de protección.
- Reducir las fuentes de contaminación de agua y suelos en las áreas aledañas a los manantes.
- Reemplazar paulatinamente el uso de alambres de púas por alambres sin púas o cercos vivos densos para evitar perjuicios en el tránsito de la fauna silvestre y ganado hacia la zona de los manantes.
- Reactivar los viveros comunales para la provisión y mantenimiento de las plántulas para esta y otras prácticas relacionadas con la recuperación de la cobertura vegetal.
- Fomentar el adecuado manejo del pastoreo mediante la recuperación de especies de pastos naturales, fortalecimiento de la rotación de los pastos para el ganado y adecuación de los animales según la soportabilidad de los pastos, desarrollo de sistemas silvopastoriles, entre otros.
- Generación de estudios agrostológicos a escala local que permita colaborar de forma más precisa en el ordenamiento de los pastos en las comunidades y proponer una utilización racional y sostenible de los pastizales.
- Continuar con el mejoramiento de ganado a través de la introducción de razas mejoradas, a fin de incrementar su productividad por unidad de superficie.

## Fortalecer el vínculo entre los productores de miel de abeja y la conservación de los bosques andinos

Debido a que actualmente la actividad apícola en la Mancomunidad está dirigida sobretudo a la producción de miel y derivados<sup>50</sup>, se recomienda:

- Incorporar en el contenido de las capacitaciones técnicas un fuerte componente sobre la conservación de la fuente de los servicios ecosistémicos (principalmente los bosques nativos) de los cuales se benefician.
- Incentivar el establecimiento de especies melíferas nativas (árboles y arbustos) mediante la recuperación de áreas degradadas, plantación de cercos vivos, entre otros.
- Promover la producción orgánica y ecológica.
- Promocionar el origen de la producción de miel de abeja basado en la conservación de bosques andinos en las campañas de comercialización.
- Por principio precautorio, evitar la introducción de especies exóticas como la moringa (*Moringa oleifera*) como planta melífera, ya que aparentemente tiene comportamiento de especie invasora en algunos ecosistemas (como ha sido reportado en Cuba, Panamá y otros países de Centroamérica, donde se ha instalado como planta multiusos).

## Consolidar y fomentar las actividades relacionadas a la restauración de los bosques andinos

Estas recomendaciones responden al deterioro de los bosques andinos en la Mancomunidad identificado en los últimos 15 años, lo cual compromete su capacidad para proveer bienes y servicios ecosistémicos para las poblaciones locales. Además de los compromisos climáticos asumidos por el Perú en el marco de iniciativas como la del 20x20 que impulsa la restauración en tierras degradadas y deforestadas como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático<sup>51</sup> se recomienda:

- Identificar, mapear y priorizar áreas de restauración bajo objetivos específicos de manejo de paisaje<sup>52</sup>.

---

50 Comunicación personal con los Productores Apícolas de Curahuasi, Saywite y Pacobamba.

51 <http://www.wri.org/our-work/project/initiative-20x20>  
<http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/iniciativa-20x20-restauracion-de-24-8-millones-de-hectareas-de-bosques-con-una-inversion-de-730-millones-en-america-latina-y-el-caribe/>

52 Comunicación personal con Manuel Peralvo, diciembre 2016.

- Promover la restauración de paisajes de bosques andinos en otras comunidades.
- Fomentar la investigación en temas relacionados a la restauración de bosques andinos, como dinámica ecológica, relaciones interespecíficas, funciones ecosistémicas y servicios ecosistémicos.
- Establecer parcelas de control en bosques aledaños con mejores condiciones de integridad para medir el avance de las actividades de restauración.

## Conservación de los bosques en Santuario Nacional Ampay

El Santuario Nacional es la única área protegida del departamento de Apurímac, conservando bosques andinos como el relicto de “Intimpa” (*Podocarpus glomeratus*), además de contener otras especies forestales andinas como la “Unka” (*Myrcianthes oreophila*), la “Tayanca” (*Baccharis emarginata*), el “Chachacomo” (*Escallonia resinosa*), así como especies de fauna silvestre andina, algunas de ellas amenazadas y endémicas de la región. Otro objeto de conservación del Santuario es el Nevado de Ampay y el conjunto de cuerpos de agua que abastecen la cuenca de río Pachachaca. Ante todo ello se recomienda:

- Fortalecer el control y vigilancia en la zona de amortiguamiento del Santuario.
- Ordenar las actividades ganaderas con la población que habita el Santuario Nacional y su Zona de Amortiguamiento, a fin de alinear sus actividades con los objetivos del área natural protegida.
- Mejorar el manejo de residuos sólidos en el Santuario Nacional Ampay.
- Realizar mantenimiento permanente de senderos y señales en la Zona de Uso Turístico–Recreativo, para cautelar la seguridad e integridad de los visitantes.
- Fortalecer la gestión del área natural protegida a través del trabajo con guardaparques voluntarios.
- Visibilizar las actividades que se están llevando a cabo en la conservación de los bosques en el Santuario Nacional Ampay.
- Continuar con la promoción de la investigación en los bosques andinos en el Santuario.
- Fortalecer el desarrollo de acciones de educación ambiental en la zona de amortiguamiento.

## Fomentar la reforestación e implementación de viveros

Con la finalidad de recuperar la cobertura forestal y de propagar especies forestales que actualmente se han vuelto escasas debido a la presión antrópica, se recomienda:

- Fomentar el establecimiento de viveros comunales con especies tanto exóticas como nativas para abastecer las actividades de recuperación de áreas degradadas, reforestación, establecimiento de macizos forestales con especies melíferas, entre otras.
- Brindar capacitaciones técnicas para el manejo de viveros (establecimiento, desarrollo de plántulas, manejo de plagas y enfermedades, otros) y sobre prácticas silviculturales.
- Identificar y conservar árboles “plus” en los bosques nativos de las comunidades para recolección de semillas forestales, tanto para su germinación en viveros locales como para establecimiento y manejo de huertos semilleros y para intercambio entre comunidades.
- Generar material didáctico (posters, cartillas, otros) de extensión forestal sobre establecimiento y mantenimiento de viveros, manejo de plantones para establecimiento en campo, establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales, agroforestería, entre otros.

## Impulsar el ecoturismo

El ecoturismo es una actividad económica compatible con la conservación de los paisajes naturales y los recursos que ofrecen, ya que disminuyen la presión directa sobre los bosques y contribuyen con las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático (CEDES–Apurímac, 2015c). Se recomienda:

- Promover el ecoturismo comunal como actividad económica complementaria, con gran potencial para generar puestos de trabajo, en especial para la población joven.
- Desarrollo de infraestructura requerida para abastecer la demanda turística (alojamientos, restaurantes, señalización, otros).
- Poner en valor los recursos turísticos de la Mancomunidad y la región en general.
- Fortalecer el vínculo entre los operadores turísticos y la conservación de los bosques andinos.

- Fomentar capacitaciones técnicas a los operadores turísticos con un fuerte componente sobre la conservación de los bosques nativos y las relaciones culturales entre el poblador andino y los bosques.

## Apoyar la declaración de zonas intangibles

Ello con el objetivo de proteger y salvaguardar sus recursos genéticos (p.ej. plantas medicinales y aromáticas, frutos nativos, fibras, otros), contribuyendo a resguardar su seguridad alimentaria; además de mantener las funciones y servicios ecosistémicos de los que se benefician directamente las poblaciones locales. En este sentido se recomienda:

- Facilitar al interior de las comunidades procesos de identificación de zonas intangibles para protección de fuentes de agua, rodales semilleros, bosques locales, refugio de animales silvestres, otros.
- Promover acuerdos de conservación entre comunidades que comparten bosques andinos para declarar zonas intangibles al interior de estos.
- Articular el trabajo de las instituciones (GORE, SERNANP, SERFOR, ANA, PBA, CEDES–Apurímac, IDMA, otros) que acompañan la gestión comunal de zonas intangibles en la Mancomunidad.



© Adriana Palma



15

**Análisis del potencial del  
aporte de las prácticas de  
manejo priorizadas para  
la adaptación y mitigación  
del cambio climático**

---

## 15.1 Enfoque teórico

Mientras que la mitigación se ocupa de las causas del cambio climático, la adaptación aborda sus impactos. En relación a los bosques, la adaptación abarca los cambios en las prácticas de gestión para disminuir la vulnerabilidad de estos ante el cambio climático y las intervenciones destinadas a reducir la vulnerabilidad de las personas frente al cambio climático (FAO, 2016; IPCC, 2014a).

Las estrategias de mitigación relativas a los bosques y sus recursos se pueden agrupar en cuatro categorías: a) la reducción de las emisiones debidas a la deforestación (mantenimiento de la superficie de bosques y fomento de la protección de bosques); b) la reducción de las emisiones debidas a la degradación forestal (mantenimiento o aumento de la densidad de carbono en los macizos forestales, manejo de los bosques de producción de madera y restablecimiento de los bosques degradados); c) el incremento de los sumideros forestales de carbono (aumento de la superficie cubierta de bosques mediante la forestación y la reforestación para fortalecer los sumideros forestales de carbono); y d) la sustitución de productos (por ejemplo, sustitución de combustibles fósiles por combustible de madera y el uso de fibras lignificadas en lugar de materiales como cemento, acero y aluminio) (FAO, 2016).

## 15.2. Resultados

### 15.2.1. Protección de manantes

#### a. Descripción de la práctica bajo la situación actual

Esta práctica tiene por objetivo contribuir con la recuperación e incremento en la cantidad y calidad del agua para consumo humano, animal y riego en las microcuencas, como actividad priorizada por las comunidades ante los cambios en el régimen y distribución temporal de las lluvias. Surge como respuesta de las comunidades ante el acelerado deterioro de las fuentes de agua y de su entorno físico, debido a la contaminación producida por el ingreso de animales, así como la excesiva presión sobre la cobertura vegetal que genera degradación de las partes altas y una reducción de caudales (Doornbos, 2009).

La protección de manantes, como práctica de manejo de bosques priorizada para la Mancomunidad, no sólo incluye el cercado de la flora natural en los contornos de los manantes e implementación de normas para el ordenamiento y uso de los recursos; sino también la reforestación en el área cercada con especies nativas y foráneas (aunque estas últimas están siendo reemplazadas paulatinamente), además de la protección y recuperación de la vegetación ribereña con la finalidad de aumentar la infiltración por el incremento de tiempo de almacenaje del agua en la microcuenca y disminuir la escorrentía superficial, a fin de mejorar la capacidad de regulación y almacenaje hídrico de la microcuenca.

La protección de los manantes es una actividad asociada al manejo de los bosques en beneficio de la protección de las fuentes de agua que se distribuyen para el consumo humano y el riego de los campos agrícolas y pastos. El manejo del bosque se realiza a través de la protección de las partes medias y altas de las microcuencas con la finalidad de recuperar y salvaguardar las funciones ecosistémicas de los bosques, tales como: regular la erosión de los suelos, favorecer la infiltración y recarga de los acuíferos, generar un microclima con mayor humedad, para permitir el desarrollo de asociaciones vegetales nativas y la mejora de la cobertura vegetal; y conservar y fomentar la biodiversidad, es decir, las especies de la fauna y flora propias de la zona (PACC, 2014).

La protección de manantes es practicada por las comunidades de Ccerabamba, Huironay (distrito de Pacobamba) y Llañucancha (distrito de Abancay – Tamburco) considerando las particularidades de cada territorio.

Actualmente con la implementación de la actividad de protección de manantes se han fortalecido las capacidades organizativas de la comunidad, realizando faenas comunales de manera frecuente y con la participación de toda la comunidad para el mantenimiento de los manantes. En todas las comunidades se aplica una sanción, ya sea monetaria o no monetaria por la inasistencia a las faenas (entrevistas marzo y julio 2016 y CEDES–Apurímac, 2015a).

Si bien es cierto en todas las comunidades se han establecido y acordado normas de uso y distribución del agua, en algunas aún persisten prácticas de ganadería extensiva y extracción de leña en los alrededores de las zonas de manantes debido a que algunos comuneros privilegian su beneficio individual sobre el colectivo, tal como lo indican los comuneros entrevistados durante las salidas de campo de este estudio a la Mancomunidad. Además en algunas comunidades las normativas se enfocan prioritariamente en la distribución del agua, y en menor medida en las regulaciones de las actividades en las zonas aledañas a los manantes, que son claves para salvaguardar y recuperar las funciones y servicios ecosistémicos.

## **b. Descripción de la práctica considerando la implementación de las recomendaciones**

Respecto a las actividades que ya se están ejecutando, se recomienda continuar con las actividades de cercado y plantación en el área de protección de manantes; además de verificar que la extensión de las áreas de protección de manantes respondan a criterios técnicos que midan objetivamente el progreso de las prácticas. Se sugiere además que la protección de las áreas se extienda hacia la vegetación riparia que protege las quebradas y se extienda esta práctica hacia otras comunidades e ir reemplazando paulatinamente el uso de alambres de púas por alambres sin púas o cercos vivos densos, ya que se ha reportado que la fauna silvestre sufre en su tránsito hacia la zona de los manantes.

