

**INFORME N° 00301-2019-OEFA/DEAM-STEC**

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental

DE : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**
Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica

LUIS ANGEL ANCCO PICHUILLA
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Minería y Energía

JORGE KELVIN ALVAREZ TEJADA
Especialista de Evaluaciones Ambientales

ASUNTO : Evaluación de flora y fauna correspondiente a la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay, en el distrito de La Encañada, provincia y departamento de Cajamarca.

CUE : 2018-03-0004

CÓDIGO DE ACCIÓN : 0006-2-2019-401

REFERENCIA : Planefa 2019

FECHA : Lima, 27 de noviembre del 2019

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL**Tabla 1.1.** Datos generales de las actividades realizadas

a.	Zona evaluada	Área de influencia ambiental del proyecto minero Michiquillay. Distrito La Encañada, Provincia y Departamento de Cajamarca.
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Proyecto minero Michiquillay
c.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2019 / POI 2019
d.	Tipo de evaluación	Estudio especializado de la EAT Michiquillay
e.	Periodo de ejecución	Del 18 de febrero al 7 de marzo de 2019

Profesionales que aportaron a este documento:

Tabla 1.2. Listado de profesionales

Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ing. Químico	Gabinete
Luis Ángel Ancco Pichuilla	Ing. Químico	Gabinete



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
Huber Sady Trinidad Patricio	Biólogo	Campo y gabinete
Alex Adonis Cáceres Muña	Bachiller en Ciencias Biológicas	Campo y gabinete
Jackeline Amanda Delgado Cornejo	Bachiller en Ciencias Biológicas	Campo y gabinete
Emil Ludwin Rivas Mogollón	Biólogo	Campo y gabinete
Mario Escobedo Torres	Biólogo	Campo y gabinete
Gady Janine Ascencio Jurado	Ingeniera Químico	Gabinete

2. INTRODUCCIÓN

Los Andes del norte de Venezuela, Colombia, y Ecuador reciben abundantes precipitaciones por lo que sus ecosistemas alpinos son denominados páramo (Troll, 1968; Walter, 1985), mientras que a partir del centro del Perú hacia el centro - sur de Chile el clima es más seco y los ecosistemas alpinos se denominan puna (Smith y Young, 1994). Así, la transición entre el páramo y la puna tiene lugar en el norte de Perú y se denomina jalca (Rundel *et al.*, 1994; Luteyn, 1992). Además, la cordillera de los Andes proporciona una gran variedad de hábitats y diversidad biológica al Perú, convirtiéndolo en uno de los 10 países con mayor diversidad biológica por su riqueza en ecosistemas, especies, recursos genéticos y culturas (CONAM, 2001).

Entre los ecosistemas andinos de gran interés están la puna y la jalca situados por encima de los 3300 metros de altitud (Young *et al.* 1997). Dentro de estos ambientes destaca la presencia de lo que en la actualidad se denominan ecosistemas frágiles. Un ecosistema frágil es un ambiente con características o recursos singulares con baja resiliencia e inestable ante eventos impactantes de naturaleza antropogénica, que produce en el mismo, una profunda alteración en su estructura y su composición. En los Andes tenemos a los bosques relictos (como los bosques de *Polylepis*), bofedales, lagunas altoandinas, entre otros.

La abundante precipitación estacional ha permitido el desarrollo de numerosos humedales en la jalca conocidos como bofedales (Squeo *et al.*, 2006), pantanos de tierras altas (Wilcox *et al.*, 1986) y turberas (Earle *et al.*, 2003), esta y otras características ecológicas han promovido la generación de una variedad de especies de flora y fauna endémicas de Perú adaptadas al clima, altitud, humedad y otras características propias de los Andes (Smith y Young, 1987).

En la actualidad los ecosistemas de los altos andes, los servicios ecosistémicos que brindan, así como la biodiversidad que albergan presentan una alta vulnerabilidad al cambio climático, extensión de la frontera agrícola, sobrepastoreo y actividad minera (Rolando *et al.*, 2017). Siendo importante el estudio y documentación de su biodiversidad, así como de sus relaciones inter e intraespecíficas para determinar su respuesta a los rápidos cambios antropogénicos.

En las aves, existen pocas familias que se han expandido con éxito en los Altos Andes. Las mejores representadas son la de los furnáridos o canasteros, los tiránidos o atrapamoscas, los colibríes o picaflores y los fringílidos o espigueros (Schulenberg *et al.*, 2010). Las especies pertenecientes a estas familias han desarrollado adaptaciones especiales para obtener oxígeno y sobrevivir a condiciones climáticas extremas. Estas condiciones extremas han generado que la diversidad en general sea baja y única a esta región, pero las condiciones de aislamiento que producen las montañas tan altas y cañones tan hondos han producido casos de especies recientes y sobre todo muchos casos de subespecies (Valqui, 2005).



En el departamento de Cajamarca, donde se encuentra el proyecto Michiquillay, se han identificado 10 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, de las cuales algunas son áreas naturales protegidas como el Santuario Nacional Tabaconas-Namballe y el Refugio de Vida Silvestre de Udima, que abarca el Valle del Alto Saña (Angulo, 2006). Estas áreas conservan los bosques relictos de neblina y la Jalca en la parte alta de la sierra de Cajamarca.

Los estudios ornitológicos en el área de estudio son escasos; se tiene un estudio cercano, el realizado en la minera Yanacocha donde se ha reportado 30 especies de aves (Bazán-Zurita *et al.*, 1998).

En ese sentido, el presente informe se realiza con la finalidad de documentar la diversidad de flora y fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) presentes en el ámbito del proyecto minero Michiquillay, antes de que se inicien las actividades de explotación. Dando cumplimiento a la función evaluadora del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA); dispuesto mediante Resolución Ministerial N.º 049-2012-MINAM, cuyo ejercicio permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua, con énfasis en aquellas actividades fiscalizables por el OEFA.

Para ello se identificaron 5 zonas de evaluación, considerando la identificación de ecosistemas frágiles, distribuidas en el área de influencia ambiental indirecta y áreas aledañas al proyecto minero. La evaluación de los componentes ambientales se realizó considerando metodologías estándares y se llevó a cabo desde el 18 de febrero al 7 de marzo del 2019. Para el análisis, se realizó la comparación de los parámetros de composición, diversidad y abundancia relativa entre las formaciones vegetales identificadas y entre las zonas determinadas, complementada con la información obtenida de los instrumentos de gestión ambiental aprobados.

La información contenida en este informe constituirá una fuente informativa, completa y confiable para las acciones posteriores de fiscalización y supervisión ambiental a cargo del OEFA.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo general

Evaluar la flora y fauna silvestre en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay, ubicado en el distrito de La Encañada, provincia y departamento de Cajamarca.

3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la composición florística de los ecosistemas frágiles identificados y formaciones vegetales en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay.
- Determinar la composición, diversidad y estructura de las comunidades de anfibios y reptiles de los ecosistemas frágiles identificados en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay.
- Determinar la composición, riqueza y diversidad de las comunidades de aves de los ecosistemas frágiles identificados y formaciones vegetales en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay.
- Determinar la diversidad, abundancia, composición y estructura de comunidades de mamíferos mayores de los ecosistemas frágiles identificados y formaciones vegetales en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay.



4. ÁREA DE ESTUDIO

Geográficamente, el área del proyecto minero Michiquillay se ubica en la parte alta de la microcuenca del río La Encañada; la que está conformada por varias quebradas entre las que resaltan los ríos Challhuamayo Seco (conformado por la quebrada Quishuar-Quinuayoc y el río Seco), Michiquillay y Quinuamayo (conformado por las quebradas Las Nellas, Jatunsacha y La Toma), los cuales se unen y forman el río La Encañada. Este río tiene un recorrido de norte a sur hasta confluir con el río Tambomayo por su margen izquierda; luego de cruzar el pueblo de Namora, el río cambia de nombre a río Namorino hasta la confluencia con el río Cajamarca, formando parte de la Unidad Hidrográfica de la Cuenca Crisnejas¹.

Políticamente, el proyecto minero Michiquillay involucra los terrenos superficiales de la comunidad campesina Michiquillay (CC. Michiquillay) y de la comunidad campesina La Encañada (CC. La Encañada), distrito de La Encañada, provincia y departamento de Cajamarca.

El área de exploración minera y las áreas de influencia del proyecto minero Michiquillay de Southern Perú Copper Corporation, Sucursal del Perú, se encuentran a una altitud que varía de 3275 a 4000 m s. n. m. con temperaturas ambientales medias anuales que van desde 13,4 °C en la parte baja, hasta 5,6 °C en la parte alta².

Para las evaluaciones de flora y fauna se establecieron 5 zonas de evaluación (zonas I, II, III, IV y V), ubicadas en el ámbito del área de influencia ambiental del proyecto minero Michiquillay² y áreas aledañas, teniendo en cuenta la disposición de las microcuencas, el área de influencia ambiental del proyecto, las comunidades campesinas y la ubicación de ecosistemas frágiles.

Por tanto, la zona I se localiza entre las microcuencas Chanche y Cotocuna, en la microcuenca La Encañada se localizan las zonas II, III y V, mientras que en la microcuenca Yanacocha se localiza la zona IV (Figura 4.1).

La zona I se localiza al noreste del área de influencia ambiental del proyecto minero Michiquillay, próximo al Anexo El Punre y abarca la quebrada La Boya en el distrito de Sorochuco, provincia de Celendín. La zona II abarca las quebradas de Quinuamayo y Oxa Segana y se encuentra próxima al caserío de Quinuayoq. La zona III se localiza en la cabecera del río Michiquillay. La zona IV se localiza próxima al centro poblado Rodacocha y abarca las quebradas Yanacocha y Cashaquero. La zona V abarca la parte alta del río La Encañada y se encuentra próximo al centro poblado Michiquillay.

Según el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto de minero Michiquillay, en su área de estudio, la temporada seca (o vaciante) y de precipitaciones pluviales está claramente definida. El patrón de precipitaciones medias anuales tiene un régimen estacional a lo largo del año; sus valores varían de 890 mm en la parte baja (2900 m s. n. m) a 1180 mm en la parte alta (4200 m s. n. m); la temporada húmeda (o creciente) se inicia en el mes de octubre, incrementándose los niveles de precipitación hasta marzo. En el mes de abril, las precipitaciones empiezan a ser menos frecuentes, dando inicio a la temporada de vaciante, la que se prolonga hasta setiembre³.

¹ Cuenca Crisnejas con código UH 49898 Categoría 3 tipificado en el anexo 1 de la Resolución Jefatural N.º 056-2018 ANA Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales.

² 1ra MEIAsd: Primera Modificatoria del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del proyecto de exploración Michiquillay, aprobado con Resolución Directoral N° 182-2013-MEM/AAM el 10 de junio de 2013.

³ EIAAsd del Proyecto de Exploración Michiquillay, Cap 4. Línea de base ambiental noviembre de 2008. Aprobada por Resolución Directoral N° 057-2009-MEM/AAM el 12 de marzo de 2009.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Asimismo, el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado y la Primera Modificatoria del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto minero Michiquillay, indican que tanto la temperatura como las precipitaciones características en la zona de estudio influyen en la caracterización bioclimática del medio, reflejándose principalmente en la composición biológica de los ecosistemas; en función de ello y de acuerdo a la clasificación de las zonas de vida propuesta por L. R. Holdridge, el área de estudio abarca zonas de vida como bosque húmedo montano tropical (bh-MT), bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT), páramo muy húmedo subalpino tropical (pmh-SaT) y páramo pluvial subalpino tropical (pp-SaT).

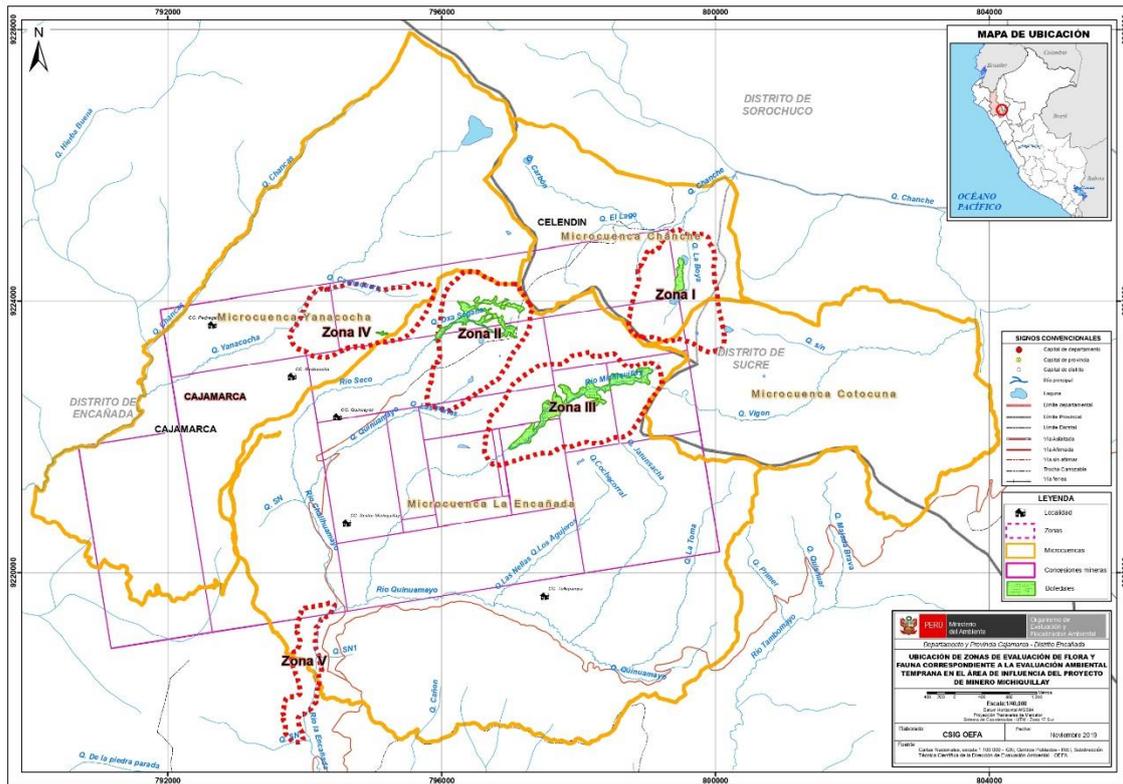


Figura 4.1. Mapa de ubicación de las zonas de evaluación de flora y fauna en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay



5. METODOLOGÍA

5.1. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

5.1.1. Flora silvestre

Para la evaluación de la flora silvestre en el proyecto minero Michiquillay se consideraron las diferentes formaciones vegetales presentes en cada zona de evaluación, utilizando la metodología de puntos de intercepción establecida y aceptada en el documento Guía para la evaluación de Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental - SEIA (MINAM, 2018), aprobada según Resolución Ministerial N.º 455-2018-MINAM.

Se evaluó un total de 50 transectos, distribuidos en las 5 zonas de evaluación.

- **Punto de intercepción**

Este método se utiliza para muestrear vegetación graminoide y arbustiva, que consiste en extender una cinta métrica de 50 m, sobre la cual se cuenta el número de veces que una varilla de metal entra en contacto con cada planta al descender hasta el suelo. La lectura se realiza en puntos ubicados cada 50 cm, sumando un total de 100 puntos por transectos, (Mostacedo y Fredericksen 2000).

En el caso de formaciones vegetales de bofedales se realizó transectos de 20 m realizando conteos cada 20 cm, haciendo un total de 100 puntos.

- **Búsqueda intensiva**

Además, se realizó una búsqueda intensiva de especímenes en el área de estudio, con el fin de registrar todas las especies presentes. Los procedimientos de recolecta y prensado fueron realizados empleando las metodologías recomendadas por Cerrate (1969) y según lo indicado por Whittaker (1975) para cada una de ellas se anotó la forma de crecimiento que presentaba (hierba, arbusto, sufrútice, etc.) Se recolectaron solo especímenes que se encontraron en estadios de floración y fructificación, aquellas que estaban en estadio vegetativo solo fueron registradas.

Las colecciones botánicas «voucher» se realizaron en el caso de que una especie no haya sido identificada y cuando existió cualquier incertidumbre para su identificación en campo. Todo individuo colectado tuvo un duplicado además del original, por otro lado, las colecciones repetidas de plantas estériles fueron usadas para distinguir confiablemente las morfo-especies.

5.1.2. Fauna silvestre

A continuación, se describen las metodologías para la evaluación de fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos silvestres).

5.1.2.1. Anfibios y reptiles

- **Búsquedas por encuentros visuales o «Visual Encounter Survey» (VES)**

Consiste en la búsqueda intensiva de anfibios y reptiles mediante un desplazamiento constante, revisando tanto la superficie del suelo como huecos, piedras, vegetación y cuerpos de agua que sirvan de refugio (Crump y Scott, 1994; MINAM, 2015). Cada VES fue



evaluado por 2 personas, tuvo un tiempo de búsqueda de 30 min y estuvieron distanciados entre sí por al menos 50 m. Se tomaron datos de georreferenciación, hora de inicio y finalización de búsqueda, característica de hábitat y meteorológicos, además de los correspondientes a la identificación taxonómica, datos de características morfológicas y ecológicas de cada individuo.

- **Transectos lineales en hábitats acuáticos**

Son unidades de muestreo de 100 m establecidos en el curso de los cuerpos de agua, se instalaron principalmente en los afluentes, efluentes de los bofedales y quebradas que se encuentran en el área de influencia del proyecto minero, realizándose búsquedas intensivas bajo piedras, huecos, acumulaciones de algas, entre otros. Cada transecto fue evaluado por 2 personas, el tiempo de evaluación varió según la dificultad de evaluación de cada transecto (entre 45 – 90 minutos). Se tomaron los mismos datos considerados en los VES y adicionalmente con el uso de un multiparámetro se registraron parámetros de campo tales como temperatura (°C), conductividad ($\mu\text{S}/\text{m}$), oxígeno disuelto (mg/L) y potencial de hidrógeno (pH), cuyas características son indicadores de la calidad de aguas e influyen en el desarrollo y distribución de especies de anfibios (Dodd, C.K., 2010).

5.1.2.2. Aves

- **Transectos lineales**

Se establecieron en las áreas de las formaciones vegetales de bofedal, bosque relicto de *Escallonia*, césped de puna, pajonal, y roquedal. Los transectos tuvieron una longitud de 0,5 km con una duración de 50 minutos, que fueron subdivididos cada 100 metros, con un ancho de banda variable, teniendo un límite de detección de 100 m al transecto lineal.

La evaluación por transectos consiste en que el observador se desplaza registrando las especies mediante registros visuales o auditivos, anotando el número de individuos por especie y la distancia perpendicular del ave al transecto. En los transectos también se utilizó una cámara fotográfica profesional para tener evidencias fotográficas de las especies en los transectos evaluados.

La evaluación se inició en horas de la mañana, desde las 8:00 horas hasta las 16:00 horas. Para cada lista de aves se tomaron los siguientes datos: fecha, hora de inicio, hora final y coordenadas en UTM. Durante el censo se anotaron todas las especies detectadas de forma visual o auditiva considerando detallar, la especie, el número de individuos y algunas observaciones ecológicas (hábitat y registros reproductivos).

Para la visualización de las especies se emplearon binoculares Nikon Monarch 38x42 y para la determinación se usó la guía de campo aves de Perú (Schulenberg *et al.*, 2010). El listado de las aves sigue la clasificación taxonómica de Plenge (2019).

- **Conteos directos o totales (CT)**

Se utilizaron para la evaluación de la comunidad de aves acuáticas en las lagunas presentes en el área de estudio. Este método consistió en contar durante 50 minutos los individuos de cada especie en los cuerpos de agua y orillas (MINAM, 2015).



- **Redes de niebla (RD)**

Se utilizó como método complementario con la finalidad de incrementar la riqueza de especies y tener un registro fotográfico de las aves. Mediante este método también se evaluó el plumaje, condición fisiológica y medidas morfométricas de las aves capturadas (Ralph *et al.*, 1996, Bibby *et al.*, 2000, MINAM 2015). Se utilizaron 6 redes de niebla estándar de 12 m x 2,5 m en cada zona. Las medidas de las aves se obtuvieron con reglas metálicas, mientras que para el peso se utilizaron pesolas de 50 g y 100 g. Las medidas morfométricas que se registraron fueron: longitud de ala, longitud de cola, longitud de tarso, longitud de pico-narina, apertura. Las condiciones fisiológicas que se consideraron fueron: protuberancia cloacal, parche de incubación, grasa, muda de cuerpo, muda de vuelo y desgaste de las plumas. Las redes fueron monitoreadas cada 45 minutos entre las 6:00 h y las 16:00 h.; luego de ser evaluadas, las aves fueron liberadas.

- **Observaciones casuales (OC), registros casuales y/o oportunistas**

Se realizaron con la finalidad de complementar la información obtenida mediante las metodologías cuantitativas (transectos lineales y conteos totales). Estos registros se obtuvieron mientras se realizaban caminatas entre los transectos lineales y conteos totales.

5.1.2.3. Mamíferos

- **Censos por transectos**

Consistió en realizar recorridos a una velocidad promedio de 1,0 km/hora con paradas cada 10 minutos con la finalidad de observar el área y poder detectar algún rastro y/o percibir algún ruido que nos indique la presencia de mamíferos silvestres. Los censos fueron realizados por un especialista de la Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA y un apoyo local. El censo se realizó desde las 09:30 horas hasta las 15:00 horas.

El registro de las especies se realizó en base a observaciones directas (observación del animal), así como observaciones indirectas (huellas, madrigueras, caminos, despojos, heces, emanación de sustancias odoríferas, y osamentas) o cualquier evidencia que indique la presencia de mamíferos silvestres en el área.

Cada vez que hubo un encuentro directo se procedió a anotar en la libreta de campo la siguiente información: hora, especie, número de individuos (cuando se trataba de grupos), tipo de hábitat, actividad al momento de la detección y composición florística del área. En cuanto a las observaciones indirectas, cada vez que se encontraron evidencias, se anotaron el tipo de registro (huella, camino, madriguera, caminos, despojos, heces, cerdas, emanación de sustancias odoríferas, osamentas), lugar, género y la especie (cuando fue posible su identificación). Estas evidencias fueron registradas con una cámara digital.

- **Entrevistas no estructuradas**

Se realizaron con el fin de complementar la información para la lista base de especies que habitan en el área de estudio. Se formularon preguntas como: ¿Qué especies de mamíferos grandes habitan en los diferentes hábitats de su comunidad?, ¿Cuál es el principal uso que le dan a la fauna silvestre?, ¿si la cacería es de subsistencia o es comercial?, además de la apreciación personal en cuanto al estado actual en que se encuentra la fauna silvestre. Para facilitar la identificación, en algunos casos fue necesario mostrarles las ilustraciones de Emmons y Feer (1996). Tabla 5.1.



Adicionalmente, se recopiló información de avistamientos de fauna silvestre por los diferentes especialistas del OEFA, que detectaron mamíferos silvestres durante la ejecución de los trabajos de campo, así como de algunos pobladores de las comunidades (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Pobladores locales entrevistados durante las actividades de campo

Nombre y Apellidos	Comunidad	Actividad principal
Daniel Correa Yovera	Rodacocha	Agricultor
Emilio Saens Alvarado	Quinuayoc	Agricultor
Eusebio Alvarado Rodriguez	Michiquillay	Agricultor
Jorge Rodriguez Vasquez	Hualtipata	Agricultor

- **Instalación de cámara trampa**

Para documentar de manera gráfica la diversidad y abundancia de mamíferos silvestres en el área evaluada, se instalaron 13 cámaras trampa de la marca Bushnell, Trophy Cam HD modelo Aggressor con sensores de movimiento y calor. En cada cámara se colocó una tarjeta de memoria de 32 GB y energía proporcionada por 8 pilas alcalinas AA.

Las cámaras estuvieron operativas las 24 horas del día y fueron programadas para tomar una foto seguida de un video de 10 segundos con periodos de espera de 6 segundos (una vez que la cámara realizó la primera foto, espera 6 segundos para activarse nuevamente). Las cámaras permanecieron activas entre 15 y 20 días.