Para las actividades de forestación y reforestación es recomendable seguir fomentando el empleo de especies nativas y en menor medida especies como el eucalipto (Bruijnzeel, 2004), o en todo caso, procurar reemplazarlas paulatinamente; para lo cual será necesario trabajar más intensamente acciones de sensibilización ante los impactos del cambio climático. Además, se recomienda la reactivación de los viveros comunales para la provisión y mantenimiento de las plántulas para esta y otras prácticas relacionadas con la recuperación de la cobertura vegetal. La reactivación de los viveros es clave para fortalecer la cadena y autonomía de las comunidades en la implementación de las prácticas. Para la obtención de semillas es necesario identificar árboles “*plus*” en los bosques nativos de las comunidades, tanto para su germinación en viveros locales como para establecimiento y manejo de huertos semilleros y para intercambio entre comunidades.

Se debe fomentar el manejo adecuado del pastoreo, lo que incluye: a) reducir las fuentes de contaminación de agua y suelos en las áreas aledañas a los manantes; b) controlar el ingreso del ganado en las zonas adyacentes a las áreas de protección; c) controlar las quemadas; d) recuperar especies de pastos naturales; e) rotar los pastos para el ganado; f) adecuar la carga de animales según la soportabilidad de los pastos, implicando necesidades para el fortalecimiento de los estudios agrostológicos a escala local. Actualmente se cuenta con un estudio a escala macro – meso (departamento de Apurímac) que permite contribuir de forma más precisa en el ordenamiento de los pastos en las comunidades y proponer una utilización racional y sostenible de los pastizales; g) continuar con el mejoramiento del ganado, a través de la introducción de razas mejoradas a fin de incrementar su productividad por unidad de superficie.

### c. Potencial aporte de la práctica a la adaptación al cambio climático

Esta práctica contribuye a enfrentar los cambios en el régimen y distribución temporal de las lluvias, los cuales se manifiestan en la disminución del agua de los manantes de las comunidades, recurso vital para la población y para el mantenimiento del forraje para su ganado, así como para garantizar el suministro de agua para la producción agrícola. Además, la implementación de esta práctica ha fortalecido las capacidades organizacionales de las comunidades, mediante el mantenimiento de los manantes a través de faenas comunales frecuentes, y el establecimiento de acuerdos para regular el compromiso y la participación de toda la comunidad.

## 15.2.2. Normas consuetudinarias

### a. Descripción de la práctica bajo la situación actual

En la Mancomunidad las reglas y normas locales que rigen el aprovechamiento de los bosques, el agua y los pastos en forma general responden al principio universal de la escasez relativa de los recursos naturales. Algunas comunidades establecen

en sus reglamentos internos normas de comportamiento y convivencia social para el uso de los bosques nativos, implicando la prohibición de las quemas y la tala bajo pena de multa. Como alternativa reservan bosques de especies exóticas como eucalipto y pino para la provisión de leña y materiales de construcción (CEDES–Apurímac, 2015b). Cabe mencionar que las normas consuetudinarias son reglas sociales tradicionales que no necesariamente están escritas pero se respetan porque a través del tiempo se ha hecho costumbre cumplirlas; es decir, las normas mismas se desprenden de comportamientos que se han producido repetidamente en el tiempo en un territorio concreto (Alegría y Estrada, 2012).

En principio estas normas deben ser replicadas en otras comunidades pues constituyen una garantía para la conservación de los bosques nativos andinos. Las actividades que se practican en las comunidades se reflejan directamente en la destrucción o mantenimiento de estos bosques y en el estado de la reserva hídrica de las cuencas. Por ello es indispensable que las comunidades asuman la protección de los bosques y de los recursos hídricos, flora y fauna de sus zonas, plasmando y formalizando ello en sus normas consuetudinarias (CEDES–Apurímac, 2015a).

En las localidades de Ccerabamba, Andina, Pacchani, Huironay y Kiuñalla las normas consuetudinarias constituyen acciones de los integrantes de la Comunidad para el uso de los recursos naturales comunes. Los entrevistados concordaron que sus actividades económicas monetarias (comercialización) y no monetarias (autoconsumo) guardan una relación estrecha con la conservación de los bosques. Entre las normas destacan<sup>53</sup>:

- Prohibición de la tala de especies de árboles nativos y el cercado de los bosques como medida de conservación.
- El ganado doméstico es atado dentro de la parcela que corresponde a cada comunero, evitando así que se dañen las plantaciones de árboles y el ingreso a los bosques nativos.
- Los pastos naturales han sido asignados a cada comunero, por lo que se encuentra prohibida la deforestación para la ampliación de áreas para pastos. Ello con el objetivo de disminuir las presiones sobre los bosques relictos que ya se encuentran en un proceso de fragmentación y degradación.
- Está prohibida la quema de residuos agrícolas y pastos cercanos a las áreas de bosques, ello con la finalidad de no provocar incendios y reducir la contaminación del aire.
- Aplicación de sanciones por no participar en las faenas comunales o incumplir los estatutos.

---

53 Entrevistas realizadas entre marzo y julio 2016.

Las normas consuetudinarias están formalizadas a nivel local; así, por ejemplo, la comunidad de Huironay, específicamente tiene establecido en su reglamento comunal, desde el año 2006, disposiciones sobre el cuidado de los bosques: se prohíbe la extracción de leña de los bosques nativos y quema de áreas de bosque natural. Las sanciones son monetarias, multas desde 100 soles según la gravedad condicionada al reempadronamiento como comunero (CEDES–Apurímac, 2015a). Una situación similar se observa en otras comunidades de la Mancomunidad.

Las autoridades comunales (renovadas periódicamente), manejan referencias sobre las normas y desconocen su especificidad por no contar con los documentos y actas de las asambleas comunales en las que se establecieron dichas normas. Las sanciones por atentar contra los bosques locales se aplican pero no con el rigor que debieran.

Las comunidades han solicitado apoyo para la actualización de sus normas y la incorporación de estrategias para su óptima aplicación (CEDES–Apurímac, 2015a y 2015b). En este sentido, para que se establezca, se revise o se actualice una norma comunal, es necesario que la población empadronada esté interesada y consciente de la importancia de esta para la comunidad, porque finalmente es la población quien aprueba o desaprueba la dación de una norma.

## **b. Descripción de la práctica con la implementación de las recomendaciones**

Con el fin de sistematizar y precisar las normas consuetudinarias de las comunidades se sugiere: a) actualizar y caracterizar las normas de cada comunidad, identificando las debilidades y fortalezas en cuanto a cómo han sido aplicadas en los últimos años; por ejemplo en la asignación de sanciones; y b) apoyar y acompañar a las comunidades en el establecimiento de mecanismos del monitoreo y control del cumplimiento de las normas que las comunidades hayan ratificado.

Los acuerdos de la comunidad tienen que quedar registrados en actas que sean claras y que contemplen sanciones; por ejemplo, las normas para proteger los manantes o para la gestión del agua. Cuando la iniciativa para proteger un manante surge de la propia comunidad, como consecuencia de la disminución del caudal, hay una mayor garantía de que la comunidad cumpla con su mantenimiento (Kómetter, 2015).

Las normas consuetudinarias son establecidas por las comunidades para garantizar la preservación a largo plazo de los recursos naturales comunes; sin embargo, con el paso del tiempo, las exigencias se van relajando, con el consecuente efecto sobre dichos recursos. En ese sentido, es turno de las organizaciones comunitarias revalorar

esta práctica, pues estas son las que tienen la capacidad de implementar normas de manera participativa, democrática y con gran valor legal.

Las normas consuetudinarias, en última instancia, son reglas de comportamiento y convivencia social y el valor que tienen en las comunidades campesinas es alto (CEDES–Apurímac, 2015b).

Del mismo modo, dichas normas deberían ser replicadas en otras comunidades pues constituyen una garantía para la conservación de los bosques nativos andinos. Las comunidades se interrelacionan cotidianamente con estos bosques y sus actividades se reflejan directamente en su destrucción o mantenimiento, de modo que se constituyen en los guardianes de la reserva hídrica de las cuencas. Por ello es indispensable que el rol de protección de bosques que las comunidades asumen esté plasmado y formalizado en sus normas consuetudinarias.

Las organizaciones de clubes de madres, por ejemplo, son referentes de opinión en las comunidades, además de ser muchas veces protagonistas activas en la implementación de acciones de forestación y otras faenas, de manera que deben ser consideradas aliadas estratégicas en la revalorización de las normas consuetudinarias de protección de bosques, manantes y plantas y animales silvestres, así como en el establecimiento de estrategias correctivas para la implementación de dichas normas (CEDES–Apurímac, 2015b).

### **c. Potencial aporte de la práctica a la adaptación y/o mitigación del cambio climático**

Las normas consuetudinarias aportan principalmente a la mitigación del cambio climático porque conservan los bosques, lo que permite mantener el carbono dentro de estos. Igualmente, al prohibir las quemas están facilitando el mantenimiento de la masa boscosa (CEDES–Apurímac, 2015b).

En ese sentido, prohibir la tala y la quema de los bosques colabora en las medidas de mitigación del cambio climático, ya que involucran actividades que contribuyen con la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y degradación de los bosques.

Limitar el pastoreo en áreas en algunas épocas del año contribuye con la adaptación al cambio climático ya que implica cambios en las prácticas de gestión del territorio para disminuir la vulnerabilidad de los bosques.

### 15.2.3. Producción de miel de abejas

#### a. Descripción de la práctica bajo la situación actual

La apicultura se define como la crianza de las abejas melíferas, lo que permite preservar la especie y aprovechar sus productos (miel, polen, jalea real, propóleos, cera, apitoxina y material vivo en general). Es considerada como una actividad económica y social que desempeña un papel fundamental en el desarrollo sostenible de las zonas rurales, creando puestos de trabajo y prestando un importante servicio al ecosistema a través de la polinización, que contribuye, a su vez, a la mejora de la biodiversidad al mantener la diversidad genética de la flora (MINAGRI, 2015).

En la Mancomunidad, la apicultura es una actividad competitiva con potencial de buena práctica, que puede generar ingresos de forma inclusiva y reducir las presiones hacia los bosques, contribuyendo a mitigar los efectos del cambio climático (CEDES–Apurímac, 2015c).

Esta actividad tiene como objetivo contribuir a mejorar la economía familiar permitiendo la generación de ingresos a los productores apícolas. Asimismo contribuye con la producción agrícola y la alimentación familiar en el sentido que provee de miel, polen, jalea real, entre otros productos; y además de insumos a la industria como cera, propóleos, apitoxina, entre otros (CEDES–Apurímac, 2015d).

La crianza de abejas para producción y comercialización de miel y derivados genera un impacto mínimo en los ecosistemas naturales. No requiere ampliar áreas para su producción ya que demanda áreas mínimas para la instalación de colmenas (Gonzales, 2011; CEDES–Apurímac, 2015d). Además contribuye a conservar los bosques por la relación simbiótica que se produce: las abejas obtienen su alimento de la flora local y estas permiten su propagación mediante la polinización que realizan (CEDES–Apurímac, 2015d). Complementariamente esta actividad requiere árboles y vegetación cercana para la alimentación de las abejas, lo que garantiza la preservación de los bosques y permite atenuar las presiones sobre ellos (Gonzales, 2011), en la medida en que los pobladores comprendan la necesidad de proteger los ecosistemas que albergan árboles y plantas melíferas nativas, fuente de alimento para las abejas.

La apicultura es una actividad que se practica en Apurímac desde tiempos remotos: la población tiene conocimiento de la actividad y lo ha ido transmitiendo de generación en generación para su difusión y propagación (Gonzales, 2011). En la Mancomunidad, la apicultura es una actividad económica realizada a pequeña escala. En los últimos años, el Programa Bosques Andinos y programas antecesores en colaboración con instituciones públicas y privadas, han llevado a cabo diversas acciones enmarcadas en la sensibilización y fortalecimiento de capacidades técnicas

y organizativas, con la finalidad de fomentar la práctica de la apicultura de manera sostenible.

La Mancomunidad posee condiciones favorables para el desarrollo de la actividad apícola como la existencia de abundante flora melífera (nativa y cultivada); terrenos amplios y propios de los productores que les permite incrementar el número de colmenas; demanda creciente de la miel y derivados, por la tendencia mundial de consumo de productos naturales y orgánicos; potencial para la práctica de la apicultura orgánica; incremento sustancial de los rendimientos, con relativa baja inversión, al reemplazar cajas rústicas por colmenas estándar (de 4 a 6 kg/caja en rústica a 20 a 25 kg/caja estándar); y capacidades técnicas de los apicultores y asesores técnicos (Gonzales, 2011; CEDES–Apurímac, 2015c).

La apicultura es practicada principalmente en los distritos de Pacobamba y Curahuasi. En el distrito de Pacobamba, comunidades de Pacchani y Andina, la producción de miel ha existido de forma rústica y las familias que se dedicaban a esta actividad lo hacían con fines de autoconsumo. Recientemente ha crecido el interés por adquirir e instalar colmenas para la producción de miel de abeja con fines comerciales. En el distrito de Curahuasi la apicultura se realiza desde hace más de 10 años. La Asociación de Apicultores de Curahuasi está conformada por pobladores de distintas comunidades del distrito (Concacha, Trancapata, Pisonaypata, Lucmus, Jocharay, Pucapuca, Gegeray y Curahuasi) y es el grupo más consolidado en comparación con otras comunidades donde se practica. Poseen la mayor cantidad de colmenas (en algunos casos más de 100) y tienen un mayor avance en relación al fortalecimiento de la cadena productiva y la comercialización. De otro lado en la comunidad de Saywite existe una organización incipiente de apicultores que está en proceso de captación de personas interesadas y formación de una asociación.