5.2. Ubicación de unidades de evaluación

5.2.1. Flora silvestre

En cada zona de evaluación se identificaron formaciones vegetales homogéneas y representativas. En las 5 zonas se evaluaron un total de 50 transectos, de las cuales se utilizaron 14 transectos en bofedal, 12 en el matorral, 15 en el pajonal y 9 en la vegetación de roquedal, tal como se describen en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Ubicación de transectos de muestreo de flora en el área de influencia del área de estudio

N.º	Zona	Código Transecto OEFA	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M Inicial		Altitud (m s.n.m.)	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M Final		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
1	Zona I	MIFL37	799572	9224143	3740	799577	9224095	3741	Pajonal	Ubicado en la qda. La boya, a 1,8 km al sur del anexo Punre
2		MIFL38	799452	9224276	3706	799439	9224290	3707	Bofedal	Ubicado en la qda. La boya, a 1,71 km al sur del anexo Punre
3		MIFL39	799350	9224340	3721	799320	9224302	3734	Pajonal	Ubicado en la qda. La boya, a 1,68 km al sur del anexo Punre
4		MIFL40	799509	9224479	3671	799497	9224461	3669	Bofedal	Ubicado en la qda. La boya, a 1,48 km al sur del anexo Punre
5		MIFL41	799087	9223741	3800	799040	9223739	3810	Pajonal	Ubicado en la qda. La boya, a 2,34 km al sur del anexo Punre
6		MIFL42	799266	9223734	3828	799304	9223727	3845	Vegetación de roquedal	Ubicado en la qda. La boya, a 2,29 km al sur del anexo Punre
7		MIFL43	799453	9223684	3854	799468	9223729	3863	Vegetación de roquedal	Ubicado en la qda. La boya, a 2,24 km al sur del anexo Punre
8		MIFL44	799635	9223656	3873	799605	9223695	3880	Vegetación de roquedal	Ubicado en la qda. La boya, a 2,28 km al sur del anexo Punre
9		MIFL45	799589	9223554	3843	799639	9223550	3849	Pajonal	Ubicado en la qda. La boya, a 2,38 km al sur del anexo Punre
10	Zona II	MIFL25	796870	9223913	3898	796891	9223909	3900	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,85 km al noreste del caserío Quinuayoc
11		MIFL26	796872	9224004	3904	796890	9224048	3914	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,91 km al noreste del caserío Quinuayoc
12		MIFL27	796679	9224181	3913	796680	9224229	3934	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,87 km al noreste del caserío Quinuayoc
13		MIFL28	796276	9224128	3919	796280	9224178	3922	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,54 km al noreste del caserío Quinuayoc
14		MIFL29	796318	9223919	3852	796334	9223908	3850	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,41 km al noreste del caserío Quinuayoc



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

N.º	Zona	Código Transecto OEFA	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M Inicial		Altitud (m s.n.m.)	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M Final		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
15		MIFL30	796332	9223709	3828	796338	9223729	3828	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,31 km al noreste del caserío Quinuayoc
16		MIFL31	796831	9223394	3895	796843	9223347	3893	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,59 km al noreste del caserío Quinuayoc
17		MIFL32	796838	9223744	3890	796859	9223742	3891	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,73 km al noreste del caserío Quinuayoc
18		MIFL33	796931	9223578	3892	796937	9223550	3892	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,74 km al noreste del caserío Quinuayoc
19		MIFL34	796527	9223467	3878	796490	9223435	3878	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,33 km al noreste del caserío Quinuayoc
20		MIFL35	796348	9223452	3883	796325	9223410	3902	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,20 km al noreste del caserío Quinuayoc
21		MIFL36	796678	9223568	3875	796700	9223573	3876	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Quinuayoc, a 2,53 km al noreste del caserío Quinuayoc
22	Zona III	MIFL13	798981	9222940	3775	798964	9222950	3778	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 4,82 km al noreste del caserío Michiquillay
23		MIFL14	798758	9222846	3762	798779	9222847	3763	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 4,53 km al noreste del caserío Michiquillay
24		MIFL15	798342	9222908	3746	798304	9222940	3750	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 4,20 km al noreste del caserío Michiquillay
25		MIFL16	797888	9222478	3730	797921	9222440	3535	Matorral	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 3,62 km al noreste del caserío Michiquillay
26		MIFL17	797081	9221902	3693	797067	9221923	3696	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 2,62 km al noreste del caserío Michiquillay
27		MIFL18	797037	9221975	3716	797011	9222002	3736	Matorral	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 2,64 km al noreste del caserío Michiquillay
28		MIFL19	797239	9222228	3726	797198	9222251	3747	Matorral	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 2,95 km al noreste del caserío Michiquillay
29		MIFL20	798903	9222549	3782	798899	9222501	3810	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 4,54 km al noreste del caserío Michiquillay
30		MIFL21	798713	9222278	3877	798667	9222269	3883	Pajonal	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 4,31 km al noreste del caserío Michiquillay
31		MIFL22	798701	9222117	3913	798740	9222104	3922	Vegetación de roquedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 4,22 km al noreste del caserío Michiquillay
32		MIFL23	798309	9221998	3935	798325	9222045	3951	Vegetación de roquedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 3,82 km al noreste del caserío Michiquillay
33		MIFL24	798045	9222178	3919	798047	9222143	3947	Vegetación de roquedal	Ubicado en la parte alta de la qda. Michiquillay, a 3,65 km al noreste del caserío Michiquillay



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

N.º	Zona	Código Transecto OEFA	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M Inicial		Altitud (m s.n.m.)	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M Final		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
34	Zona IV	MIFL1	794909	9223548	3726	794924	9223595	3743	Matorral	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 1,56 km al noreste del caserío Rodacocha
35		MIFL2	794774	9223634	3716	794791	9223676	3735	Matorral	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 1,54 km al noreste del caserío Rodacocha
36		MIFL3	795158	9223515	3716	795177	9223521	3753	Bofedal	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 1,72 km al noreste del caserío Rodacocha
37		MIFL4	795275	9223642	3819	795297	9223700	3845	Matorral	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 1,94 km al noreste del caserío Rodacocha
38		MIFL5	795273	9223797	3869	795322	9223789	3875	Pajonal	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 2,03 km al noreste del caserío Rodacocha
39		MIFL6	795399	9223667	3881	795422	9223708	3890	Pajonal	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 2,04 km al noreste del caserío Rodacocha
40		MIFL7	795144	9223931	3812	795098	9223942	3815	Vegetación de roquedal	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 2,02 km al noreste del caserío Rodacocha
41		MIFL8	794932	9223804	3823	794887	9223826	3825	Vegetación de roquedal	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 1,79 km al noreste del caserío Rodacocha
42		MIFL9	794753	9223869	3811	794705	9223882	3813	Vegetación de roquedal	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 1,77 km al noreste del caserío Rodacocha
43		MIFL10	795068	9223542	3776	795083	9223541	3774	Bofedal	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 1,70 km al noreste del caserío Rodacocha
44		MIFL11	795136	9223516	3784	795139	9223534	3784	Bofedal	Ubicado en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 1,74 km al noreste del caserío Rodacocha
45		MIFL12	794430	9223596	3647	794470	9223618	3673	Matorral	Ubicado en la parte baja del cerro Las Arenas en el sector Rodacocha, a 1,35 km al noreste del caserío Rodacocha
46	Zona V	MIFL46	794054	9218833	3251	794028	9218879	3257	Matorral	Ubicado en el sector Hualtipata, a 640 m al noreste del caserío Hualtipata
47		MIFL47	793762	9218014	3215	793724	9218015	3227	Matorral	Ubicado en el sector Hualtipata, a 470 m al sureste del caserío Hualtipata



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

N.º	Zona	Código Transecto OEFA	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M Inicial		Altitud (m s.n.m.)	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M Final		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
48		MIFL48	793707	9217904	3236	793721	9217861	3243	Matorral	Ubicado en el sector Hualtipata, a 550 m al sur del caserío Hualtipata
49		MIFL49	793803	9217737	3221	793764	9217725	3230	Matorral	Ubicado en el sector Hualtipata, a 740 m al sur del caserío Hualtipata
50		MIFL50	793809	9217604	3258	793783	9217618	3290	Matorral	Ubicado en el sector Hualtipata, a 870 m al sur del caserío Hualtipata



5.2.2. Anfibios y reptiles

La evaluación de anfibios y reptiles en el ámbito del proyecto minero Michiquillay se realizó entre el 21 de febrero y el 6 de marzo del 2019. Se lograron evaluar 71 búsquedas por encuentros visuales (VES) y 7 de transectos de 100 m en ambientes acuáticos, que se distribuyeron sistemáticamente en las formaciones de vegetación identificadas en cada una de las zonas de evaluación. Las coordenadas de ubicación de las unidades de evaluación se detallan en la Tabla 5.3 y Tabla 5.4.

Tabla 5.3. Ubicación de búsquedas por encuentros visuales (VES) de anfibios y reptiles en el área de estudio

Zona	Cantidad VES	Código VES	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Inicial m s.n.m	(Coordenada Final) UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Final m s.n.m	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Microcuenca Yanacochoa													
Zona IV	16	MI-He-V1	21/02/2019	794946	9223529	3704	795055	9223558	3753	9:00	9:31	Matorral	Ubicado en el cerro Las Arenas, a 2 km en dirección noreste del caserío Rodacochoa
		MI-He-V2	21/02/2019	795101	9223548	3766	795161	9223583	3780	9:42	10:15	Matorral	
		MI-He-V3	21/02/2019	795211	9223604	3792	795248	9223675	3825	10:30	11:00	Matorral	
		MI-He-V4	21/02/2019	795291	9223635	3828	795368	9223662	3879	11:10	11:40	Pajonal	Ubicado en cerro Las Arenas, margen izquierda de la quebrada Cashaquero, a 2 km en dirección noreste del caserío Rodacochoa
		MI-He-V5	21/02/2019	795271	9223765	3870	795171	9223779	3854	12:07	12:37	Pajonal	
		MI-He-V6	21/02/2019	795105	9223773	3847	794988	9223755	3826	13:17	13:47	Matorral	
		MI-He-V7	21/02/2019	794901	9223775	3812	794740	9223863	3804	14:00	14:30	Matorral	
		MI-He-V8	21/02/2019	794633	9223895	3780	794683	9223805	3759	14:45	15:15	Matorral	Ubicado en la ladera suroeste del cerro Las Arenas, a 2 km en dirección noreste del caserío Rodacochoa
		MI-He-V9	22/02/2019	794872	9223557	3725	794888	9223617	3742	7:58	8:30	Matorral	
		MI-He-V10	22/02/2019	794815	9223631	3730	794830	9223689	3750	9:00	9:30	Matorral	
		MI-He-V11	22/02/2019	794747	9223661	3723	794614	9223653	3700	10:00	10:30	Matorral	Roquedal ubicado en la margen izquierda quebrada Yanacochoa, a 1,5 km en dirección norte del caserío Rodacochoa
		MI-He-V12	22/02/2019	794430	9223728	3682	794204	9223899	3675	11:00	11:30	Roquedal	



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

Zona	Cantidad VES	Código VES	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Inicial m s.n.m	(Coordenada Final) UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Final m s.n.m	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Zona IV	16	MI-He-V13	22/02/2019	794494	9223596	3681	794474	9223480	3639	13:00	13:00	Matorral	Matorral ubicado en la ladera por debajo del bosque de eucaliptos, a 1,3 km en dirección norte del caserío Rodacocha
		MI-He-V14	23/02/2019	795398	9223656	3878	795450	9223815	3910	12:00	12:30	Pajonal	Ubicado en el cerro Las Arenas, a 2 km en dirección noreste del caserío Rodacocha
		MI-He-V15	23/02/2019	795467	9223839	3920	795750	9223995	3913	12:40	13:10	Pajonal	Ubicado en el cerro Cochorco, parte alta de la quebrada Cashaquero, a aproximadamente 2,5 km del caserío Rodacocha
		MI-He-V16	23/02/2019	795812	9224065	3914	795725	9224078	3910	13:30	14:00	Laguna	
Microcuenca Yancocha													
Zona III	15	MI-He-V17	25/02/2019	799049	9222761	3776	799011	9222780	3783	8:48	9:20	Laguna	Cuerpos de agua ubicados en la parte alta del río Michiquillay a 5 km en dirección noreste del caserío Michiquillay
		MI-He-V18	25/02/2019	798926	9222742	3774	798838	9222654	3778	9:33	10:03	Pajonal	
		MI-He-V19	25/02/2019	798649	9222571	3777	798693	9222530	3790	10:40	11:10	Pajonal	Ubicado en la ladera del cerro Las Melias, en la margen izquierda del río Michiquillay a aproximadamente 4 km en dirección noroeste del caserío Michiquillay
		MI-He-V20	25/02/2019	798484	9222541	3783	798494	9222465	3801	11:37	10:02	Bofedal	
		MI-He-V21	25/02/2019	798183	9222407	3803	798195	9222331	3828	12:20	12:50	Roquedal	
		MI-He-V22	25/02/2019	798110	9222374	3820	797980	9222340	3784	13:00	14:00	Roquedal	
		MI-He-V23	25/02/2019	797422	9222151	3706	797219	9221923	3703	14:20	14:50	Bofedal	Ubicado en el sector La Pampa en la margen derecha del río Michiquillay, a 3 km en dirección noroeste del caserío Michiquillay
		MI-He-V24	25/02/2019	797040	9221971	3714	796958	9222047	3777	15:00	15:30	Matorral	Ubicado en la ladera de colina en el sector La Pampa hacia la margen derecha del río Michiquillay, a aproximadamente 3 km en dirección noroeste del Caserío Michiquillay
		MI-He-V25	25/02/2019	796921	9222010	3778	796996	9221930	3725	15:45	16:15	Matorral	
		MI-He-V26	26/02/2019	798994	9222934	3794	798914	9222811	3779	8:12	8:42	Bofedal	Ubicado en la parte alta de la margen derecha del río Michiquillay a 5 km en dirección noreste del Caserío Michiquillay



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

Zona	Cantidad VES	Código VES	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Inicial m s.n.m	(Coordenada Final) UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Final m s.n.m	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Zona III	15	MI-He-V27	26/02/2019	798616	9222902	3752	798502	9222948	3743	10:56	11:26	Bofedal	Ubicado en la margen derecha del río Michiquillay a 4,5 km en dirección noreste del caserío Michiquillay
		MI-He-V28	26/02/2019	798444	9223043	3749	798475	9223093	3779	11:57	12:27	Pajonal	Ubicado en la ladera de colina hacia la margen derecha del río Michiquillay, a aproximadamente 4 km en dirección noroeste del caserío Michiquillay
		MI-He-V29	26/02/2019	798216	9222921	3758	798190	9222984	3780	12:33	13:03	Pajonal	
		MI-He-V30	26/02/2019	797657	9222878	3756	797599	9222924	3793	13:53	14:23	Matorral	
		MI-He-V31	26/02/2019	797855	9222598	3712	798042	9222615	3725	14:40	15:10	Bofedal	Ubicado en la margen derecha del río Michiquillay, a aproximadamente 4 km en dirección noroeste del caserío Michiquillay
Zona II	14	MI-He-V32	27/02/2019	797182	9224366	3943	797016	9224195	3951	11:05	11:25	Pajonal	Ubicado en una ladera a 700 m en dirección sureste de la laguna Lipiac
		MI-He-V33	27/02/2019	796925	9224214	3947	796828	9224218	3946	11:30	11:50	Pajonal	
		MI-He-V34	27/02/2019	796639	9224242	3941	796529	9224218	3945	12:05	12:25	Pajonal	Ubicado en una ladera a 1 km en dirección suroeste de la laguna Lipiac
		MI-He-V35	27/02/2019	796460	9224201	3937	796324	9224269	3959	12:40	13:00	Pajonal	
		MI-He-V36	27/02/2019	796288	9223963	3871	796356	9223844	3848	13:55	14:06	Bofedal	Ubicado en la margen derecha de la quebrada Quinuayoc a aproximadamente 2,5 km en dirección noreste de C.C. Quinuayoc
		MI-He-V37	27/02/2019	796345	9223749	3833	796278	9223700	3822	14:10	14:30	Bofedal	
		MI-He-V38	27/02/2019	796371	9223770	3838	796478	9223740	3854	14:40	15:00	Matorral	Ubicado en una colina, hacia la margen derecha de la quebrada Quinuayoc a aproximadamente 3 km en dirección noreste del caserío Quinuayoc
		MI-He-V39	27/02/2019	796453	9223637	3854	796550	9223536	3869	15:10	15:30	Matorral	Ubicado en una ladera, hacia la margen izquierda de la quebrada Quinuayoc (a 100 m de la laguna Caballero), a aproximadamente 2,5 km del caserío Quinuayoc



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

Zona	Cantidad VES	Código VES	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Inicial m s.n.m	(Coordenada Final) UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Final m s.n.m	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Zona II	14	MI-He-V40	27/02/2019	796556	9223468	3873	796610	9223405	3868	15:45	16:05	Laguna	Margen de la laguna Caballero, ubicada a aproximadamente 2,5 km en dirección noreste del caserío. Quinuayoc
		MI-He-V41	28/02/2019	797162	9223853	3935	796947	9223959	3914	9:15	9:45	Bofedal	Ladera ubicada a 300 m en dirección norte de la laguna Huachiracocha, ubicada a 2,7 km en dirección noreste del caserío. Quinuayoc
		MI-He-V42	28/02/2019	796872	9223993	3911	796557	9223963	3878	10:00	10:30	Pajonal	Ladera ubicada a 300 m en dirección oeste de la laguna Huachiracocha, ubicada a 2,7 km en dirección noreste del caserío. Quinuayoc
		MI-He-V43	28/02/2019	796466	9223893	3867	796654	9223833	3886	10:40	11:10	Pajonal	Ubicado en ladera del cerro hacia el oeste de la laguna Caballero, a aproximadamente 2,1 km en dirección noreste del caserío. Quinuayoc
		MI-He-V44	28/02/2019	796394	9223499	3865	796217	9223408	3885	13:20	13:40	Pajonal	
		MI-He-V45	28/02/2019	796306	9223530	3856	796304	9223640	3830	14:05	14:25	Pajonal	
Zona I	15	MI-He-V46	1/03/2019	799054	9223720	3813	798955	9223693	3833	8:38	9:08	Pajonal	Ubicado en ladera de un cerro al lado izquierdo de la carretera Pampa Grande - Punre, al oeste del reservorio Monte Redondo 1 ubicado a 2 km en dirección sur del anexo Punre
		MI-He-V47	1/03/2019	798921	9223740	3855	798843	9223821	3878	9:18	9:48	Pajonal	
		MI-He-V48	1/03/2019	798962	9223887	3843	798971	9223981	3843	10:00	10:30	Pajonal	
		MI-He-V49	1/03/2019	799034	9224091	3836	799118	9224112	3812	10:40	11:10	Pajonal	
		MI-He-V50	1/03/2019	799346	9223907	3736	799407	9224123	3727	11:35	12:05	Laguna	Margen izquierda (oeste) del reservorio Monte Redondo 1, ubicado a 2 km en dirección sur del anexo Punre
		MI-He-V51	1/03/2019	799434	9224360	3702	799374	9224392	3718	12:15	12:45	Pajonal	Ubicado en una ladera hacia a 200 m en dirección norte del reservorio Monte Redondo 1 que se encuentra a 2 km en dirección sur del anexo Punre
		MI-He-V52	1/03/2019	799587	9224652	3678	799549	9224526	3673	13:30	14:00	Laguna	Margen izquierda (oeste) del reservorio Monte Redondo 2, que



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Zona	Cantidad VES	Código VES	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Inicial m s.n.m	(Coordenada Final) UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Final m s.n.m	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Zona I	15												se encuentra a 1.5 km en dirección sur del anexo Punre
		MI-He-V53	1/03/2019	799551	9224471	3675	799521	9224488	3676	14:20	14:50	Bofedal	Bofedal ubicado entre los dos cuerpos de agua de los reservorios Monte Redondo 1 y 2. Se encuentra a 2 km en dirección sur del anexo Punre
		MI-He-V54	2/03/2019	799265	9223746	3810	799365	9223748	3821	9:00	9:30	Roquedal	Ladera rocosa ubicada a 300 m en dirección sur del reservorio Monte Redondo 1 que se encuentra a 2 Km en dirección sur del anexo Punre
		MI-He-V55	2/03/2019	799418	9223664	3831	799497	9223571	3834	9:50	10:20	Roquedal	
		MI-He-V56	2/03/2019	799596	9223581	3850	799781	9223540	3856	10:40	11:10	Roquedal	
		MI-He-V57	2/03/2019	799805	9223472	3847	799996	9223381	3851	11:30	12:00	Roquedal	Cerro ubicado en la parte alta de la quebrada Chim a 200 m en dirección oeste de la laguna Tarugacocha
		MI-He-V58	4/03/2019	799604	9224891	3663	799670	9224842	3707	19:00	19:30	Roquedal	Ubicado en la ladera rocosa de un cerro, a 200 m hacia el norte del reservorio de agua Monte Redondo 2, que se encuentra a 1,5 km en dirección sur del anexo Punre
		MI-He-V59	4/03/2019	799696	9224838	3730	799699	9224676	3737	19:45	20:15	Roquedal	
		MI-He-V60	4/03/2019	799646	9224822	3702	799560	9224815	3662	21:00	21:30	Roquedal	
Zona V	11	MI-He-V61	5/03/2019	793982	9218593	3301	794046	9218604	3265	9:40	10:10	Roquedal	Ubicado en el sector Cuchuas en la margen derecha del río La Encañada, a 500 m en dirección este del caserío Hualtipata
		MI-He-V62	5/03/2019	794054	9218623	3270	794113	9218648	3269	10:20	10:50	Roquedal	
		MI-He-V63	5/03/2019	794022	9218482	3239	793995	9218338	3264	11:20	12:10	Matorral	
		MI-He-V64	5/03/2019	793995	9218233	3272	793849	9218140	3275	12:15	12:45	Roquedal	Colina rocosa ubicada a 400 m en dirección sureste del caserío Hualtipata
		MI-He-V65	5/03/2019	793761	9218144	3270	793749	9218057	3262	13:00	13:30	Matorral	Ladera ubicada a 380 m al sur del caserío Hualtipata
		MI-He-V66	5/03/2019	793999	9218092	3236	793943	9218048	3231	14:30	15:00	Matorral	Margen derecha del río La Encañada, ubicado a 560 m en dirección sureste del caserío Hualtipata



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Zona	Cantidad VES	Código VES	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Inicial m s.n.m	(Coordenada Final) UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Final m s.n.m	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Zona V	11	MI-He-V67	5/03/2019	793803	9217958	3228	793797	9217872	3231	15:15	15:45	Matorral	Ladera ubicada a 600 m al sur del Caserío Hualtipata. Se encuentra en la margen derecha de la carretera La Encañada – Hualtipata
		MI-He-V68	6/03/2019	794133	9218340	3198	794088	9218117	3195	10:00	10:32	Matorral	Margen derecha del río La Encañada, en el sector Cuchuas
		MI-He-V69	6/03/2019	793974	9217954	3187	793882	9217910	3194	10:50	11:20	Matorral	Margen derecho del río La Encañada, ubicado a 500 m en dirección sureste del caserío Hualtipata
		MI-He-V70	6/03/2019	793817	9217830	3217	793771	9217736	3267	11:36	12:07	Matorral	Ladera ubicada a aproximadamente 800 m al sur del caserío Hualtipata. Se encuentra en la margen derecha de la carretera La Encañada – Hualtipata
		MI-He-V71	6/03/2019	793759	9217684	3280	793828	9217574	3229	12:15	12:45	Matorral	



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Tabla 5.4. Ubicación de transectos en hábitats acuáticos para la evaluación de anfibios y reptiles en el área de estudio