En todas las comunidades de la Mancomunidad la producción de miel es percibida como una actividad económica secundaria. En la mayoría de los casos esto se debe al desconocimiento de las técnicas productivas que favorecen el manejo adecuado de las colmenas así como las limitaciones en la comercialización, lo que impide hacer de esta actividad un negocio rentable. Por otra parte, las asociaciones de productores existentes, con excepción de la Asociación de Apicultores de Curahuasi, son aún incipientes o débiles.

A pesar que la mayoría de apicultores reconoce la importancia del bosque como fuente de alimento para las abejas, aún no se han establecido normas concretas en las comunidades y asociaciones respecto a la conservación y manejo del bosque con fines apícolas. De otro lado existe desconocimiento sobre los impactos negativos que podrían ocasionar las prácticas de manejo inadecuadas como la introducción de especies melíferas exóticas.

## b. Descripción de la práctica con la implementación de las recomendaciones

Si bien la apicultura actualmente genera impactos mínimos o nulos en los ecosistemas, es imprescindible fortalecer el vínculo entre los apicultores y la conservación de los bosques para garantizar que las iniciativas de mejora productiva estén alineadas con el manejo sostenible de los bosques. En ese sentido, es importante incorporar en el contenido de las capacitaciones técnicas un fuerte componente sobre la conservación del bosque como fuente de los servicios ecosistémicos de los cuales se benefician, en este caso de la provisión de plantas melíferas.

Como parte del manejo del bosque con fines apícolas, las instituciones interesadas (Gobierno Regional y gobiernos locales, SERFOR, ONG, cooperantes, y universidades), deben incentivar el establecimiento de especies melíferas nativas (árboles y arbustos), mediante la recuperación de áreas degradadas, plantación de cercos vivos, entre otros. Asimismo, evitar la introducción innecesaria de especies melíferas exóticas que pudieran ocasionar impactos negativos.

Resulta recomendable realizar seguimientos periódicos y brindar asistencia técnica en relación al mejoramiento en las técnicas de manejo de las colmenas, incorporación de la crianza migratoria o trashumante<sup>54</sup>, mejoramiento de la calidad de la miel y derivados, manejo de plagas y enfermedades, entre otros con la finalidad de aumentar la productividad de esta práctica.

En cuanto a la transformación y comercialización de la miel por parte de las asociaciones apícolas locales que cuentan con el acompañamiento de instituciones como el MINAGRI o el Fondo de las Américas, se recomienda fortalecer las cadenas productivas mediante la mejora de los métodos de cosecha, manipulación, envasado, almacenamiento y transporte, tanto en términos de mejora de calidad de los productos, como en las condiciones sanitarias y el aporte del valor agregado. Además es recomendable promover la diversificación de la elaboración de otros productos afines como el polen, jalea real, propóleos, entre otros.

De otro lado es necesario el apoyo en la articulación de los eslabones de las cadenas productivas, en la apertura de mercados y en la promoción de los productos para poder fortalecer la cadena productiva y aumentar la rentabilidad de esta actividad. Es recomendable enfocar la promoción de la miel y derivados en el origen natural (orgánico y/o ecológico) y en la conservación de los bosques andinos de la Mancomunidad para darle mayor valor agregado a los productos.

---

54 Consiste en el traslado de las colmenas a zonas o regiones donde previamente se ha identificado la flora de interés apícola. Para lo cual se requiere la caracterización de la flora melífera, así como la identificación de las áreas con mayor oferta potencial de la flora de interés.

Para el fortalecimiento de la gestión local es recomendable fomentar el establecimiento de las asociaciones como unidad organizativa y brindar capacitaciones técnicas para el desarrollo de proyectos y planes de negocio a fin de promover la creación de iniciativas propias.

### **c. Potencial aporte de la práctica a la adaptación y/o mitigación del cambio climático**

El fortalecimiento de esta práctica permite mejorar las condiciones para la generación de ingresos, la diversificación de la economía local y el fortalecimiento de sus capacidades organizacionales, lo que permitirá reducir la vulnerabilidad de dichas poblaciones frente al cambio climático.

Esta actividad aportaría a la mitigación del cambio climático debido a que fomenta la protección de los bosques montanos y ribereños como fuente de alimento para las abejas, contribuye a la conservación de los bosques a través de la polinización e involucra actividades de reforestación con especies melíferas nativas (incremento de los sumideros forestales de carbono y reducción de las emisiones debido a la deforestación).

## **15.2.4. Restauración de bosques andinos**

### **a. Descripción de la práctica bajo la situación actual**

La aplicación de esta práctica considera por restauración<sup>55</sup> a la recuperación (reinstalación) de la vegetación arbórea anteriormente existente en el área (especies nativas), así como otras especies acompañantes de esta comunidad vegetal, tales como herbáceas y arbustivas (CEDES–Apurímac, 2015a).

El objetivo de la restauración de los bosques andinos es salvaguardar y recuperar las funciones y los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques, en especial los vinculados con el recurso hídrico, vital para la población y del cual dependen sus principales actividades económicas (ganadería y agrícola). Con esta práctica se espera además contribuir con la conservación de la biodiversidad, el abastecimiento de materias primas, el ecoturismo y otros ingresos provenientes del bosque (CEDES–Apurímac, 2015b).

Actualmente esta práctica se implementa en la comunidad campesina Kiuñalla. La protección de bosques nativos es una prioridad para esta comunidad; sin embargo,

---

55 En el marco de las prácticas de manejo de bosques implementadas en la Mancomunidad, se entiende como restauración a la recuperación de la cobertura boscosa anteriormente existente en el área (especies nativas), a fin de recuperar las funciones y los servicios ecosistémicos. Mientras que la reforestación consiste en la reposición de cobertura arbórea, principalmente empleada para uso maderable (construcción, combustible, otros), empleando principalmente especies como pino y eucalipto (en mayor cantidad), además de sauco y queuña (en menor cantidad).

no ha sido ajena a la degradación de estos. En ese sentido, una de sus preocupaciones es la recuperación de estos bosques, relacionándola principalmente con el mejoramiento de los regímenes hídricos (CEDES–Apurímac 2015b).

Como actividades preliminares de la restauración del bosque se ha delimitado y cercado el área y se ha realizado el levantamiento de la línea base (CEDES–Apurímac, 2015b).

### **b. Descripción de la práctica con la implementación de las recomendaciones**

Se recomienda consolidar y fomentar las actividades relacionadas a la restauración de los bosques andinos, además de promover actividades orientados a lograr los objetivos de largo plazo, tales como el mantenimiento y recuperación de las funciones y servicios ecosistémicos que brindan dichos bosques.

Se recomienda la restauración de los bosques andinos en otras comunidades, fomentando así la réplica de esta práctica en otras comunidades, mostrando los resultados que se vienen obteniendo en el área piloto. Es recomendable además fomentar la investigación en temas relacionados a la restauración de bosques andinos, como dinámica ecológica, relaciones interespecíficas, funciones ecosistémicas, servicios ecosistémicos, entre otros. Por último se recomienda establecer parcelas de control en bosques aledaños con mejores condiciones de integridad para medir el avance de las actividades de restauración.

### **c. Potencial aporte de la práctica a la adaptación y/o mitigación del cambio climático**

La implementación de las normas para el cuidado y conservación de bosques mediante la delimitación y ordenamiento de las actividades agrícolas y la restricción de actividades en la zona del piloto de restauración (impulsando el desarrollo de vegetación principalmente arbórea en áreas degradadas), contribuyen con las medidas de mitigación del cambio climático debido a que colaboran con la reducción de las emisiones por deforestación y degradación de los bosques y favorecen el incremento de los sumideros forestales de carbono.

La restauración de los bosques andinos busca a largo plazo, mantener y recuperar las funciones y los servicios que estos brindan, tales como la regulación hídrica, el control de la erosión, el mantenimiento del clima local, la conservación de la biodiversidad, el abastecimiento de materias primas, entre otros (UICN – WRI, 2014; CEDES–Apurímac, 2015b). Para ello, las actividades que contempla esta práctica deberán ir más allá de la protección y reforestación del área: en la medida que se promueva la recuperación de la integridad de los bosques (y con ello sus funciones,

procesos y servicios ecosistémicos), se favorecerá sus capacidades para adaptarse a las variaciones climáticas, a fin de disminuir su vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático. De esta manera, esta práctica contribuiría también con las medidas de adaptación al cambio climático.

Además, al surgir esta práctica desde la comunidad y ser impulsada y ejecutada por la misma, ya que las actividades han sido desarrolladas mediante la participación activa de los comuneros a través de faenas, esta práctica colabora con el fortalecimiento de las capacidades de organización comunal, además de fortalecer el sentido de pertenencia.

## 15.2.5. Conservación de Bosques Andinos en el Santuario Nacional Ampay

### a. Descripción de la práctica bajo la situación actual

El Santuario Nacional Ampay fue creado con la finalidad de contribuir a la protección de los recursos naturales dentro de la cuenca del río Pachachaca. Sus principales objetos de conservación son las fuentes de agua, principalmente el nevado Ampay y los bosques húmedos montanos en los que predomina la “Intimpa” (*Podocarpus glomeratus*) (MINAGRI-INRENA, 2003). Actualmente los objetivos del Santuario están enfocados en recuperar y preservar los distintos ecosistemas que alberga y los servicios ecosistémicos que brindan, promover el desarrollo de actividades económicas compatibles dentro del área y fortalecer las capacidades y el involucramiento de los actores en su gestión (MINAGRI-SERNANP, 2015).

El bosque de intimpas es el ecosistema con mayor diversidad dentro del Santuario. Es el principal hábitat del “Cola-Espina de Apurímac” (*Synallaxis coursei*), ave endémica del área y zonas adyacentes, y de musgos y plantas medicinales. Por otra parte, los bosques enanos de “chuyllur” (*Vallea stipularis*), “Tayanka” (*Baccharis emarginata*) y “Chachacomo” (*Escallonia resinosa*), así como los pastizales, albergan especies amenazadas como la “Taruka” (*Hippocamelus antisensis*) y el “Puma” (*Puma concolor*) (MINAGRI-SERNANP, 2015).

Las principales amenazas que afectan los ecosistemas del Santuario son: la presión por la ganadería (impacto sobre las zonas reforestadas, apertura de senderos, pastoreo eventual), actividades agrícolas (disminución de agua debido a su uso en parcelas agrícolas, incendios forestales causados por quemas para ampliación de la frontera agrícola) y la extracción de especies vegetales para fines medicinales, alimenticios y ornamentales (Baiker, 2011; MINAG – SERNANP, 2015).

En el Santuario Nacional Ampay, aunque de manera limitada, se realizan prácticas de restauración de áreas degradadas de bosque nativo (Amilcar Osorio, *com. pers.*, 2016);

en el área protegida existe un pequeño vivero donde se producen plantones de “Intimpa” (*Podocarpus glomeratus*), los mismos que a los 2 años son trasladados a zonas degradadas, con la participación de guardaparques, estudiantes y pobladores locales.

De otro lado en los últimos meses se han instalado parcelas de monitoreo de bosques distribuidos a lo largo de una gradiente de elevación para constituir la línea base de biodiversidad (dinámica del bosque y sus componentes) y contenidos de carbono. Se han instalado 4 parcelas permanentes de vegetación, cada una con una dimensión de 60 x 60 m, y tres de ellas ubicadas en las zonas de Chullurpata, Salviayoc y Achupallayoc (Manuel Peralvo, CONDESAN y Graciela Hilario Arones, guardaparque SERNANP, *com. pers.*, 2016). La cuarta parcela fue establecida posteriormente, a cargo de la UNSAAC (Roberto Kómetter, Programa Bosques Andinos, *com. pers.*, 2016).

En estas parcelas se han levantado datos de caracterización del bosque (árboles con DAP  $\geq$  5 cm), identificación, etiquetado, medidas de diámetro y altura y registro de datos del clima con sensores de temperatura y humedad (Manuel Peralvo, CONDESAN, *com. pers.*, 2016).

## **b. Descripción de la práctica con la implementación de las recomendaciones**

Es de suma importancia el ordenamiento de las actividades agropecuarias que se realizan dentro del área natural protegida, sobre todo de la actividad ganadera que desde hace varios años representa una de las principales amenazas a los bosques remanentes; afectando el establecimiento de la regeneración natural y generando impacto en la reforestación que se lleva a cabo como parte de los esfuerzos de recuperación y restauración de áreas degradadas.

Es recomendable fortalecer el control y la vigilancia para que los pobladores que realizan actividades agropecuarias, preexistentes al establecimiento del área natural protegida y permitidas sólo en la Zona de Uso Especial, respeten la zonificación establecida y las condiciones de uso consignadas. A su vez, se sugiere continuar con campañas de sensibilización enfatizando el vínculo entre la conservación del bosque y los recursos de los cuales se benefician, principalmente el recurso hídrico necesario para la ganadería y agricultura. Por otra parte, se requiere también brindar apoyo para la realización de actividades económicas alternativas rentables, que estén alineadas con los objetivos de conservación del área natural protegida.

Para repotenciar el Santuario Nacional Ampay como atractivo turístico es necesario mejorar las condiciones que se brindan al visitante, tales como el manejo de residuos sólidos, el mantenimiento de los senderos y las señales en la Zona de Uso Turístico-Recreativo y la implementación de nuevas rutas dentro del área natural protegida con diferentes niveles de dificultad para poder captar distintos tipos de turistas.

De otro lado, es importante continuar con la difusión de la Guía Ecoturística de la Mancomunidad Saywite–Choquequirao–Ampay, en la que se describe los atractivos turísticos del Santuario y la biodiversidad que abarca; además de vincularlo con otras rutas y atractivos turísticos de la Mancomunidad.

Se recomienda continuar con las investigaciones y actividades que se están llevando a cabo para la recuperación y restauración de áreas degradadas. Asimismo, se sugiere socializar los resultados de la investigación como aporte a la conservación de los bosques andinos. De otro lado se sugiere seguir apoyando la promoción a la investigación de los bosques andinos en el Santuario Nacional Ampay, brindando mayores oportunidades de investigación en el área en diversos temas de interés para tesis y investigadores locales y extranjeros, priorizando investigaciones que aporten a la solución de la problemática actual del Santuario Nacional y que contribuyan con el cumplimiento de las metas establecidas en su plan de manejo.

Se sugiere insistir en la sensibilización y en las acciones de educación ambiental dirigidas a visitantes y poblaciones locales, resaltando la funcionalidad de los ecosistemas que alberga el Santuario y la importancia de su conservación frente a los impactos del cambio climático. Así también se recomienda destacar el rol que cumple el área en la conservación de la fuente del recurso hídrico del cual se benefician.

### **c. Potencial aporte de la práctica a la adaptación y/o mitigación del cambio climático**

El Santuario Nacional Ampay contribuye a mitigar el cambio climático en la medida en que sus objetivos involucran acciones de recuperación y conservación de los ecosistemas que alberga, lo cual colabora con la reducción de las emisiones por deforestación y degradación de los bosques, favoreciendo además con el incremento de los sumideros forestales de carbono.

Como parte de las actividades de conservación que se están llevando a cabo, la restauración de bosques busca restablecer la composición, la estructura y el funcionamiento de las áreas degradadas, así como las funciones y servicios ecosistémicos que brindan. La recuperación de la integridad de los bosques (y con ello sus funciones, procesos y servicios ecosistémicos) favorecerá la capacidad del ecosistema de adaptarse a las variaciones climáticas, a fin de disminuir su vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático.

Como potencial aporte a la adaptación de las poblaciones frente a los impactos del cambio climático, el Santuario incorpora acciones relacionadas al fortalecimiento de la gestión participativa, que involucra la sensibilización y capacitación en temas de educación ambiental dirigidos a diferentes actores involucrados en la gestión del área natural protegida, brindando herramientas que apoyarán en la adaptación de las poblaciones frente al cambio climático.

## 15.2.6. Reforestación

### a. Descripción de la práctica bajo la situación actual

El Gobierno Regional de Apurímac, mediante la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, ha instalado más de un millón de plántones en los distritos de Curahuasi, Cachora, Huanipaca, Tamburco y Pacobamba. El proyecto denominado “Recuperación de la cobertura forestal de la Mancomunidad Saywite, Choquequirao, Ampay de las provincias de Abancay y Andahuaylas” ha permitido reforestar, durante el año 2015, más de 800 hectáreas en esos distritos; mientras que para el año 2016 la proyección es reforestar otras 800 hectáreas con plantas nativas, tales como capulí, sauce, sauco, tara, basul, huaranguay, queuña otras. El proyecto tiene como meta reforestar 1410 hectáreas de plantaciones en macizo y 604 hectáreas de agroforestería en 48 comunidades.

La reforestación en la Mancomunidad se realiza en áreas antes ocupadas por bosques nativos (como en Huironay y Kiuñalla), además en pajonales (como en Asil, Llañucancha y Socyacasa), áreas de laderas, tierras en secano y en otras zonas. En ese sentido, existen plantaciones de diferentes edades, algunas muy recientes, con especies nativas e introducidas.

De acuerdo a los objetivos del proyecto en los cinco distritos se realizan capacitaciones sobre los siguientes temas: (i) producción de plántones en viveros; (ii) prevención de incendios forestales; (iii) plantación en campo definitivo. Asimismo, el proyecto plantea la conformación de una asociación de manejo forestal que sea responsable del manejo y cuidado del bosque, que supervise y alerte de los daños e incendios forestales.

Del mismo modo, se han establecido viveros en la Mancomunidad, los mismos que son implementados y mantenidos por los pobladores de la zona, quienes han sido capacitados por el Gobierno Regional de Apurímac, en producción de plántones en viveros, técnicas de conservación de plantas, prevención de incendios forestales, organización comunal con enfoque empresarial, entre otros temas que garantizarán una actividad económica sostenible.

El proyecto ha tenido un impacto directo sobre los ingresos y el empleo temporal de los comuneros, pues remunera a los pobladores que participan de la reforestación; además de abastecerlos de los plántones.

### b. Descripción de la práctica con la implementación de las recomendaciones

La reforestación es considerada una actividad principal para el manejo de cuencas; es una medida útil para luchar contra la erosión y la degradación del medio. También

se han comprobado los efectos amortiguadores de los árboles respecto de los eventos climáticos extremos, como son las heladas y vientos fuertes (PACC Perú, 2014).

Se ha promovido la reforestación de zonas degradadas de laderas con especies exóticas como el pino y con especies nativas como la queuña, chachacomo, qolle y el kishuar; con el fin de mejorar la cobertura vegetal y reducir así los procesos erosivos (reduciendo en la mejora de la calidad del agua mediante la disminución de sedimentos en suspensión) y deslizamientos, mitigar las variaciones climáticas extremas y generar microclimas (aporte de materia orgánica para una mayor retención de humedad, protección contra vientos, heladas, otros) (PACC Perú, 2014).

De otro lado es importante la instalación de viveros forestales en cada comunidad, de manera que se favorezca la aclimatación de los plántones en fases tempranas y su desarrollo óptimo antes de su trasplante definitivo (los plántones provenientes de viveros externos, con condiciones distintas a las locales tienen riesgo de menor prendimiento).

### c. Potencial aporte de la práctica a la adaptación y/o mitigación del cambio climático

La reforestación contribuye a mitigar el cambio climático dado que permite la captura de carbono. La instalación y recuperación de la cobertura forestal (y con ello su integridad, funciones, procesos y servicios ecosistémicos) favorecerá su capacidad resiliente frente a las variaciones climáticas, a fin de disminuir la vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático.

## 15.2.7. Declaración de zonas intangibles

### a. Descripción de la práctica bajo la situación actual

Esta práctica se lleva a cabo en la comunidad de Asil, distrito de San Pedro de Cachora, en la cual se han iniciado los trámites para la declaración del bosque Repana Ñeq'e como zona intangible, con la finalidad de la protección del ojo de agua y bofedales (Benito Espinoza Monzón, poblador de Asil encargado de monitoreo de reforestación, *com. pers.* julio 2016). Esta iniciativa fue apoyada por la institución CARITAS – Abancay y el Gobierno Regional de Apurímac, y actualmente se encuentra en proceso de tramitación (CEDES–Apurímac, 2015b).

La gestión para la declaración de las zonas intangibles tiene como prioridad la conservación de los ecosistemas naturales y garantiza de forma directa su protección. Además tiene un impacto positivo en la mejora de las condiciones medioambientales locales y promueve el involucramiento y participación comunal debido a que para su aprobación e implementación de manera consensuada debe haber una base social de soporte (CEDES–Apurímac, 2015b).

## b. Descripción de la práctica con la implementación de las recomendaciones

A pesar de ser una práctica que no se priorizó para el presente ejercicio, es importante apoyar este tipo de iniciativas ya que responden al reconocimiento, por parte de la comunidad, de la importancia de la conservación de la fuente de los servicios ecosistémicos de los cuales se benefician.

Para fomentar que este tipo de prácticas puedan ser replicadas en otras comunidades, es necesario considerar un fuerte componente de sensibilización sobre de la funcionalidad del bosque y los servicios ecosistémicos que estos brindan, resaltando la importancia de la conservación del bosque como fuente de estos servicios para asegurar la sostenibilidad de sus principales medios de vida (agricultura, ganadería). También es recomendable facilitar, al interior de las comunidades, procesos de identificación de zonas intangibles para la protección de recursos de importancia (agua, rodales semilleros, bosques locales, refugio de animales silvestres, entre otros) y promover acuerdos de conservación entre comunidades vecinas.

## c. Potencial aporte de la práctica a la adaptación y/o mitigación del cambio climático

La declaración de zonas intangibles como buena práctica aporta con la adaptación de los ecosistemas al cambio climático debido a que tiene influencia directa en la conservación del área que se pretende proteger ya que al ser una iniciativa de la comunidad, aceptada de manera consensuada, garantiza su implementación. Además contribuye con la protección de las fuentes de agua y mejora de la calidad del recurso hídrico, lo cual podría moderar los impactos frente a la escasez de este recurso.

## 15.2.8. Ecoturismo

### a. Descripción de la práctica bajo la situación actual

El ecoturismo (al igual que la apicultura) es considerado una actividad económica priorizada (CEDES–Apurímac, 2015c), con potencial de convertirse en una buena práctica para contribuir con la adaptación y/o mitigar el cambio climático.

Se enfoca en la provisión de servicios turísticos a los visitantes, principalmente en el corredor “Pacucha–Zondor–Curamba–Chinchay” que conduce al complejo arqueológico Choquequirao, y en las cuatro rutas para la provincia de Abancay, con recursos ecoturísticos propios en cada una de las rutas establecidas. De tal manera que se genere ingresos para la mayor parte de la población participante de las actividades reduciendo las presiones a los bosques, y manteniéndolos para la visita de los turistas (CEDES–Apurímac, 2015d).

Los principales atractivos turísticos en la Mancomunidad son: el Santuario Nacional Ampay y el acceso a Choquequirao en Huanipaca. También existen otras rutas con gran potencial ecoturístico, señaladas a detalle para cada distrito en la Guía Ecoturística Mancomunidad Saywite–Choquequirao–Ampay, publicada el año 2011 por ECOBONA (Baiker, 2012).

A pesar del gran potencial turístico, esta actividad aún es débil en la mayor parte de la Mancomunidad. Existen pocas iniciativas comunales que la refuercen; y la infraestructura y servicios turísticos en muchos casos es inexistente. De otro lado, los operadores que otorgan los servicios ecoturísticos en su mayoría no están formalizados y actúan de manera independiente. Las principales debilidades de la actividad ecoturística son: la falta de consolidación de las organizaciones de base que dan soporte institucional al negocio; la inexistencia de infraestructura básica productiva y social; la falta de conocimientos y experiencia en el desarrollo de actividades turísticas; y la falta de desarrollo productivo y comercial económicamente sostenible (CEDES–Apurímac, 2015d).



© Adriana Palma

Baiker (2011) considera como puntos clave para el futuro desarrollo ecoturístico en la Mancomunidad: el reforzamiento del manejo del Santuario Nacional Ampay y la creación de nuevas áreas naturales protegidas en el departamento de Apurímac, la capacitación de la población local en la gestión de servicios ecoturísticos y la implementación de un programa de educación ambiental en los colegios del departamento de Apurímac.

## **b. Descripción de la práctica con la implementación de las recomendaciones**

Se recomienda promocionar el ecoturismo como una actividad económica sostenible y rentable, mediante campañas de sensibilización para dar a conocer a los pobladores el potencial turístico que posee su comunidad y la demanda actual del negocio.

Es imprescindible el desarrollo de infraestructura adecuada para abastecer la demanda turística (alojamientos, restaurantes, señalización, otros) y brindar capacitaciones técnicas a los pobladores interesados en ejercer esta actividad. Estas capacitaciones deben contener un fuerte componente sobre la importancia de la conservación de los bosques nativos.

Se recomienda que esta actividad se enmarque en un plan donde se establezcan normas de implementación, ordenamiento y uso de espacios comunales, aceptadas de manera consensuada por la comunidad, a fin de garantizar que la actividad turística se lleve a cabo de manera apropiada y genere impactos mínimos en los ecosistemas y en las comunidades.

## **c. Potencial aporte de la práctica a la adaptación y/o mitigación del cambio climático**

El ecoturismo brinda la oportunidad de incrementar los ingresos de las comunidades, promueve la diversificación de la economía local y fortalece las capacidades organizativas y de gestión de los pobladores; factores que representan herramientas importantes para la adaptación de sus medios de vida a los cambios. Además esta actividad valora la cultura local y fortalece el sentido de pertenencia de los pobladores, afianzando el vínculo entre las comunidades y los bosques andinos.

Además es una actividad que integra el desarrollo económico local con la conservación; fomenta la conservación de los ecosistemas naturales como fuente de los elementos naturales que constituyen los principales atractivos turísticos de los cuales depende esta actividad (paisaje, flora y fauna silvestre, otros).

### Cuadro 68

Aporte actual (A) y potencial (P) de las prácticas de manejo de bosques priorizadas en la Mancomunidad para la adaptación y mitigación del cambio climático

Prácticas de manejo priorizadas	Aporte a la adaptación al cambio climático	Aporte a la mitigación del cambio climático
Protección de manantes	A	A
Normas consuetudinarias	A	A
Producción de miel de abejas	A	P
Restauración de Bosques Andinos	P	A
Conservación de Bosques Andinos en el Santuario Nacional Ampay	P	A
Reforestación	P	A
Declaración de zonas intangibles	P	P
Ecoturismo	P	P

A = aporte actual (tal como la práctica se está implementando)

P = aporte potencial (si la práctica considera las recomendaciones de este estudio)

Elaboración propia.