Zona	Cantidad Transecto	Código Transecto	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Inicial m s.n.m	(Coordenada Final) UTM WGS 84 Zona 17 M		Altitud Final m s.n.m	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Zona IV	2	MI-HeT1	22/02/2019	794597	9223468	3662	794696	9223498	3683	14:00	14:45	Humedal	Ubicado en la quebrada sin nombre, a 1,3 km en dirección norte de caserío Rodacocha
		MI-HeT2	23/02/2019	795176	9223515	3784	795118	9223496	3631	8:37	9:40	Bofedal	Ubicado en la ladera del cerro Las Arenas a 1,4 km en dirección noreste del caserío Rodacocha
Zona III	2	MI-HeT3	26/02/2019	798634	9222714	3758	798734	9222724	3766	9:20	10:35	Pajonal	Ubicado en la parte alta del río Michiquillay a 4,5 km en dirección noreste del caserío Michiquillay
		MI-HeT4	27/02/2019	796960	9221842	3664	797085	9221866	3691	7:40	8:40	Pajonal	Ubicado en el río Michiquillay a 2,5 Km en dirección noreste del caserío Michiquillay
Zona II	2	MI-HeT5	28/02/2019	796897	9223613	3901	796888	9223707	3901	11:20	12:15	Bofedal	Orilla este de la laguna Huachiracocha, ubicada a 2,7 km en dirección noreste del caserío. Quinuayoc
		MI-HeT6	28/02/2019	796070	9223630	3794	796154	9223673	3807	15:00	16:10	Pajonal	Quebrada Quinuayoc, sector ubicado a 2,1 Km en dirección noreste del caserío. Quinuayoc
Zona I	1	MI-HeT7	2/03/2019	799163	9223682	3807	799189	9223588	3809	13:50	14:40	Pajonal	Bofedal ubicado a 340 m en dirección sur del reservorio Monte Redondo 1 que se encuentra a 2 Km en dirección sur del anexo Punre



5.2.3. Aves

Se realizaron un total de 38 transectos lineales de 500 m de longitud cada uno, con una duración de 50 minutos por transecto, que abarcaron las formaciones vegetales bofedal, matorral, pajonal y roquedal (Tabla 5.5). En los cuerpos de agua (lagunas) se realizaron 3 conteos totales con una duración de 50 minutos para cada conteo total (Tabla 5.6). Se utilizaron 5 redes de niebla, que fueron instaladas en dos zonas de evaluación (zona IV y zona V). Las coordenadas de instalación de las redes de niebla se presentan en la Tabla 5.7.

Tabla 5.5. Ubicación de los transectos lineales para evaluación de aves en el área de estudio

Zona	Código de evaluación	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
					Inicio			Final				
					Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
Zona IV	AV1	21/02/2019	8:58	9:48	794911	9223541	3717	794458	9223739	3670	Matorral	Ubicados en ladera del Cerro Las Arenas y sector el Tingo, en la margen izquierda de la quebrada Yanacochoa a 1,5 Km aproximadamente al norte del Caserío Rodacochoa
	AV2	21/02/2019	10:15	11:05	794712	9223801	3748	795261	9223643	3817	Matorral	
	AV3	21/02/2019	11:52	12:42	795272	9223787	3876	795447	9223368	3835	Pajonal	
	AV4	21/02/2019	13:11	14:01	795272	9223787	3876	794788	9223863	3811	Roquedal	
	AV5	22/02/2019	9:47	10:37	794818	9223532	3705	794401	9223750	3688	Matorral	
	AV6	22/02/2019	14:10	15:10	794516	9223811	3682	794881	9224002	3701	Roquedal	
	AV7	23/02/2019	8:31	9:21	795080	9223537	3763	795178	9223509	3792	Bofedal	
	AV8	23/02/2019	10:11	11:01	795331	9223818	3842	795666	9223821	3904	Pajonal	



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Zona	Código de evaluación	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
					Inicio			Final				
					Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
Zona III	AV9	25/02/2019	8:40	9:30	799042	9222703	3780	798674	9222405	3840	Pajonal	Ubicado en ladera de Cerro Las Melias, a 2,5 km aproximadamente al noreste del Caserío Michiquillay
	AV10	25/02/2019	10:08	10:58	798510	9222140	3703	798031	9222183	3893	Roquedal	Ubicados en la parte alta del Cerro Las Melias a 2,5 km aproximadamente al noreste del Caserío Michiquillay
	AV11	25/02/2019	11:00	11:50	798031	9222183	3893	797638	9221898	3850	Roquedal	
	AV12	26/02/2019	7:59	8:49	799024	9222763	3768	798533	9222782	3750	Bofedal	Ubicados en la parte alta asociado al río Michiquillay, a 2,5 km aproximadamente al noreste del Caserío Michiquillay
	AV13	26/02/2019	8:49	9:39	798533	9222782	3750	798054	9222628	3733	Bofedal	
	AV14	26/02/2019	9:40	10:30	798054	9222628	3733	797688	9222310	3712	Bofedal	
	AV15	26/02/2019	10:30	11:20	797688	9222310	3712	797327	9221984	3702	Bofedal	
	AV16	26/02/2019	13:00	13:50	796884	9221843	3718	797217	9222213	3736	Matorral	Ubicado en ladera de Cerro en la margen derecha del río Michiquillay, a 2,5 km aproximadamente al noreste del Caserío Michiquillay
Zona II	AV17	27/02/2019	8:20	9:10	797099	9223469	3892	796753	9223780	3747	Bofedal	Ubicados en el sector Huacho en la parte alta de una quebrada, al lado derecho de la carretera que va del Caserío Michiquillay hacia el Anexo Punre, a 2,5 km aproximadamente al noreste del Caserío Quinuayoc
	AV18	27/02/2019	9:55	10:45	796949	9223983	3916	796604	9224177	3919	Pajonal	
	AV19	27/02/2019	10:50	11:40	796604	9224177	3919	796177	9224043	3985	Pajonal	



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Zona	Código de evaluación	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
					Inicio			Final				
					Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
	AV20	27/02/2019	13:00	13:50	796753	9223780	3892	796277	9223700	3822	Bofedal	
	AV21	27/02/2019	14:25	15:15	796286	9223596	3775	796632	9223388	3870	Pajonal	
	AV23	28/02/2019	8:58	9:48	797208	9223860	3941	796748	9223992	3898	Bofedal	
	AV24	28/02/2019	9:55	10:45	796748	9223992	3898	796338	9223750	3828	Bofedal	
	AV25	28/02/2019	11:30	12:20	796406	9223736	3834	796832	9223859	3906	Matorral	
Zona I	AV26	01/03/2019	8:37	9:27	798987	9223666	3831	799002	9224147	3863	Pajonal	Ubicado en ladera de un Cerro al lado izquierdo de la carretera de va de Pampa Grande a Punre, al oeste del reservorio Monte redondo y a 2km aproximadamente al sur del Anexo Punre
	AV27	01/03/2019	9:40	10:30	799002	9224147	3863	799161	9224590	3792	Pajonal	
	AV30	01/03/2019	12:52	13:42	799389	9224096	3731	799489	9224600	3681	Bofedal	Ubicado entre los Reservorios Monte Redondo, al lado derecho de la carretera de va de Pampa Grande a Punre y a 2km aproximadamente al sur del Anexo Punre
	AV31	02/03/2019	8:17	9:07	799193	9223736	3797	799606	9223850	3867	Roquedal	Ubicados en la parte alta de un Cerro al este de los reservorios Monte Redondo y a 2km aproximadamente al sur del Anexo Punre
	AV32	02/03/2019	9:23	10:13	799606	9223850	3867	799851	9224330	3821	Roquedal	
	AV33	02/03/2019	10:18	11:08	799851	9224330	3821	799674	9224801	3728	Roquedal	



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Zona	Código de evaluación	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
					Inicio			Final				
					Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
	AV34	02/03/2019	13:46	14:36	799094	9223704	3805	799165	9224196	3799	Pajonal	Ubicado en ladera de un Cerro al lado izquierdo de la carretera que va de Pampa Grande a Punre, al oeste del reservorio Monte redondo y a 2km aproximadamente al sur del Anexo Punre
	AV35	02/03/2019	14:40	15:30	799165	9224196	3799	799272	9224655	3738	Pajonal	
Zona V	AV36	05/03/2019	9:30	10:20	793949	9218485	3287	794021	9219009	3319	Matorral	Ubicados en el sector Cuchuas en la margen derecha del río Michiquillay, a 500 m aproximadamente al este del Caserío Hualtipata
	AV37	05/03/2019	10:30	11:20	794021	9219009	3319	794122	9219441	3363	Matorral	
	AV38	05/03/2019	11:30	12:20	794122	9219441	3363	794126	9219251	3277	Matorral	
	AV39	05/03/2019	12:30	13:20	794126	9219251	3277	794089	9218721	3293	Matorral	
	AV40	05/03/2019	14:25	15:15	793991	9218206	3280	793752	9217845	3266	Matorral	Ubicados en el sector Paccha y Naranjillo en la margen derecha del río Michiquillay, a 500 m aproximadamente al sureste del Caserío Hualtipata.
	AV41	05/03/2019	15:15	16:05	793752	9217845	3266	793915	9217552	3249	Matorral	

**Tabla 5.6.** Ubicación de conteos totales para evaluación de aves en el área de estudio

Zona	Código de evaluación	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17 M		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
					Este (m)	Norte (m)		
Zona II	AV22	27/02/2019	15:15	16:05	796615	9223400	3871	Laguna Caballero, ubicada a 2,3 Km aproximadamente al noreste del Caserío Quinuyoc
Zona I	AV28	01/03/2019	11:03	11:53	799512	9224612	3524	Reservorio Monte Redondo 2, ubicado a 1,3 Km aproximadamente al sur del Anexo Punre
Zona I	AV29	01/03/2019	12:00	12:50	799395	9224080	3734	Reservorio Monte Redondo 1, ubicado a 1,8 Km aproximadamente al sur del Anexo Punre

Tabla 5.7. Coordenadas de ubicación de las redes de niebla para la evaluación de aves en el área de estudio

Zona	Fecha	Hora de apertura	Hora de cierre	Código de evaluación	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17 M		Altitud (m s. n. m.)	Hábitat	Descripción
					Este (m)	Norte (m)			
Zona IV	22/02/2019	8:08	15:40	Red 1	794866	9223532	3716 m	Matorral	Instaladas en matorral ubicado en ladera del Cerro Las Arenas en la margen izquierda de la quebrada Yanacocha, a 1,5 Km aproximadamente al norte del Caserío Rodacocha
	22/02/2019	8:18	15:50	Red 2	794844	9223532	3711 m	Matorral	
	22/02/2019	8:23	15:56	Red 3	794821	9223540	3707 m	Matorral	
	22/02/2019	8:30	16:00	Red 4	794800	9223527	3703 m	Matorral	
	22/02/2019	8:40	16:05	Red 5	794773	9223529	3703 m	Matorral	
Zona V	06/03/2019	7:20	13:00	Red 1	793915	9218633	3284 m	Matorral	Instaladas en matorral ubicado en el sector Cuchuas en la margen derecha del río Michiquillay a 500 m aproximadamente al este del Caserío Hualtipata
	06/03/2019	7:35	13:10	Red 2	793897	9218672	3284 m	Matorral	
	06/03/2019	7:45	13:15	Red 3	793866	9218693	3284 m	Matorral	
	06/03/2019	8:10	13:20	Red 4	793891	9218726	3284 m	Matorral	
	06/03/2019	8:50	13:30	Red 5	794079	9218891	3268 m	Matorral	

5.2.4. Mamíferos

Se realizaron un total de 17 transectos lineales de diferentes longitudes. Estos transectos abarcaron los hábitats bofedal, matorral, pajonal y roquedal presentes en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay (Tabla 5.8). Para documentar de manera gráfica la diversidad y abundancia de mamíferos silvestre en el área de influencia proyecto minero Michiquillay, se instalaron 13 cámaras trampa, cuya ubicación se detalla en la Tabla 5.9.