16  
Sistematización  
de las metodologías  
aplicadas en el estudio<sup>56</sup>

---

## 16.1. Actualización del mapa de ecosistemas

Para la actualización del mapa de ecosistemas que integra las capas temáticas de elevación, geoformas, bioclimas y vegetación (Rivas Martínez, 2004; NatureServe, 2009), se propuso actualizar la información de la capa de vegetación, para ello se elaboró un mapa de Cobertura y Uso de la Tierra (CUT) empleando una clasificación supervisada y con información recogida en campo. La elaboración del mapa de los ecosistemas (sistemas ecológicos), consiste en emplear como insumo clave el mapa CUT para afinar los límites de los sistemas ecológicos, además del registro de información de campo, tomando datos básicos e información diagnóstica.

El mapa es producto de las verificaciones e identificaciones de campo y la interpretación y análisis de información de imágenes satelitales disponibles, así como de la sistematización de reuniones técnicas del grupo de trabajo del estudio.

Seguidamente, se identificaron los servicios ecosistémicos presentes en el área de estudio y se caracterizaron las prácticas priorizadas de manejo sostenible de bosques (p. ej. restauración de bosques, reforestación, producción de miel de abejas, normas consuetudinarias para el manejo de recursos naturales, protección de manantes, entre otros). Ello se realizó a través del recojo de información sobre los saberes locales para efectuar dichas prácticas mediante la aplicación de encuestas y entrevistas no estructuradas a pobladores locales e instituciones regionales, así como con información secundaria.

## 16.2. Análisis del impacto del cambio climático y las presiones antrópicas sobre las coberturas boscosas

Se realizó un análisis multitemporal que permitió identificar la dinámica de cambios en la cobertura de la tierra en el área de estudio, a fin de identificar la influencia tanto de los impactos del cambio climático como de las presiones antrópicas sobre estas dinámicas en el tiempo (Balthazar *et al.*, 2015).

Cabe mencionar que, debido a las características de la intervención que puede ocurrir en algunas regiones con una larga historia de uso de los bosques andinos (reducidos a relictos), es posible que no se pueda disgregar claramente el origen de los impactos; es decir, si se deben al cambio climático o a las presiones antrópicas, ya que ambos factores pueden actuar en forma conjunta.

## 16.3. Análisis de los componentes de la vulnerabilidad: exposición, sensibilidad, resiliencia y capacidad de adaptación de la población local

Figura 28

Se definieron unidades de análisis (p. ej. bosques) en el ámbito de estudio con la finalidad de realizar análisis más puntuales.

Para el análisis de la exposición a las variaciones climáticas se empleó una calificación de los cambios en las variables climáticas con valores situados en una gradiente de menor a mayor exposición. Estos cambios en las variables climáticas se obtuvieron por la comparación entre los datos observados históricamente y las proyecciones a futuro en las unidades de análisis (adaptado a partir de la metodología de CLIMIFORAD propuesta por CATIE, 2012).

Para el análisis de la sensibilidad de los ecosistemas a las variaciones climáticas se realizó una categorización de las especies dominantes de cada unidad de análisis de acuerdo a sus grupos funcionales (rasgos adquisitivos, mixtos o conservativos) y a su distribución (restringida, intermedia y amplia) como aproximación para evaluar el grado de tolerancia de estas especies frente a los impactos del cambio climático (adaptado a partir de la metodología de CLIMIFORAD propuesta por CATIE, 2012).

La metodología para el estudio de la capacidad de adaptación de los ecosistemas, está compuesta por el análisis de dos factores:

1. Integridad de los ecosistemas, a través de la medición de indicadores que describan el nivel de integridad de los ecosistemas, como aproximación para analizar la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático. Estos indicadores permiten establecer una línea de base a partir de la cual se podría monitorear su estado en el tiempo.
2. Capacidad de las poblaciones locales para hacer frente al cambio climático, la misma que se analiza a través de indicadores socioeconómicos que describan dichas habilidades como la gestión del territorio, la gestión de sus recursos y la capacidad adaptativa de las poblaciones locales.

El análisis de la integridad de los ecosistemas se plantea como una aproximación al análisis de la resiliencia de los ecosistemas frente a cambios; considerando que si un ecosistema se encuentra más íntegro favorecería sus capacidades para adaptarse, frente

a otro que carece de integridad. Este análisis sobre la integridad ecológica se propuso mediante el empleo de indicadores, a diferentes niveles, para evaluar la condición de los ecosistemas. La metodología empleada para el análisis del primer factor de la capacidad de adaptación de los ecosistemas incluyó un análisis sobre la evaluación de la integridad de los ecosistemas basado en la metodología propuesta por NatureServe (Josse, 2012a), adaptado a los objetivos del estudio, incluyendo:

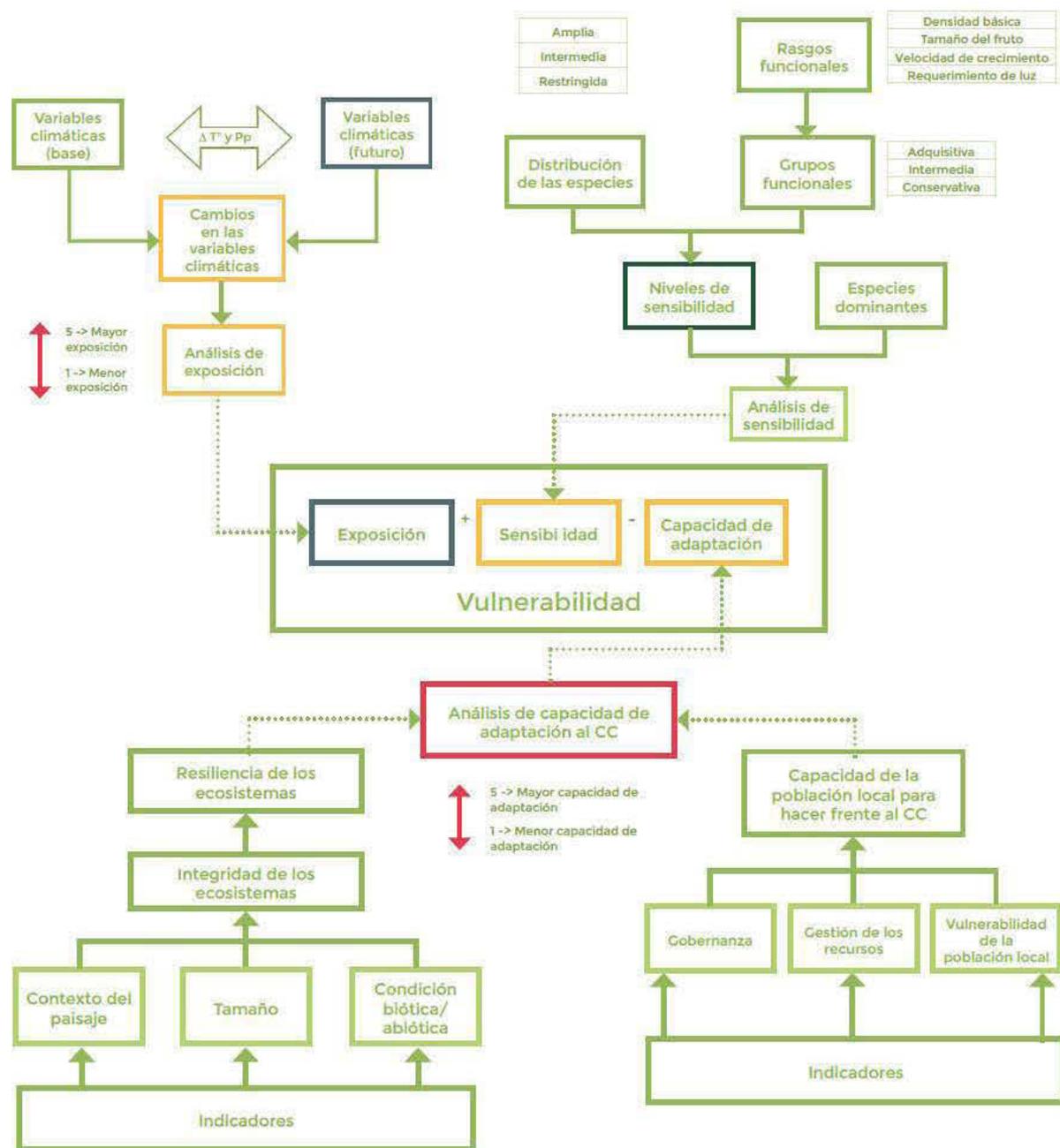
- a. Identificar factores y atributos ecológicos clave de la integridad de los ecosistemas boscosos y sus indicadores o métricas evaluadas mediante: evaluaciones remotas a nivel de paisaje y la evaluación de la condición del ecosistema por medio de mediciones en campo.
- b. Establecer umbrales o rangos de calificación basados en la condición natural, histórica, o de sitios actuales de referencia de los ecosistemas.
- c. Desarrollar una matriz de calificación mediante la cual las métricas obtienen un puntaje y se integran en una calificación integral de la condición ecológica actual de los ecosistemas.

Como segundo componente del análisis de la capacidad de adaptación, se analizó las habilidades de las poblaciones locales para hacer frente a los impactos del cambio climático referente a factores como la gobernanza, la gestión de los recursos y la vulnerabilidad de la población local. Se construyeron indicadores considerando características generales y/o comportamientos clave de las comunidades, que pudieran reflejar aspectos, a manera de indicios, de sus capacidades de adaptación al cambio climático (adaptado a partir de la metodología propuesta por CATIE, 2012).

El análisis de vulnerabilidad de los ecosistemas consideró como insumo e integró los resultados de los análisis de exposición, sensibilidad y resiliencia de los ecosistemas en un análisis multivariable, donde se calificaron los factores analizados por unidad de análisis, con una misma escala de valores, para incorporarlos en un índice de vulnerabilidad ([exposición + sensibilidad] – resiliencia), determinando clases de vulnerabilidad alta, intermedia y baja (adaptado a partir de la metodología propuesta por CATIE, 2012).

Debido a que el análisis de vulnerabilidad se basa en el análisis de sus componentes, resulta importante resaltar los componentes que describen la resiliencia de los bosques, así como la capacidad de adaptación de la población local para enfrentar los cambios en el clima, ya que el manejo de estos componentes permitiría concentrar esfuerzos para reducir los niveles de vulnerabilidad.

Figura 67  
Esquema del análisis de vulnerabilidad



Adaptación de la metodología del CLIMIFORAD (CATIE, 2012)



# Conclusiones

---

# Los resultados

obtenidos producto del análisis a corto – mediano plazo (al 2030) no son muy alentadores para la Mancomunidad Saywite – Choquequirao – Ampay, ya que el nivel de vulnerabilidad en varios distritos tiende a ser entre medio y alto, sobre todo en las zonas donde hay una mayor concentración de la población y vías de acceso. Sin embargo, la gradiente de vulnerabilidad varía según la resiliencia de los ecosistemas. Resalta, entre los ecosistemas analizados, la resiliencia de los bosques secos montanos de Curahuasi y los bosques pluviestacionales de Pacobamba (Chinchay) y Huanipaca, ya que tanto por su grado de sensibilidad como por sus niveles de integridad, resultaron menos vulnerables a los cambios en el entorno, en comparación con las otras unidades de análisis.

Debido a la heterogeneidad de la Mancomunidad, a escala de ecosistemas y de las características de las poblaciones locales, se recomienda que este tipo de estudios se aborde con un nivel de precisión a escala local y que capture la variabilidad de las condiciones que ofrece el área de estudio. Ello con el fin de garantizar que estos estudios brinden información específica para generar estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático y que sean reflejo de dicha heterogeneidad de la realidad local.

El análisis de vulnerabilidad realizado en este estudio se basa en un modelo, es decir, una simplificación de la realidad, que descansa en tres componentes (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación). Estos responden a su vez a la disponibilidad y calidad de la información insumo empleada. En la medida en la que se disponga de información más precisa, este modelo será más robusto, en el sentido que reflejará mejor los aspectos de la realidad.

La información recientemente generada por las últimas investigaciones desarrolladas en el área de estudio<sup>57</sup>, permitiría desarrollar estudios más detallados y precisos sobre la vulnerabilidad de la Mancomunidad, brindando la posibilidad de abordar los estudios de vulnerabilidad a través de un enfoque de análisis de la provisión de los servicios ecosistémicos y el grado de afectación de su provisión debido a cambios en el entorno.

---

57 <http://www.bosquesandinos.org/se-llevo-a-cabo-el-foro-de-investigacion-para-la-gestion-de-bosques-andinos/>

A photograph of a lush, moss-covered forest. The trees are heavily laden with green moss, and a dirt path winds through the undergrowth. The scene is dense and vibrant with greenery.

# Referencias bibliográficas

---

Alegría, J. y A. Estrada. 2012. Gestión del agua y los conflictos en su interrelación con el cambio climático en la región Apurímac. Serie de Investigación Regional #6. Programa de Adaptación al Cambio Climático, PACC Perú. Lima.

Arnillas, C; W. Buytaert; R. Vásquez y S. Gonzales. 2014. La economía del cambio climático en el Perú: dotación de recursos naturales renovables. En: BID y CEPAL. La economía del cambio climático en el Perú. Banco Interamericano de Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Albán, M. 2007. La información disponible sobre los servicios de ecosistemas de montaña en los Andes del Norte y Centro. Informe que recopila la información del taller “Servicios de ecosistemas de montaña en los Andes del Norte y Centro”. Papallacta, Ecuador, 22–24 octubre 2007. Proyecto Challenge Program for Water and Food.