**Tabla 5.8.** Ubicación de los transectos para evaluación de mamíferos en el área de estudio

Zona	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M				Formación vegetal	Descripción
		Coordenada inicial		Coordenada Final			
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		
Zona IV	MI-MA T1	794922	9223522	795013	9223765	Matorral	Transecto se inicia en la parte baja del cerro las Arenas en la jurisdicción de la comunidad Rodacocha al borde de una carretera antigua, donde la vegetación representativa es el matorral andino, en ella podemos distinguir las siguientes especies vegetales, campanilla, chimchango y canchalagua. El transecto termina en la cima del cerro Las Arenas donde se observa el suelo cubierto por musgo, en la vegetación se observa abundancia de Ichu (<i>Stipa ichu</i>),
	MI-MA T2	795013	9223765	794976	9224099	Matorral	Transecto se inicia en la cima del cerro las Arena en la jurisdicción de la comunidad Rodacocha, donde la vegetación representativa es el matorral andino y termina en la media cima del cerro el Tingo a 70m de la toma de agua que abastece a la comunidad Rodacocha donde la vegetación arbustiva alcanza los 2m de altura.
	MI-MA T3	794976	9224099	793902	9223420	Matorral	Transecto se inicia en la media cima del cerro el Tingo a 70m de la toma de agua que abastece a la comunidad Rodacocha y termina en una zona conocida como el Potrero a 30 minutos de la comunidad Rodacocha, donde la vegetación presenta una transición entre matorral y bosque secundario.
Zona II	MI-MA T4	797219	9223795	796360	9223066	Pajonal	Transecto se inicia en la cima del cerro Cochorco, jurisdicción de la comunidad Quinuayoc, donde la vegetación es dominada íntegramente por Ichu (<i>Stipa ichu</i>) y termina en el sector conocido como la Señora, donde el suelo es pedregoso y la vegetación dominada por ichu (<i>Stipa ichu</i>) entremezclado con algunos arbustos de más o menos un metro de alto.
	MI- MA T5	796360	9223066	796133	9223414	Pajonal	Transecto se inicia en el sector conocido como la Señora, jurisdicción de la comunidad Quinuayoc, donde el suelo es pedregoso y la vegetación dominada por ichu (<i>Stipa ichu</i>) entremezclado con algunos arbustos de más o menos un metro de alto y termina en la media cima del cerro Shilia, en la naciente de una quebrada ubicada entre dos paredones de roca, el suelo es pedregoso, en la vegetación se observan arbustos de más o menos 2m de alto.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

Zona	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M				Formación vegetal	Descripción
		Coordenada inicial		Coordenada Final			
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		
	MI-MA T6	796173	9222759	795867	9222477	Pajonal	Transecto se inicia en la media cima del cerro el Poyo, jurisdicción de la comunidad Quinuayoc, donde el suelo es pedregoso y la vegetación dominante es el Ichu (<i>Stipa ichu</i>), el transecto corre al costado de un parche de matorral y termina cerca de la desembocadura de la laguna La Señora en la carretera que conduce a Michiquillay.
	MI-MA T13	797238	9223810	796450	922894	Bofedal	Transecto se inicia en la parte alta del bofedal Huacho en la jurisdicción de la comunidad Quinuayoc, el transecto recorre todo el bofedal que en sectores es muy angosta y termina en la parte baja del bofedal en una zona dominada por ichu (<i>Stipa ichu</i>)
Zona III	MI-MA T8	799080	9222901	797644	9222010	Roquedal	Transecto se inicia al borde de la carretera de acceso al centro poblado El Punre, jurisdicción de la comunidad Michiquillay donde la vegetación dominante es el Ichu (<i>Stipa ichu</i>) y termina en la media cima del cerro China Linda en un pequeño parche de matorral compuesto principalmente por campanilla.
	MI-MA T9	797644	9222010	796792	9222173	Roquedal	Transecto se inicia en la media cima del cerro China Linda jurisdicción de la comunidad Michiquillay, en un pequeño parche de matorral compuesto principalmente por campanilla, el transecto cruza el bofedal del Punre y termina en la cima del cerro el Punre en un matorral cerca de la carretera de acceso a la comunidad del Punre.
	MI-MA T10	796971	9221818	797814	9222510	Bofedal	Transecto se inicia en la desembocadura del bofedal pampa del Punre jurisdicción de la comunidad Michiquillay, el transecto recorre todo el bofedal que presenta abundante agua y termina en la parte alta del bofedal conocido como pampa del Punre, en un sitio dominado por ichu (<i>Stipa ichu</i>).
	MI-MA T11	797814	9222510	797309	9222847	Pajonal	Transecto se inicia en el bofedal del Punre y se dirige al cerro Paja Blanca, jurisdicción de la comunidad Michiquillay el transecto atraviesa parches de pajonal, matorral y termina en la cima del cerro Paja Blanca en un pajonal andino.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

Zona	Código	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M				Formación vegetal	Descripción
		Coordenada inicial		Coordenada Final			
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		
	MI-MA T12	797309	9222847	796772	9222161	Pajonal	El transecto se inicia en la cima del cerro Paja Blanca jurisdicción de la comunidad Michiquillay en un pajonal andino y recorre toda la cima del cerro recorriendo un pajonal y termina en un pequeño parche de matorral cercano a la carretera de acceso a la comunidad del Punre.
Zona I	MI-MA T7	799146	9223746	799919	9224480	Roquedal	Transecto se inicia en la parte baja del cerro Monte Redondo, La Boya al borde de la carretera que se dirige al centro poblado El Punre, en este sitio el suelo es pedregoso y cubierto por musgo, el transecto se dirige por la cima del cerro y termina en la media cima del cerro San Francisco, donde la vegetación dominante es el Ichu que se entremezclado con algunos arbustos.
	MI-MA T14	799144	9223752	798903	9223734	Pajonal	Transecto se inicia en al borde de la carretera de acceso a la comunidad El Punre, jurisdicción de la comunidad del mismo nombre, la vegetación que recorre todo el transecto el un pajonal andino.
	MI-MA T15	799285	9223818	799495	9224651	Bofedal	Transecto se inicia en la parte alta de la represa la Boya, en la jurisdicción de la comunidad el Punre, el transecto inicia en un parche de matorral y se dirige hacia el bofedal que abastece a la represa. El transecto termina en la margen izquierda de la segunda laguna en un sitio dominado por ichu (<i>Stipa ichu</i>).
Zona V	MI-MA T16	794084	9218726	793956	9218095	Matorral	Transecto se inicia en el cerro Peña blanca jurisdicción de la comunidad Waltipata y se dirige por la media cima del cerro del mismo nombre, todo el transecto está dominado por un matorral denso, muchos arbustos con flor. El transecto termina en la parte baja del cerro Peña Blanca, en un matorral cercano a la carretera que conduce a la comunidad Waltipata.
	MI-MA T17	793991	9218045	793947	9218666	Matorral	Transecto se inicia en la parte baja del cerro el Puquio en la jurisdicción de la comunidad Waltipata en la margen derecha del río La Encañada, todo el transecto es dominado por matorral muchos de ellos en floración. El transecto termina en la media cima del cerro Peña blanca, en un área dominado por matorral andino.

**Tabla 5.9.** Coordenadas de ubicación de las cámaras en el área de estudio

Zona	Código	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS84 – Zona 17 L			
		Este (m)	Norte (m)		
ZONA IV	CT-MICHI-01	795013	9223765	3778	Cámara instalada en la cima del cerro las Arenas, en la jurisdicción de la comunidad Rodacocha, se observa el suelo cubierto por musgo, en la vegetación se observa abundancia de Ichu (<i>Stipa ichu</i>), entremezclado con algunos arbustos de campanilla, chimchango y canchalagua. La cámara está instalada a 50 cm del suelo y está dirigida a un claro en la cima del cerro.
	CT-MICHI-02	794976	9224099	3670	Cámara instalada en la media cima del cerro El Tingo a 70m de la toma de agua que abastece a la comunidad Rodacocha, jurisdicción de la comunidad del mismo nombre, vegetación arbustiva de más o menos 2m de alto, La cámara está instalada a 50 cm del suelo adherido a un arbusto llamado cutil.
	CT-MICHI-03	793902	9223420	3554	Cámara instalada en una zona conocida como el Potrero a 30 minutos de la comunidad Rodacocha, donde la vegetación presenta una transición entre matorral y bosque secundario, sin embargo donde se instaló la cámara en un pequeño parche de bosque primario por donde corre una pequeña quebrada.
ZONA II	CT-MICHI-04	796360	9223066	3840	Cámara instalada a media cima del cerro La Señora a 150m de la laguna del mismo nombre en la jurisdicción de la comunidad Quinuayoc, en área se observa un suelo pedregoso, entre la vegetación se observa dominancia de ichu (<i>Stipa ichu</i>) entremezclado con algunos arbustos de más o menos un metro de alto.
	CT-MICHI-05	796133	9223414	3872	Cámara instalada en la media cima del cerro Shilia, jurisdicción de la comunidad Quinuayoc en la naciente de una quebrada ubicada entre dos paredones de roca, el suelo es pedregoso, en la vegetación se observan arbustos de más o menos 2m de alto. La cámara está dirigido a un claro donde se observan heces y huellas frescas de venado (<i>Odocoileus virginianus</i>)
	CT-MICHI-06	796173	9222759	3814	Cámara instalada en la media cima del cerro el Poyo jurisdicción de la comunidad Quinuayoc, donde el suelo es pedregoso y la vegetación dominante es el Ichu (<i>Stipa ichu</i>), la cámara está instalada en un pequeño parche de matorral donde se observan heces de zorrillo (<i>Conepatus semistriatus</i>).
ZONA I	CT-MICHI-07	799314	9223688	3835	Cámara instalada en la media cima del cerro Monte Redondo La Boya, jurisdicción de la comunidad el Punre donde el suelo es rocoso, fina capa de suelo, la vegetación dominante es el Ichu (<i>Stipa ichu</i>).
	CT-MICHI-08	799637	9224014	3819	Cámara instalada en la media cima del cerro Monte Redondo, La Boya, jurisdicción de la comunidad el Punre al margen derecho de la represa del mismo nombre, la cámara está instalada a 1.5m del suelo y está dirigida a un claro en el pajonal donde se observa un camino de venado (<i>Odocoileus virginianus</i>).
	CT-MICHI-09	799919	9224480	3845	Cámara instalada en la media cima del cerro San Francisco, jurisdicción de la comunidad el Punre el suelo del lugar es pedregoso y la vegetación dominante es el ichu (<i>Stipa ichu</i>) entremezclado con arbustos de campanilla, la cámara está dirigida hacia un camino antiguo de exploración minera.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Zona	Código	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS84 – Zona 17 L			
		Este (m)	Este (m)		
	CT-MICHI-10	799510	9224012	3742	Cámara instalada a 50m del margen derecho de la represa la Boya al borde de un parche de matorral, jurisdicción de la comunidad el Punre donde el suelo es rocoso cubierto por ichu (<i>Stipa ichu</i>), entremezclado con algunos arbustos de más o menos 2m de alto.
ZONA III	CT-MICHI-11	798148	9222226	3909	Cámara instalada en la ladera del cerro Las Melias, jurisdicción de la comunidad Michiquillay suelo rocoso, escasa vegetación.
	CT-MICHI-12	797644	9222010	3799	Cámara instalada en la media cima del cerro China Linda, jurisdicción de la comunidad Michiquillay en un pequeño parche de matorral compuesto principalmente por campanilla.
	CT-MICHI-13	797230	9222408	3782	Cámara instalada en la media cima del cerro el Punre, jurisdicción de la comunidad Michiquillay donde el suelo es negruzco y la vegetación dominante del sector es un matorral denso, abundancia de plantas conocidos como chimchago, muchas plantas con flores.



5.3. Equipos y parámetros de análisis

5.3.1. Equipos utilizados

Los equipos y materiales utilizados por cada una de las especialidades de flora y fauna silvestre se muestran en los reportes de campo (Anexo A).

5.3.2. Parámetros de análisis

Todo estudio cuantitativo en una comunidad tiene por objetivo obtener datos útiles para su comprensión y caracterización. Para que el muestreo sea representativo en una comunidad, se deben obtener datos estadísticos ya que éstos son buenos estimadores de los parámetros poblacionales. Es por esto, que en la composición florística se evaluó la riqueza y abundancia de especies, la que permitió el cálculo de los índices diversidad (Tabla 5.9 y 5.10).