Alva, M. y J. Meléndez. 2009. Aplicación de la Teledetección para el análisis multitemporal de la regresión glaciaria en la Cordillera Blanca. *Investigaciones Sociales* 13(22): 71–83. UNMSM

Avendaño, K. 2007. Los musgos (Bryophyta) de la Región de Santa María – Boyacá (Colombia). *Caldasia* 29(1): 59–71.

Arnal, H., A. Sampson, G. Navarro, W. Palomino, W. Ferreira, K. Romoleroux, D. Caro, I. Teich, E. Cuyckens, C. Antezana, S. Arrazola, C. Auca, J. Balderrama, S. Beck, S. Burneo, N. De la Barra, A. Bustamante, Y. Fandinso, G. Ferro, I. Gomez, G. Guzman, J. Iglesias, J. Irazabal, P. Lozano, M. Mercado, A. Monsalve, D. Renison, S. Salgado y E. Samochuallpa. 2014. Mapa panandino de bosques de *Polylepis* prioritarios para Conservación. American Bird Conservancy. The Plains, USA.

Ayma–Romay, A. y E. Padilla–Barroso. 2009. Efecto de la tala de *Podocarpus glomeratus* (Podocarpaceae) sobre la estructura de un bosque de neblina en los Andes (Cochabamba, Bolivia). *Rev. peru. biol.* 16(1): 73–79.

Ayma–Romay, A. s.f. Ecología y manejo de pino de monte (*Podocarpus glomeratus*), Bolivia. Manejo y Conservación de Bosques nativos en Independencia, provincia Ayopaya (Cochabamba, Bolivia). Disponible en: <https://sites.google.com/site/conservacionbosquesneblina/podocarpus>

Baiker, J. 2014. Informe de avance de la línea base ambiental, social, económica del Santuario Nacional de Ampay (SNA) y su Zona de Amortiguamiento. Producto 1: Actualización del Plan Maestro del Santuario Nacional de Ampay 2015–2019. Abancay. 60 p.

Baiker, J. 2012. Mancomunidad Saywite–Choquequirao–Ampay (Apurímac, Perú). Ecoturismo y biodiversidad / Ecotourism and biodiversity. Serie Investigación y Sistematización N°25. Programa Regional ECOBONA – HELVETAS Swiss Intercooperation. Lima.

Baldeón, S.; M. Flores y J. Roque. 2006. Fabaceae endémicas del Perú. El Libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología* 13(2): 302s–337s.

Balthazar, V.; V. Vanackera; A. Molina y E. Lambín. 2015. Impacts of forest cover change on ecosystem services in high Andean mountains. *Ecological Indicators* 48: 63–75.

Beltrán, H.; A. Granda; B. León; A. Sagástegui; I. Sánchez y M. Zapata. 2006. Asteraceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología* 13(2): 64s–164s.

BID y CEPAL. 2014. La economía del cambio climático en el Perú. Banco Interamericano de Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 152 p.

Bosch, A; A. Zisserman & X. Muñoz. 2007. Image classification using random forests and ferns. In: Proc. International Conference on Computer Vision, 2007. <http://www.cs.huji.ac.il/~daphna/course/CoursePapers/bosch07a.pdf>

Breiman, L. 2001. RandomForest. *Machine Learning* 45(1): 5–32. <http://www.springerlink.com/content/u0p06167n6173512/fulltext.pdf>

Brujinzeel, L. 2004. Hydrological functions of tropical forests: Not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 185–228.

Brujinzeel, L. 2001. Hidrology of tropical montane cloud forests: A Reassessment. Second International Colloquium on Hydrology and Water Management in the Humid Tropics. p. 353–383.

Cabrera–Amaya, D. y O. Vargas. 2009. Crecimiento diferencial de *Verbesina crassiramea* (Asteraceae) sobre suelos alterados en predios del embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C.). En: Vargas, O., O. León y A. M. Díaz–Espinosa (eds.). Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas. Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente.

Cach–Pérez, M; J. Andrade y C. Reyes–García. 2014. La susceptibilidad de las bromeliáceas epífitas al cambio climático. *Botanical Sciences* 92(2): 157–168.

Calderón, M.; F. Cuesta; A. Yepes y B. Quispe. 2014. Monitoreo de bancos de carbono. En: Osinaga, O.; S. Báez; F. Cuesta; A. Malizia; J. Carrilla; N. Aguirre y L. Malizia (eds.). 2014. Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos. Protocolo extendido. Protocolo 2 – Versión 1. CONDES–AN / IER–UNT / COSUDE. Quito, Ecuador.

Cantillo, E.; A. Lozada y J. Pinzón. 2009. caracterización Sucesional para la restauración de la Reserva Forestal Cárpatos, Guasca, Cundinamarca. *Revista Colombia Forestal* 12: 103–118.

CARE Climate Change. s.f. Conceptos clave para incorporar la adaptación al cambio climático en proyectos. Disponible en: <http://www.careclimatechange.org/files/toolkit/Conceptos.pdf>

Carrillo, H. 1999. Actividades de uso sostenible para contrarrestar las amenazas a la biodiversidad en el Santuario Nacional de Ampay. <http://www.idmaperu.org/ampay/amenazas.htm>

Carlos, G. y R. Moreno-Sánchez. 2015. Capacidad de adaptación al cambio climático en comunidades indígenas de la Amazonía peruana. ConservationStrategyFund. Programa de Investigaciones Económicas Aplicadas para la Conservación en la Amazonía Andina. Lima. Serie Técnica N°36. 142 p.

CENAGRO. 1994. III Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO). Lima. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

CENAGRO. 2012. IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO). Lima. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. 2012. Análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de bosques de montaña en cinco países de Latinoamérica: validación de una propuesta. <http://www.climiforad.org/eventos/curso-i/>

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. s.f. *Anacardium excelsum*. Nota técnica N°52. <http://orton.catie.ac.cr/reprodoc/A0008s/A0008s52.pdf>

CDC-UNALM (Centro de Datos para la Conservación). 2012. Anexo 1. Protocolos y formularios. Informe Final del Proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina Componente Nacional Perú – Primera Etapa. Lima, Perú. [http://cdc.lamolina.edu.pe/Descargas/sensores\\_remotos/cut.html](http://cdc.lamolina.edu.pe/Descargas/sensores_remotos/cut.html)

CDC-UNALM, LTA-UNALM, DGOT-MINAM, SGCAN y FDA. 2012. Informe Final del Proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina. Componente Nacional Perú – Primera Etapa. Lima. Centro de Datos para la Conservación, Laboratorio de Teledetección Aplicada, Dirección General de Ordenamiento Territorial-Ministerio del Ambiente; Fundación para el Desarrollo Agrario. 56 p.

CEDES-Apurímac (Centro de Estudios y Desarrollo Social). 2015a. Implementación de acciones específicas del Programa Bosques Andinos en el Sitio de Aprendizaje Apurímac. Producto 04: Fortalecimiento de buenas prácticas para el manejo sostenible de bosques y paisaje altamente priorizadas de manera consensuada, que reduzcan amenazas a los bosques andinos. Informe sobre los avances en la implementación del plan de fortalecimiento de buenas prácticas para el manejo sostenible de bosques y paisaje priorizadas de manera consensuada con el programa bosques andinos. Abancay.

CEDES-Apurímac (Centro de Estudios y Desarrollo Social). 2015b. Implementación de acciones específicas del Programa Bosques Andinos en el Sitio de Aprendizaje Apurímac. Producto 04: Fortalecimiento de buenas prácticas para el manejo sostenible de bosques y paisaje altamente priorizadas de manera consensuada, que reduzcan amenazas a los bosques andinos. Plan de fortalecimiento de buenas prácticas para el manejo sostenible de bosques y paisaje. Abancay.

CEDES–Apurímac (Centro de Estudios y Desarrollo Social). 2015c. Plan para fortalecer las actividades económicas priorizadas con potencialidad de convertirse en buenas prácticas, para adaptarse y/o mitigar los impactos del cambio climático en la zona Saywite–Choquequirao–Ampay (Apurímac). Tercer Producto. Abancay.

CEDES–Apurímac (Centro de Estudios y Desarrollo Social). 2015d. Implementación de acciones específicas del Programa Bosques Andinos en el Sitio de Aprendizaje Apurímac. Producto 05: Fortalecimiento de manera participativa de buenas prácticas de actividades económicas (cadenas productivas) altamente priorizadas de manera consensuada. Plan de Fortalecimiento de la cadena productiva miel de abejas en la Mancomunidad Saywite Choquequirao Ampay.

CEDES–Apurímac (Centro de Estudios y Desarrollo Social). 2016. Implementación de acciones específicas del Programa Bosques Andinos en el Sitio de Aprendizaje Apurímac. Producto 04: Fortalecimiento de buenas prácticas para el manejo sostenible de bosques y paisaje altamente priorizadas de manera consensuada, que reduzcan amenazas a los bosques andinos. Informe sobre los avances en la implementación del plan de fortalecimiento de buenas prácticas para el manejo sostenible de bosques y paisaje priorizadas de manera consensuada con el Programa Bosques Andinos. Abancay.

Cerón, J. 2013. Estructura y composición florística en un gradiente altitudinal de un remanente de bosque montano alto en el cantón Mejía, provincia de Pichincha. Tesis Ing. Gest. Amb. UTPL. Ecuador. 67 p.

Chave, J.; H. Muller–Landau; T. Baker; T. Easdale; H. Steege y C. Webb. 2006. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species. *Ecological Applications* 16: 2356–2367.

CONANP, FMCN, TNC. 2011. Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas – Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C. – The Nature Conservancy México. 57 p.

Concha, W. 1990. Ecoturismo en el sorprendente Ampay. *Medio Ambiente* N°47: 40–41.

Condit, R.; S. Hubbell y R. Foster. 1996. Assessing the response of plant functional types to climatic change in tropical forests. *Journal of Vegetation Science* 7: 405–416.

CMNUCC. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 25 p.

Cuesta, F.; M. Becerra; M. Bustamante; G. Maldonado; C. Devenish y L. Quiñonez. 2012. Indicadores para evaluar y monitorear el estado de la biodiversidad en los Andes Tropicales en el contexto de cambio climático – Propuesta metodológica para los países de la Comunidad Andina. SGCAN, CONDESAN, INTERCOOPERATION, UICN–Sur. Lima y Quito.

Cuesta F.; M. Peralvo y N. Valarezo. 2009. Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático. Serie Investigación y Sistematización #5. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION. Quito.

Dávila, V.; F. Retamozo y L. Suárez. 2010 Almacenamiento de carbono y flujo de CO<sub>2</sub> en los suelos con plantaciones de tres especies forestales – Valle del Mantaro. p. 27–31. En: Ministerio del Ambiente, Instituto Geofísico del Perú (eds.). Cambio climático en la cuenca del río Mantaro Perú. Balance de 7 años de estudio. Lima.

Delgado, D. 2016. Metodología para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático, empleada por el CLIMIFORAD (Comunicación personal). CATIE. San José, Costa Rica.

Díaz, S. y M. Cabido. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution* 16(11): 646–655.

Díaz, S.; M. Cabido; M. Zak; E. Martínez y J. Aranibar. 1999. Plant functional traits, ecosystem structure and land-use history along a climatic gradient in central–western Argentina. *Journal of Vegetation Science* 10: 651–660.

Di Gregorio, A. y L. Jansen. 1996. Technical document on the Africover Land Cover Classification Scheme. p. 4–33. En: FAO. Africover LandCover Classification. <http://www.fao.org/sd/eidirect/EIre0044.htm>

Dillon, M. y A. Sagástegui. 1994. Estudios en la tribu Liabeae (Asteraceae) en Peru. I. Revisión de *Ferreyranthus*. *Arnaldoa* 2(2): 7–23.

Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente (DGEVFPN – MINAM). 2011. Inventario y evaluación del Patrimonio Natural en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas. 260 p.

Doornbos, B. 2009. Medidas probadas en el uso y la gestión del agua: una contribución a la adaptación al cambio climático en los Andes. Serie Reflexiones y aprendizajes, ASOCAM.

Doornbos, B. 2012. Diagnóstico de la vulnerabilidad actual y futura, y condiciones de adaptación ante el cambio climático de la población en la región Apurímac. Serie Regional de Investigación. Programa de Adaptación al Cambio Climático, PACC–Perú.

Doornbos, B. 2015. El valor de los bosques andinos en asegurar agua y suelo en un contexto de creciente riesgo climático: ¿(re)conocemos lo imperdible? Artículo de opinión N°3. 13p.

Dummel, C. y M. Pinazo. 2013. Efecto de variables de paisaje y de rodal sobre la diversidad de especies arbóreas en el sotobosque de plantaciones de *Pinus taeda* en la provincia de Misiones, Argentina. *Bosque* 34(3): 331–342.

ESRI. 2015. ArcGis Desktop 0.3 Help – Using the Pan sharpen process. [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Using\\_the\\_Pansharpen\\_process](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Using_the_Pansharpen_process).

Faber–Langendoen, D.; C. Hedge; M. Kost; S. Thomas; L. Smart; R. Smyth; J. Drake y S. Menard. 2012. Assessment of wetland ecosystem condition across landscape regions: A multi–metric approach. Part A. Ecological Integrity Assessment overview and field study in Michigan and Indiana. EPA/600/R-12/021a. U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development, Washington, DC.

Factor, V. y M. Montero. 2009. Influencia del estado sucesional en la regeneración natural del bosque y distribución espacial de la familia Cyatheaceae en un bosque de neblina montano de la región sur del Ecuador. Tesis. Ing. Gest. Amb. UTPL. Ecuador. 78 p.

FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Roma. 99 p.

FAO. 2013. Directrices sobre el cambio climático para los gestores forestales. Estudio FAO Montes N°172. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. Roma.

FAO. 2016. Módulo: Adaptación y mitigación al cambio climático. Conjunto de herramientas para la gestión forestal sostenible (GFS). <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/climate-change-adaptation-and-mitigation/basic-knowledge/es/>

Figuerola, J.; M. Stucchi y R. Rojas. 2013. Redes de conectividad: El oso andino como una especie importante en la conservación del bosque seco del Marañón (Cajamarca y Amazonas, Perú). Cooperación Internacional Alemana (GIZ), Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad (AICB). 156 p.

Foster, R.; B. D'Achille; H. Betz; M. Metz y N. Hensold. 2002. Plantas llamativas del Colca. Field Museum, Chicago. Rapid Color Guide #55 versión 1.1.

García, E. y M. Otto. 2015. Caracterización ecohidrológica de humedales alto andinos usando imágenes de satélite multitemporales en la cabecera de cuenca del río Santa, Ancash, Perú. *Ecología Aplicada* 14(2): 115–125.

Gentry, A. 1982. Neotropical floristic diversity: Phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, and accident of the Andean Orogeny. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 557–593.

Gibbon, A.; M. Silman; Y. Malhi; J. Fisher; P. Meir; M. Zimmermann; G. Dargie; W. Farfán y K. Garcia. 2010. Ecosystem carbon storage across the grassland–forest transition in the High Andes of Manu National Park, Peru. *Ecosystems* 13: 1097–1111.

- Glick, P.; B. Stein & N. Edelson (eds.). 2011. Scanning the conservation horizon: A guide to climate change vulnerability assessment. National Wildlife Federation, Washington, D.C.
- Gobierno Regional Apurímac. 2014. Ordenanza Regional N°014–2014–GR.APURIMAC/CR. Estrategia Regional de la Diversidad Biológica ERDB – Apurímac 2014 – 2021 y Plan de Acción Regional de la Diversidad Biológica PARDB – Apurímac 2014 – 2018 de la Región Apurímac.
- Gómez, P. 2011. Efecto de la densidad de siembra sobre las interacciones biológicas entre las leguminosas *Lupinus bogotensis* y *Vicia benghalensis* con las nativas *Solanum oblongifolium* y *Viburnum tinoides* en parcelas experimentales de restauración ecológica del bosque altoandino. Tesis Mg. Ciencias. Colombia, UNAL. 82 p + anexos.
- Gonzales, L. s/f. Estudio multitemporal Nevado Ampay. Monografía. <http://www.scribd.com/doc/133421353/Monografia-Estudio-Multitemporal-Nevado-Ampay-pdf> (accedido el 02 de abril 2016).
- Gonzales, V. 2011. La cadena productiva de la miel de abejas orgánica en el corredor ecoturístico Saywite–Choquequirao–Ampay. Sistematización de una experiencia de alternativa productiva incubada por ADEA – Abancay. Serie Investigación y Sistematización N°21. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION. Lima.
- Gonzales de Olarte, E. 1986. Economía de la comunidad campesina. Aproximación regional. Instituto de Estudios Peruanos (IEP). Lima.
- Groot, R., de; B. Fisher; M. Christie; J. Aronson; L. Braat; J. Gowdy; R. Haines–Young; E. Maltby; A. Neuville; S. Polasky; R. Portela y I. Ring. 2010. The economics of ecosystems and biodiversity: The ecological and economic foundations.
- Groth, A. 2015. Caracterización de la variabilidad de los modos de vida y las sistemas productivos en la Mancomunidad Saywite–Choquequirao–Ampay, Departamento de Apurímac, Perú, incluyendo conocimientos sobre dinámicas de cambio climático y acciones asociadas de respuesta. 89 p.
- Hernández–Pineda, L.; O. Roa–Casas y F. Cortés–Pérez. 2014. Crecimiento de *Baccharis macrantha* y *Viburnum triphyllum*, dos especies nativas útiles en restauración ecológica, plantadas en un pastizal andino (Boyacá, Colombia). Biota Colombiana 15 (Supl. 2): 27–38.
- Herzog, S.; R. Martínez; P. Jørgensen y H. Tiessen (eds.). 2011. Climate change and biodiversity in the Tropical Andes. Inter–American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). 348 p.
- Hostnig, R. y C. Palomino. 1997. El Santuario Nacional del Ampay, refugio de intimpa en Apurímac, Perú. Editorial Los Pinos. Primera edición. 153 p.

Huamantupa, I. y Z. Cuba. 2013. Bosque seco inter-andino, Departamentos Cusco–Apurímac, Perú. Plantas de Limatambo, Cunyac y Curahuasi. Field Museum, Chicago. Rapid Color Guide #469 versión 1.

IDEAM, IGAC & CORMAGDALENA. 2008. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE LandCover adaptada para Colombia a escala 1:100000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena. Bogotá. 200 p. + 164 hojas cartográficas.

IDMA, Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente. 1992. Aporte de energía leñosa del bosque del Ampay. Medio Ambiente N°50: 29 y 60.

IDMA, Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente. 1998. Estudio de demanda de leña y su impacto ambiental en el Santuario Nacional de Ampay, Abancay, Perú. Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente. Programa de Desarrollo Sostenible. Abancay. <http://idmaperu.org/idma/estudio-de-demanda-de-lena-y-su-impacto-ambiental-en-el-santuario-nacional-de-ampay/>

IISD, Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible. 2013. Manual del Usuario de CRISTAL (Versión 5). Herramienta para la identificación comunitaria de riesgos – Adaptación y medios de vida. HELVETAS SwissIntercooperation con el apoyo del Programa de Adaptación al Cambio Climático–PACC Perú. 55 p.

INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. 1998. Características del proceso de retorno y reasentamiento de la población desplazada. OIM. Perú.

INRENA, Instituto Nacional de Recursos Naturales. 2003. Plan maestro Santuario Nacional Ampay 2004 – 2008. Ministerio de Agricultura. Apurímac. 126 p.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014a. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of working group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014b. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014c. Cambio climático 2014. Informe de Síntesis. OMM, PNUMA. 103 p.

Josse, C. 2012a. Evaluación de la integridad ecológica de ecosistemas: Marco conceptual y metodología. NatureServe.

Josse, C. 2012b. Evaluación de la integridad ecológica de ecosistemas. Apéndice 3: Indicadores para la Evaluación de la integridad ecológica a Nivel 1 y 2 de los Ecosistemas Andinos del Corredor de Conservación de los Bosques de Roble, Colombia. NatureServe.

Josse, C.; F. Cuesta; G. Navarro; V. Barrena; E. Cabrera; E. Chacón–Moreno; W. Ferreira; M. Peralvo; J. Saito y A. Tovar. 2009. Mapa de los Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECO–BONA–Intercooperation, CONDESAN–Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTA–UNALM, ICAE–ULA, CDC–UNALM, RUMBOL SRL. Lima.

Josse, C.; F. Cuesta; G. Navarro; V. Barrena; M. Becerra; E. Cabrera; E. Chacón–Moreno; W. Ferreira; M. Peralvo; J. Saito; A. Tovar y L. Naranjo. 2011. Physical geography and ecosystems in the Tropical Andes. p. 152–158. In: Herzog, S.; R. Martínez; P. Jorgensen & H. Tiessen (eds.) Climate change and biodiversity in the Tropical Andes. Inter–American Institute for Global Change Research (IAI). 348 p.

Josse, C.; G. Navarro; F. Encarnación; A. Tovar; P. Comer; W. Ferreira; F. Rodríguez; J. Saito; J. Sanjurjo; J. Dyson; E. Rubin de Celis; R. Zárate; J. Chang; M. Ahuite; C. Vargas; F. Paredes; W. Castro; J. Maco y F. Reátegui. 2007. Sistemas ecológicos de la cuenca amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo. NatureServe. Arlington, Virginia.

Josse, C.; G. Navarro; P. Comer; R. Evans; D. Faber–Langendoen; M. Fellows; G. Kittel; S. Menard; M. Pyne; M. Reid; K. Schulz; K. Snow y J. Teague. 2003. Ecological systems of Latin America and the Caribbean: A working classification of terrestrial systems. NatureServe. Arlington, Virginia.

Kawasaki, L. y B. Holst. 2006. Myrtaceae endémicas del Perú. *Rev. peru. biol.* 13(2): 463s–468s.

Kómetter, R. 2015. Rol de las comunidades en la conservación de los bosques andinos. Programa Bosques Andinos, HELVETAS Swiss Intercooperation, Perú. 5 p. <http://www.infoandina.org/es/content/rol-de-las-comunidades-en-la-conservaci%C3%B3n-de-los-bosques-andinos>

Landis, J. & G. Koch. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33 (1): 159–174.

Lain, E. & L. Jiménez 2006. Observación de rangos de vuelo de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) en ambientes urbanos. *Acta Biológica Colombiana* 11(2): 131–136.

Lavado, W.; G. Ávalos y W. Buytaert. 2014. La economía del cambio climático en el Perú: la climatología del cambio climático. En: BID y CEPAL. La economía del cambio climático en el Perú. Banco Interamericano de Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Lavorel, S.; S. Díaz; J. Cornelissen; E. Garnier; S. Harrison; S. McIntyre; J. Pausas; N. Pérez; C. Roumet; C. Urceley. 2007. Plant functional types: Are we getting any closer to the Holy Grail? In: Canadell, J.; D. Pataki; L. Pitelka (eds.). *Terrestrial ecosystems in a changing World*: 149–159.

- León, B. 2006a. Polygalaceae endémicas del Perú. El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología* 13(2): 568s–574s.
- León, B. 2006b. Bombacaceae endémicas del Perú. El libro rojo de las plantas endémicas del Perú *Revista Peruana de Biología* 13(2): 175s–176s.
- Liaw, A. y M. Wiener. 2002. Classification and regression by Random Forest. *R News* 2(3):18–22.
- Lizarzaburu, J.; L. Diehl y J. Deza. 2013. El retroceso glaciar en la alta montaña de los Andes peruanos. Caso: Santuario Nacional de Ampay, Apurímac. *Ciencia y Desarrollo* 16(1): 5–16. Universidad Alas Peruanas.
- Llerena, C.; S. Yalle y E. Silvestre. 2014. Los bosques y el cambio climático en el Perú: situación y perspectivas. Documento base de la consultoría para la aplicación en el Perú de las “Directrices sobre cambio climático para gestores del manejo forestal”. FAO. Lima.
- Llerena, C.; S. Yalle y E. Silvestre. 2016. Los bosques y el cambio climático en el Perú. Lima: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Locatelli, B. y V. Gálmez. 2015. Evaluación y modelación de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Mariño, Perú. Informe de Taller. Abancay, 8 setiembre 2015 en Abancay, Perú. Programa Bosques Andinos–PBA, Centro Internacional de Investigación Forestal–CIFOR y Comisión Ambiental Regional–CAR.
- Lopes, S. y L. Gonçalves. 2006. Elementos para aplicação prática das árvores nativas do Sul do Brasil na conservação da biodiversidade. Rio Grande do Sul. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 18 p.
- Luers, A.; D. Lobell; L. Sklar; C. Addams y P. Matson. 2003. A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environ Change* 13: 255–267.
- MAE y FAO. 2014. Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales. Ministerio del Ambiente del Ecuador y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Quito. 105 p.
- Manta, M. 2008. Diagnóstico sobre la situación de riesgos y conocimientos en prevención, control y contingencia de incendios dentro de las áreas de trabajo del Programa ECOBONA. 58 p.
- Marcelo–Peña, J.; R. Pennington; C. Reynel y P. Zevallos. 2010. Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina / Royal Botanic Garden Edinburgh. Lima. 288 p.
- Metzger, M.; R. Leemans; D. Schroter y W. Cramer. 2004. The ATEAM vulnerability mapping tool. Quantitative approaches in systems analysis N°27, CDROM publication, Office C.T. de Wit Graduate School for Production Ecology & Resource Conservation (PE&RC). Wageningen, The Netherlands.