Tabla 5.10. Parámetros analizados en la evaluación de flora vascular en el área de estudio

N.º	Parámetro	Cantidad de zonas de muestreo
1	Composición de especies	50 puntos de muestreo en 5 Zonas
2	Riqueza de especies	
3	Abundancia	
4	Índices de diversidad	

Tabla 5.11. Parámetros analizados en la evaluación de los grupos taxonómicos de fauna silvestre en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay

Parámetros		Grupo de fauna silvestre		
		Anfibios y reptiles	Aves	Mamíferos
Composición de especies		x	x	x
Riqueza de especies		x	x	x
Índice de ocurrencia		-	-	x
Índice de abundancia o actividad		-	-	x
Abundancia relativa		x	x	-
Índices de diversidad alfa	Números de Hill	x	-	-
	Índice de Shannon	-	-	x
Índices de diversidad beta	Índice de Jaccard	x	-	-
	Índice de Morisita	x	x	-

5.4. Procesamiento de datos

5.4.1. Flora silvestre

5.4.1.1. Determinación de formaciones vegetales

Para la identificación de las formaciones vegetales en el área de estudio, se tomó en cuenta la fisionomía de las plantas, que toma en cuenta las formas de vida que predominan o que son más conspicuas en las comunidades (Weberbauer, 1945).



5.4.1.2. Composición, riqueza y abundancia

Las muestras colectadas fueron analizadas en el Laboratorio de Florística del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), mediante el uso claves especializadas como las de Macbride *et al.* (1936 y siguientes); Ferreyra (1946); Molau (1990); Sagástegui y Leiva (1993); Tovar (1993); entre otros. Además, las determinaciones fueron corroboradas cuando fue necesario por consulta a especialistas y/o comparación con muestras del Herbario San Marcos (USM) y base de datos de herbarios virtuales como las del Missouri Botanical Garden (MO) y Field Museum Herbarium (F).

Para el ordenamiento de especies de angiospermas se utilizó el Sistema de Clasificación del Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV) y para los pteridofitos y afines el Sistema de Clasificación propuesto por Smith *et al.* (2006).

La cobertura vegetal de cada transecto se determinó, mediante la suma total de los puntos con presencia de vegetación.

$$\text{Cobertura vegetal de transecto} = \sum \text{puntos con presencia de vegetación}$$

La abundancia relativa de cada especie por transecto se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$\text{Abundancia relativa de especie } X = \frac{\# \text{ de toques de la especie } X}{\sum \# \text{ de toques de todas las especies}} \times 100$$

5.4.1.3. Curva de acumulación

Se realizaron curvas de acumulación de especies para determinar la eficiencia de muestreo y el cálculo de especies potenciales en el área de estudio, utilizando los modelos paramétricos asintóticos de Clench y el exponencial y un modelo no asintótico logarítmico, calculados mediante procesos estocásticos de nacimientos puros en el programa «Species Accumulation» que escoge el mejor modelo en base a proporciones probabilísticas (Días-Frances y Soberón, 2005).

El modelo de Clench es recomendado para estudios en sitios de áreas extensas y cuando los colectores han acumulado experiencia, incrementando la probabilidad de detectar nuevas especies, mientras más tiempo se permanece en campo (Soberón y Llorente, 1993). El modelo exponencial es recomendado para zonas de muestreo pequeñas, donde el grupo taxonómico estudiado es bien conocido y, por ende, todas las especies tienen una alta probabilidad de ser detectadas (Jimenez – Valverde y Hortal 2003, Soberón y Llorente, 1993). Por el contrario, el modelo logarítmico, es un modelo no asintótico y es útil para describir comunidades de zonas de estudio amplias y donde la riqueza del grupo taxonómico es poco conocido (Días-Frances y Soberón, 2005). La eficiencia de muestreo se mide en porcentaje de eficiencia, comparando el número de especies observadas versus el número de especies esperadas.

5.4.1.4. Diversidad alfa

Índice de Shannon-Wiener (H'), el índice de Shannon Wiener, refleja la cantidad de especies en el área, dando mayor peso a especies raras y menor peso a especies más comunes, por lo que se mide mediante la proporción (porcentaje de cobertura) de cada especie en una muestra. El índice de Shannon-Wiener adquiere el valor de cero, cuando hay una sola



especie (Magurran, 1988) y un valor alto de este índice indica un gran número de especies con proporciones similares, mientras que, un valor bajo indica dominancia de un grupo conformado por pocas especies. La fórmula del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_e p_i \quad (5.1)$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

s= Riqueza de especies.

log e= Logaritmo natural.

p_i= Proporción (porcentaje de cobertura) de individuos del taxón i-ésimo.

El índice de diversidad de Simpson (1-D), es la probabilidad de que 2 individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988 y Peet, 1974 citados por Moreno, 2001). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – D (Lande, 1996).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (5.2)$$

Dónde:

n = Número de individuos por especie

N = Número total de individuos

S = Riqueza de especies

Equidad (E), mide la tendencia de las especies a presentarse de manera igualmente frecuente. Una alta equidad ocurre cuando las especies son igualmente frecuentes en la comunidad (Odum, 1972). De modo contrario, la dominancia implica que unas cuantas especies (o una sola especie) presentan un mayor número de individuos, mientras que la mayoría de las especies presentan bajo número de individuos.

La riqueza (d) y el índice de Shannon-Wiener (H') nos permiten calcular la medida de uniformidad E, expresada como la relación entre diversidad observada (H') y diversidad máxima (log₂ d). Para tal efecto, la fórmula utilizada es:

$$E = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\log_2 d} \quad (5.3)$$

5.4.1.5. Diversidad Beta

Para comprobar la objetividad de la clasificación de los tipos de unidades de vegetación y para ver el grado de relación entre estos y el ambiente, se realizó un análisis de agrupamiento por similitud, para ello se empleó el índice de similitud de Morisita-Horn (abundancias).

Índice de similitud cuantitativo - Morisita-Horn, este índice expresa cuan semejantes son 2 muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie en dichas muestras



(Magurran, 1988; Krebs, 1989; Moreno, 2001). Este índice está definido por la siguiente ecuación:

$$C_Y = \frac{2 \sum X_{ij} X_{ik}}{(Y_1 + Y_2) N_j N_k} \quad (5.4)$$

Dónde:

C_Y es el índice de similaridad de Morisita

X_{ij} , X_{ik} son el número de individuos de la especie i en la muestra j y en la muestra k

N_j es el número total de individuos en la muestra j

N_k es el número total de individuos en la muestra k

Los cálculos se realizaron con la ayuda del programa Paleontological Statics software package for education and data analysis (Past) versión 1.34 (Hammer *et al.*, 2005).

5.4.1.6. Análisis multivariado

El análisis multivariado (AM) es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de una variable estadística sobre una muestra de individuos. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás. La información estadística en el análisis multivariado es de carácter multidimensional, por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes juegan un papel fundamental (Cuadras, 2014).

Para ver la distribución espacial de la abundancia relativa de las especies de flora en cada formación vegetal se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) en base a la distancia de Morisita. Este análisis se realizó con el programa de Past, Paleontological STatistics 3.25 (Hammer *et al.*, 2005).

5.4.1.7. Determinación de especies endémicas, amenazadas y casi amenazadas de flora silvestre

Las especies endémicas son aquellas entidades biológicas que presentan una distribución geográfica restringida a un área determinada (León *et al.*, 2006) y son un componente importante para la conservación. Para la determinación de las especies endémicas se empleó el libro rojo de Plantas Endémicas del Perú realizada por León *et al.* (2006) y literatura específica para cada grupo taxonómico cuando fue necesario.

Para determinar el estado de las especies en estado de conservación registradas en el área de estudio, se determinó su presencia o ausencia en 3 listas de conservación, 2 a nivel internacional (CITES y IUCN) y 1 a nivel nacional. Para el nivel internacional: la Lista Roja de especies amenazadas del International Union for the Conservation of Nature (IUCN, 2019) y los apéndices CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) en donde el Apéndice I de la convención señala las especies en peligro y los Apéndices II y III señalan las especies que están más relacionadas con la extracción y comercio (CITES, 2017). Para el nivel nacional se consideró las listas de categorización de especies amenazadas de flora silvestre para el Perú según el Decreto Supremo N.º 043-2006-AG (MINAG, 2006).



5.4.2. Fauna silvestre

Para el análisis de datos obtenidos en la evaluación del componente fauna silvestre se realizaron los cálculos que se detallan a continuación:

5.4.2.1. Composición y riqueza de especies

Se realizó la clasificación taxonómica por cada grupo evaluado de fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) siguiendo la jerarquización de orden, familia y especie.

Para la determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles registrados durante las evaluaciones, se utilizaron claves taxonómicas especializadas, descripciones científicas, bases de datos internacionales, así como colecciones científicas de referencia, la Colección de Herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y el Departamento de Herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Para la clasificación taxonómica, respecto a los anfibios se siguió la taxonomía utilizada por Frost (2019) y en cuanto a los reptiles la utilizada por Uetz (2019).

En el caso de aves, se usó la clasificación taxonómica del South American Classification Committee (SACC) de Remsen *et al.*, (2019), adoptando el criterio de inclusión modificado para Perú por Plenge (2019).

Para la determinación taxonómica de las especies de mamíferos registrados durante la evaluación, se utilizó bibliografía especializada, base de datos internacionales, así como el apoyo de investigadores adscritos a diversas universidades y experiencia previa. Para la clasificación taxonómica se siguió la taxonomía propuesta por Eisenberg y Redford (1999) y las especies endémicas de mamíferos se determinaron utilizando la publicación de Pacheco *et al.* (2009).

5.4.2.2. Abundancia

La abundancia es la suma total de los individuos de una especie o especies obtenida mediante un muestreo (Bibby *et al.*, 1998). Esta abundancia junto con la riqueza de especies obtenida de la evaluación cuantitativa se utilizó para el cálculo de los índices de diversidad alfa y beta.

En el caso de los mamíferos mayores, la evaluación por transecto también permitió estimar su abundancia (Peres, 1999); para lo cual se empleó el índice de ocurrencia (IO) que provee una lista de especies confirmadas basadas en las evidencias acumuladas como rastros y entrevistas (Boddicker *et al.*, 2002). También se utilizó el índice de abundancia (IA) postulado por Rodríguez y Amanzo (2001), donde los valores iguales o superiores a 25 indican mayor actividad de una especie en el área de estudio, y valores inferiores a 25 indican niveles bajos de actividad. Asumiendo que cada registro es un evento diferente, el Índice de Abundancia se obtuvo multiplicando el valor de un tipo de evidencia por el número de veces en que fue registrado. La sumatoria de todos los productos indica el Índice de abundancia. Tabla 5.11.

Los datos obtenidos en las cámaras trampa, fueron organizados con el programa Camera Base (Tobler, 2013). Para el análisis de datos se consideraron todas las fotos excepto aquellas en blanco o las que registraron a personas. Se calculó la frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1000 días-cámara. La frecuencia de



captura es el número de cámaras en las cuales aparece el animal. El número de apariciones cuenta los eventos independientes (cada evento tiene un intervalo de 30 minutos).

Tabla 5.12. Puntaje para diferentes tipos de evidencias utilizado para calcular el índice de ocurrencia

Tipo de evidencia	Puntaje
Evidencia no ambigua	
Especie observada	10
Evidencia de alta calidad	
Huellas	5
Despojos (Huesos, pelos, cerdas)	5
Identificación por residentes locales	5
Vocalizaciones, emanación de sustancias odoríferos	5
Evidencias de baja calidad	
Camas, madrigueras, caminos, rasguños	4
Restos fecales	4
Restos de alimentos	4

Tomado de Boddicker *et al.*, 2002.

5.4.2.3. Curvas de rango- abundancia

Para determinar cambios en la estructura de la composición de especies respecto al tipo de formación vegetal, se realizaron curvas rango-abundancia de Whittaker (1965). Estas curvas permiten analizar la composición de especies de una localidad, comparando de manera visual aspectos importantes como la riqueza y equidad de la comunidad. Para ello se calcula la proporción de individuos de cada especie respecto al total de la muestra ($P_i = n_i/N$). Las especies se ordenan de forma descendente teniendo en cuenta su abundancia relativa. Las especies más abundantes siempre se localizan al inicio de la curva, mientras que las raras al final.

5.4.2.4. Diversidad alfa

El número efectivo de especies o números de Hill es una medida estandarizada de los índices de diversidad clásicos, los cuales tienen propiedades únicas para aplicaciones específicas. De manera que los índices netos de diversidad (Riqueza S, Shannon H' y Simpson 1- λ .) pueden ser expresados en valores de una diversidad real o verdadera de una comunidad virtual en la que todas las especies tuvieran la misma abundancia relativa (Hill, 1973; Jost, 2007). Este índice de diversidad (qD) muestra una medida del número de especies efectivas cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa (Hill, 1973; Jost, 2007). Valores diferentes del exponente q en cada cálculo da un peso diferencial a la abundancia relativa de especies (Jost *et al.*, 2011). El valor de 0D corresponde a la riqueza de especies, 1D muestra el número de especies comunes y 2D representa el número de las especies dominantes y más abundantes (Chao *et al.*, 2014).

Se calcula a partir de la siguiente fórmula (Jost, 2007):

$$qD = \left(\sum_{i=1}^s p_i^q \right)^{\frac{1}{1-q}} \quad (5.5)$$



Donde:

qD: Diversidad verdadera

p_i : Abundancia de la especie i dividida entre la suma total de abundancias de las S especies que integran la comunidad

q : Exponente de la diversidad

Estos análisis se realizaron en el paquete estadístico INext 2.0.12 (Hsieh *et al.*, 2016) con un bootstrap de 500 repeticiones y un intervalo de confianza del 95%, en el programa R (R Core Team, 2018).

El índice de Shannon-Wiener (H'), expresa la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies de la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie o comunidades poco diversas, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos representando comunidades de máxima equidad (Magurran, 1988 citado en Moreno, 2001). Su fórmula es:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad (5.6)$$

Donde:

H' : índice de diversidad de la muestra

p_i : Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

5.4.2.5. Diversidad beta

Para evaluar la similaridad promedio entre cada una de las bandas respecto a la distancia de la carretera y formación vegetal se utilizó el índice de similaridad de Soresen y Morisita.

El índice de Jaccard se usó para determinar las similitudes entre 2 muestras en base a las especies presentes en ellas. Los valores que se aproximan a 1 indican mayor similitud entre las comunidades de mamíferos comparadas y 0 indica no se compartió ninguna especie. La fórmula es el siguiente:

$$I_j = a/a+b+c \quad (5.7)$$

Donde:

a : Número de especies en ambas comunidades o muestras (compartidas)

b : Número de especies en la comunidad «b» pero no en la «a»

c : Número de especies en la comunidad «a» pero no en la «b»

El índice de similaridad de Morisita expresa cuan semejantes son 2 muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie en dichas muestras (Magurran, 1988; Krebs, 1989; Moreno, 2001). Este índice está definido por:

$$Morisita_{jk} = \frac{2 \sum_{i=1}^S (x_{ij} x_{ik})}{(\lambda_1 + \lambda_2) \sum_{i=1}^S x_{ij} \sum_{i=1}^S x_{ik}} \quad (5.8)$$

Donde:

X_{ij} , X_{ik} : Número individuos de la especie i en las muestras j y k

N_j : $\sum X_{ij}$: Total de individuos en la muestra j



$N_k: \sum X_{jk}$: Total de individuos en la muestra k

Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendrogramas mediante la unión de pares promedio - UPGMA utilizando el programa estadístico PAST V 3.0 (Hammer *et al.*, 2005).

5.4.2.6. Curva de acumulación de especies

Se realizaron curvas de acumulación de especies para determinar la eficiencia de muestreo y el cálculo de especies potenciales en el área de estudio, utilizando los modelos paramétricos asintóticos de Clench y el exponencial y un modelo no asintótico logarítmico, calculados mediante procesos estocásticos de nacimientos puros en el programa «Species Accumulation» que escoge el mejor modelo en base a proporciones probabilísticas (Díaz-Frances y Soberón, 2005).

El modelo de Clench es recomendado para estudios en sitios de áreas extensas y cuando los colectores han acumulado experiencia, incrementando la probabilidad de detectar nuevas especies, mientras más tiempo se permanece en campo (Soberón y Llorente, 1993). El modelo exponencial es recomendado para zonas de muestreo pequeñas, donde el grupo taxonómico estudiado es bien conocido y, por ende, todas las especies tienen una alta probabilidad de ser detectadas (Jimenez-Valverde y Hortal 2003, Soberón y Llorente, 1993). Por el contrario, el modelo logarítmico, es un modelo no asintótico y es útil para describir comunidades de zonas de estudio amplias y donde la riqueza del grupo taxonómico es poco conocido (Díaz-Frances y Soberón, 2005). En la Tabla 5.13, se detallan las fórmulas de cálculo de los modelos mencionados.

Tabla 5.13. Fórmulas de los modelos para las curvas de acumulación de especies

Modelo	Fórmula	Formula de Asintota (Especies esperadas)
Exponencial	$(a/b) (1 - e^{-bt})$	a/b
Clench	$at/(1+bt)$	a/b
Logarítmico	$(1 - e^{-b})^{-1} \log (1 + (1 - e^{-b}) at)$	-

Nota: t representa el esfuerzo de muestreo y, a y b los parámetros de ajuste de la curva

La eficiencia de muestreo se mide en porcentaje de eficiencia, comparando el número de especies observadas versus el número de especies esperadas.

5.4.2.7. Análisis multivariado

Para visualizar la estructura de la comunidad de especies de anfibios y reptiles, ponderadas por su abundancia en función del tipo de formación vegetal y zonas de evaluación se realizó un análisis de *Escalamiento multidimensional no métrico* (NMDS). Este análisis se llevó a cabo en base a la distancia de Bray Curtis con 1000 permutaciones.

Complementariamente se realizó un análisis de similitud entre grupos ANOSIM, en el caso de la herpetofauna, usado para comparar muestras en base a la composición de taxones (Clarke 1983) y un análisis de permutaciones PERMANOVA para las comunidades de aves, este análisis es semejante a un análisis de varianza, pero está basado en permutaciones calculadas mediante el algoritmo de Montercarlo, siendo recomendado para comunidades que no cumplen los supuestos de normalidad (Anderson *et al.*, 2008). Posteriormente se calculó el porcentaje de disimilitud SIMPER para establecer cuáles fueron las especies que tienen mayor contribución en la diferenciación de las comunidades. Estos análisis se



realizaron con el paquete Vegan (Oksanen *et al.*, 2017) en el programa R (R Core Team 2018).

5.4.2.8. Determinación de especies endémicas y amenazadas de fauna silvestre

En cuanto a los anfibios y reptiles, las especies endémicas se determinaron mediante la revisión de bibliografía especializada como las descripciones de las especies o aquellas que indiquen la distribución o ampliación de rango. Adicionalmente se consultarán bases de datos en línea como «*Reptile Data base*» (Uetz *et al.*, 2019), «*Amphibian species of the world*» (Frost, 2019), Amphibiaweb (2018) y la base de datos de distribución de especies de la «*The IUCN Red List of Threatened species*»² (IUCN, 2019).

Para aves, las especies endémicas y migratorias de Perú se determinaron según Schulenberg *et al.* (2010) y Plenge (2019), las especies endémicas de los biomas según Stolz *et al.* (1996), y las especies endémicas a algún Área de Endemismo de Aves (EBA, por sus siglas en inglés) se determinaron de acuerdo a la lista de EBA de BirdLife International (Stattersfield *et al.*, 1998).

Las especies endémicas de mamíferos se determinaron utilizando la publicación de Pacheco *et al.* (2009) sobre diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú.

Para determinar las especies amenazadas de fauna silvestre (anfibios y reptiles, aves, y mamíferos) se consultó la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre protegidas por el estado peruano según el Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI complementadas con el Libro Rojo de Fauna Silvestre Amenazada del Perú (SERFOR, 2018). También, se listaron las especies incluidas en «*The IUCN Red List of Threatened species*»⁴ (IUCN, 2019), los apéndices «*The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*»⁵ (CITES, 2017) y las especies incluidas en los apéndices de la *Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals*⁶ (por sus siglas en inglés, CMS) del 2015.

⁴ Traducido al español como Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

⁵ Traducido al español como Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres.

⁶ Traducido al español como Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres.



6. RESULTADOS

6.1 Flora silvestre

Los resultados de la evaluación de flora silvestre en las 5 zonas seleccionadas en el área de estudio, relacionados a riqueza de especies, cobertura vegetal, abundancia relativa, diversidad (alfa y beta) y especies protegidas, son presentados a continuación.

6.1.1 Composición y riqueza de especies

6.1.1.1 Composición florística en el área de estudio

Se identificaron 351 especies de plantas vasculares, agrupadas en 4 clases, 64 familias botánicas y 210 géneros (Anexo B-3.1). La clase Magnoliopsida (angiospermas) representa el grupo dominante con 232 especies (66,1 %), seguidas de la clase Liliopsida (angiospermas) con 90 especies (25,6 %). Una menor diversidad presenta la clase Polypodiopsida (helechos) con 25 especies (7,1 %) y Lycopodiopsida con 4 especies (1,1 %). Tabla 6.1 y Figura 6.1.

Tabla 6.1. Número de familias, géneros y especies por cada clase registrada en el área de estudio

Clase	Familia	Género	Especie
Lycopodiopsida	1	2	4
Polypodiopsida	6	16	25
Liliopsida	11	56	90
Magnoliopsida	46	136	232
Total	64	210	351

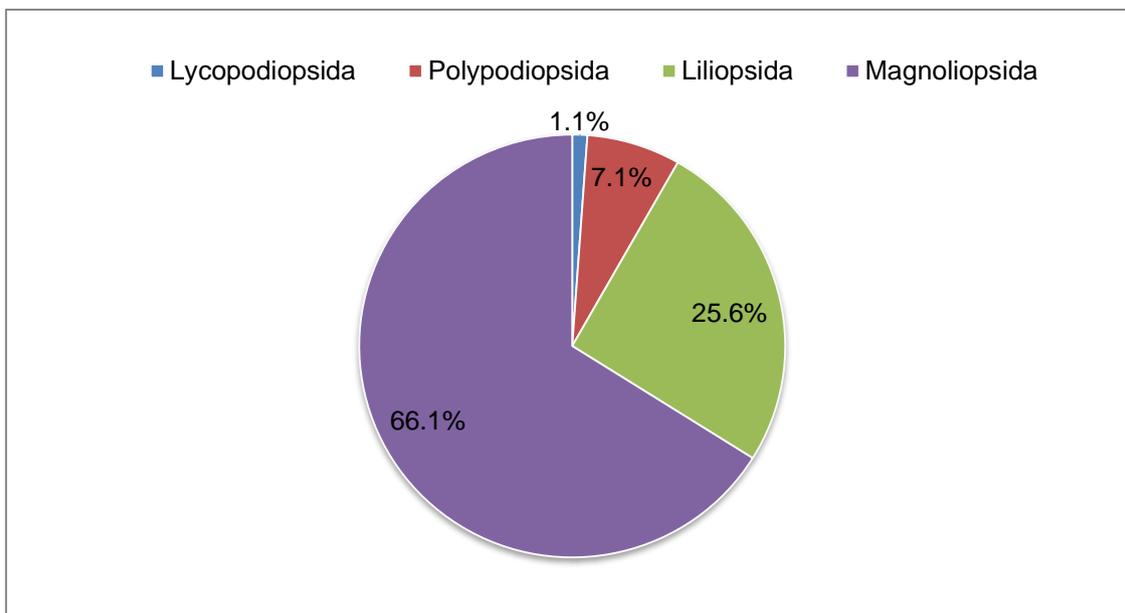


Figura 6.1. Porcentaje de especies por clase registrado en el área de estudio

Las familias más diversas fueron Asteraceae con 75 especies en 42 géneros y Poaceae con 45 especies en 24 géneros; en conjunto solo estas 2 familias agruparon el 34 % del total de



especies, alrededor de la tercera parte del total presentes en el área de estudio. En general, estas familias son las más frecuentes (diversas) en los Andes del Perú. Entre otras familias más diversas tenemos a Cyperaceae y Rosaceae con 13 especies cada uno. Además, entre las 9 familias más diversas, agrupan el 55 % del total de especies registradas en el área de estudio (Figuras 6.2 y 6.3).