- Metzger, M. y D. Schroter. 2006. Towards a spatially explicit and quantitative vulnerability assessment of environmental change in Europe. *Reg Environ Change*. 6: 201–216.
- MINAG & INRENA. 2003. Plan maestro Santuario Nacional de Ampay 2004–2008. Ministerio de Agricultura y Instituto Nacional de Recursos Naturales.
- MINAGRI, Ministerio de Agricultura. 2015. Plan nacional de desarrollo apícola 2015–2025.
- MINAM. 2014a. Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú. 65 p.
- MINAM. 2014b. Protocolo: Evaluación de la Exactitud Temática del Mapa de Deforestación Ministerio del Ambiente – Dirección General de Ordenamiento Territorial. Lima, Perú. 32 p.
- MINAM. 2015. Mapa nacional de la cobertura vegetal: Memoria descriptiva. Ministerio del Ambiente – Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente (DGEVFPN – MINAM). Lima, Perú. 105 p.
- MINAM y SERNANP. 2015. Plan maestro Santuario Nacional de Ampay 2015–2019. Ministerio del Ambiente y Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.
- Mindreau, M.; R. Vásquez; L. Lucio; C. Arnillas; A. Tovar; J. Álvarez; M. Romo y M. Leo. 2013. Criterios, metodologías y lecciones aprendidas para la identificación de zonas prioritarias para la conservación de la biodiversidad. Cooperación Alemana, GIZ. Lima, Perú. 129 p.
- Molleapaza, E.; G. Paiva; R. Chevarría; D. Gonzales y M. Concha. 2015. Valoración de la fijación de carbono en dos bosques alto-andinos (Ampay–Lampa). *Climate Change in the Tropical Andes* 2 (1): 1–7.
- Moreira, F.; E. Huising y D. Bignell. 2012. Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo. Instituto Nacional de Ecología. México. 337 p.
- NatureServe. 2009. International ecological classification standard: Terrestrial ecological classifications. NatureServe Central Databases. Arlington, Virginia. Data current as of 18 August 2009.
- Navarro, G.; N. De la Barra; D. Rumiz y W. Ferreira. 2008. Criterios para evaluar el estado actual de conservación y degradación de los bosques de Bolivia. *Rev. Bol. Ecol. y Cons. Amb.* 22: 01–18.
- Ochoa, J. & L. Acosta. 2003. Una nueva especie de *Orobobthriurus* (Scorpiones: Bothriuridae) del Santuario Nacional Ampay, Apurímac, Perú. *Revista Peruana de Entomología* 43: 1–6.
- Osinaga, O.; S. Báez; F. Cuesta; A. Malizia; J. Carrilla; N. Aguirre y L. Malizia (eds.). 2014. Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos. Protocolo extendido. Protocolo 2 – Versión 1. CONDESAN / IER-UNT / COSUDE. Quito, Ecuador.

Osuna, A.; J. Díaz; J. De Anda; E. Villegas; J. Gallardo y G. Dávila. 2015. Evaluación de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz, México; periodo 1994–2010. *Ambiente y Agua* 10(2): 350–362.

PACC–Perú, Programa de Adaptación al Cambio Climático. 2012. Escenarios de cambio climático al 2030 y 2050 de las regiones Apurímac y Cusco.

PACC–Perú, Programa de Adaptación al Cambio Climático. 2014. Explorando respuestas adaptativas a la variabilidad y cambio climático con familias y comunidades altoandinas de Cusco y Apurímac. PACC Perú. Lima. 243 p.

Pennington, T.; C. Reynel y A. Daza. 2004. *Illustrated guide to the trees of Peru*. 848 p.

Peralvo, M. y L. Bastidas. 2014. Monitoreo de cambio de cobertura y uso de la tierra a escala de sitios. Protocolo 3 - Versión 1. CONDESAN/COSUDE. Quito, Ecuador.

Peralvo, M. y F. Cuesta. 2014. Conversión de ecosistemas altoandinos: vínculos entre patrones y procesos a múltiples escalas. p. 325–351. En: Cuesta F.; J. Sevink; D. Llambí; B. De Bièvre y J. Posner (eds.). *Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos*. CONDESAN.

Perichinsky, G. 2007. Clasificación automática basada en análisis espectral. Caso de uso: Procedimientos clasificatorios aplicado a asteroides. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Físicas. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata. [http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Doctorado/Tesis/Perichinsky.pdf](http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carerras/Doctorado/Tesis/Perichinsky.pdf)

Perú. 2009. Plan Director de las áreas naturales protegidas (estrategia nacional). Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. Lima.

Pretell, J.; D. Ocaña; R. Jon y E. Barahona. 1985. Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. 120 p.

Ramirez, N. 2015. Propuesta de restauración ecológica del Área de Protección de la nueva sede del Centro Nacional de Control de Energía (CENCE). San Miguel de Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Tesis. Ing. For. TEC. 49 p.

Reid, W.; H. Mooney; A. Cropper; D. Capistrano; S. Carpenter; K. Chopra; P. Dasgupta; T. Dietz; A. Duraiappah; R. Hassan; R. Kasperson; R. Leemans; R. May; A. McMichael; P. Pingali; C. Samper; R. Scholes; R. Watson; A. Zakri; Z. Shidong; N. Ash; E. Bennett; P. Kumar; M. Lee; C. Raudsepp–Hearne; H. Simons; J. Thonell y M. Zurek. 2005. Evaluación de los ecosistemas del milenio. Informe de Síntesis. Convenio de Diversidad Biológica.

Reynel, C.; T. Pennington y R. Pennington. 2016. *Árboles del Perú*. Lima. UNALM. 1047 p.

Reynel, C.; T. Pennington; R. Pennington; J. Marcelo y A. Daza. 2007. Árboles útiles del Ande Peruano. 466 p.

Reynel, C. y J. Marcelo. 2009. Árboles de los ecosistemas forestales andinos: Manual de Identificación de Especies. Serie Investigación y Sistematización N°9. Programa Regional para la Gestión Social de los Ecosistemas Forestales Andinos ECOBONA-INTERCOOPERACION. Perú, Lima.

Rivas, A. (compil.) 2006. Gobernanza de los sistemas nacionales de áreas protegidas en los Andes Tropicales: Diagnóstico regional y análisis comparativo. UICN, Quito. 68 p.

Rivas–Martínez, S. 2004. Sistema de clasificación bioclimática mundial.

Rodríguez, M. 2003. Cuenca del río Cotahuasi, La Unión, Arequipa, Perú. Plantas Comunes del Cañón del Cotahuasi. Field Museum, Chicago. Rapid Color Guide #160 versión 1.0.

Roque, J. y E. Ramírez. 2007. Cuenca del río Ocoña, Parinacochas, Ayacucho, Perú. Plantas de la laguna de Parinacochas y sus alrededores. Field Museum, Chicago. Rapid Color Guide #405 versión 1.0.

Ruiz, C. 2013. Impacto potencial del cambio climático en bosques de un gradiente altitudinal a través de rasgos funcionales. Tesis Mg. Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Costa Rica, CATIE. 101 p.

Salas, R. 2011. Género: generando cambios en el bosque andino. Serie Investigación y Sistematización N°17. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION. Lima. 107 p.

Salinas, J. & C. Salazar. 2006. Análisis discriminante con la metodología CART y comparación con el método de Regresión Logística. Anales Científicos, UNALM, 67. <http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/web/anales/2006/Vol.67.pdf>

SENAMHI. 2012. Escenarios de cambio climático al 2030 y 2050 de las regiones Apurímac y Cusco. Serie de investigación regional #2. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC–Perú.

Servicio Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estado. 2009. Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas (Estrategia nacional). Lima. 125 pag.

SINAC, Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 2013. Análisis de vulnerabilidad al cambio climático de las áreas silvestres protegidas terrestres. Costa Rica. 73 p. + anexos.

Steeb, T. 2015. Diagnóstico ambiental provincial Abancay. 46 p.

Stein, B.; P. Glick; N. Edelson y A. Staudt (eds.). 2014. Climate – Smart Conservation: Putting Adaptation Principles into Practice. National Wildlife Federation. Washington DC.

Swenson, H. y B. Enquist, B. 2007. Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: Wood density and its community-wide variation across latitude and elevation. *American Journal of Botany* 94(3): 451–459.

Tobón, C. 2007. Manejo de cuencas: Dinámica del servicio hídrico, mantenimiento de caudales, estabilización de flujos, mantenimiento de calidad de agua, control de erosión y sedimentación y conservación biodiversidad acuática. Presentación del taller Investigaciones sobre servicios ambientales en ecosistemas de montaña en los Andes del norte y centro. Universidad Nacional, sede Medellín

Tobón, C. 2009. Los bosques andinos y el agua. Serie investigación y sistematización #4. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN. Quito – Ecuador.

Valdivia-Díaz, M. & S. Mathez-Stiefel. 2015a. Prácticas agroforestales, modos de vida y cambio climático: Informe de talleres participativos realizados en la comunidad de Andina, Distrito Pacobamba, Apurímac, Perú. Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF). Lima, Perú. 35 p.

Valdivia-Díaz, M. & S. Mathez-Stiefel. 2015b. Prácticas agroforestales, modos de vida y cambio climático: Informe de talleres participativos realizados en la comunidad de Ccerabamba, Distrito Pacobamba, Apurímac, Perú. Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF). Lima, Perú. 41 p.

Valdivia-Díaz, M. & S. Mathez-Stiefel. 2015c. Prácticas agroforestales, modos de vida y cambio climático: Informe de talleres participativos realizados en la comunidad de Pacchani, Distrito Pacobamba, Apurímac, Perú. Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF). Lima, Perú. 40 p.

Veliz, C.; A. Tovar; C. Tovar; F. Regal y P. Vásquez. 2008. ¿Qué áreas conservar en nuestras zonas áridas? Seleccionando sitios prioritarios para la conservación en la ecorregión Desierto de Sechura – Perú. *Zonas Áridas* 12(1): 36–59. UNALM.

Venero, J. y J. Ochoa. 1988. Bondades de las plantas del Ampay. *Medio Ambiente* N°29/30: 31–32.

Venero, J. & A. Tupayachi. 1989. Ampay: santuario nacional. *Boletín de Lima* N°61: 57–64.

USGS (United States Geological Survey). 2013. Panchromatic image sharpening of Landsat 7 ETM+. [http://landsat.usgs.gov/panchromatic\\_image\\_sharpening.php](http://landsat.usgs.gov/panchromatic_image_sharpening.php)

UICN y WRI. 2014. Guía sobre la Metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM): Evaluación de las oportunidades de restauración del paisaje forestal a nivel nacional o sub-nacional. Documento de trabajo (edición de prueba). International Union for Conservation of Nature y World Resources Institute. Gland, Suiza. 125 p.

Young, B.; C. Josse; S. Herzog; J. Carr y J. Watson. 2014. Lineamientos para realizar evaluaciones rápidas de vulnerabilidad a cambios climáticos. NatureServe. Arlington, Virginia.

Young, K. 2006. Bosques húmedos. p. 121–129. En: Moraes, M.; B. Øllgaard; L. Kvist; F. Borchsenius y H. Balslev (eds.). Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Williamson, B. 1984. Gradients in wood specific gravity of trees. Bulletin of the Torrey Botanical Society Club 111: 51–55.

Wongbusarakum, S., y C. Loper. 2011. Indicators to assess community–level social vulnerability to climate change: An addendum to Soc Mon and SEM-Pasifika regional socioeconomic monitoring guidelines, CRISP; SPREP; TNC; SocMon; NOAA.

Zanne, A.; G. López–González; D. Coomes; J. Ilic; S. Jansen; S. Lewis; R. Mille; N. Swenson; M. Wiemann y J. Chave. 2009. Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

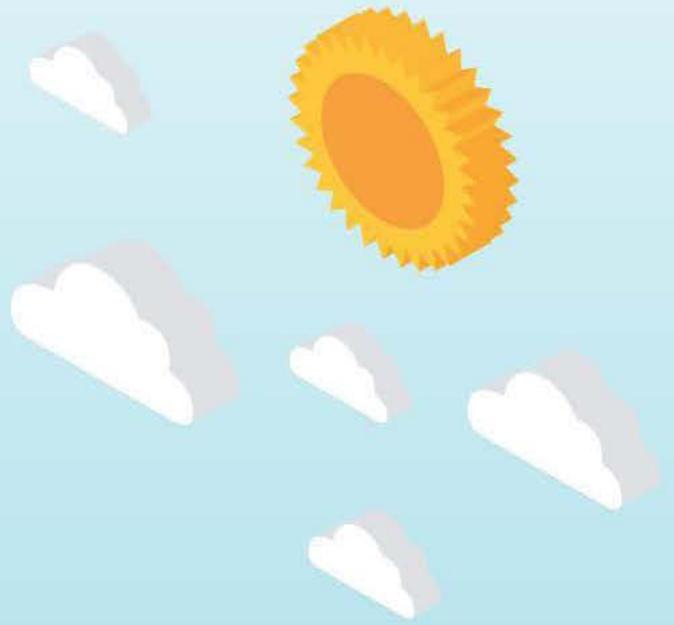
Zimmermann, M.; P. Meir; M. Silman; A. Fedders; A. Gibbon; Y. Malhi; D. Urrego; M. Bush; K. Feeley; K. García; G. Dargie; W. Farfán; B. Goetz; W. Johnson; K. Kline; A. Modi; N. Rurau; B. Staudt y F. Zamora. 2009. No differences in soil carbon stocks across the tree line in the peruvian Andes. Ecosystems 13: 62–74.

Este documento es el resultado del trabajo interinstitucional del Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria la Molina y el Programa Bosques Andinos de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), facilitado por HELVETAS Swiss Intercooperation y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN).

[cdc.lamolina.edu.pe](http://cdc.lamolina.edu.pe) / [www.bosquesandinos.org](http://www.bosquesandinos.org)

Está permitida su reproducción total o parcial siempre y cuando se mencionen las fuentes.

Este documento debe citarse así: Vásquez Jara, R., Tovar Narváez, A., Palma Pecho, A., Mercado Curi, W. y Gómez Moncada, H., (2017). Vulnerabilidad de los bosques y otros ecosistemas andinos de Saywite-Choquequirao-Ampay al cambio climático y las presiones antrópicas. Lima: HELVETAS Swiss Intercooperation y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN).



BOSQUES ANDINOS ES UN PROGRAMA DE:

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra.

Embajada de Suiza en el Perú

Agencia Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE

FACILITADO Y ASESORADO POR:

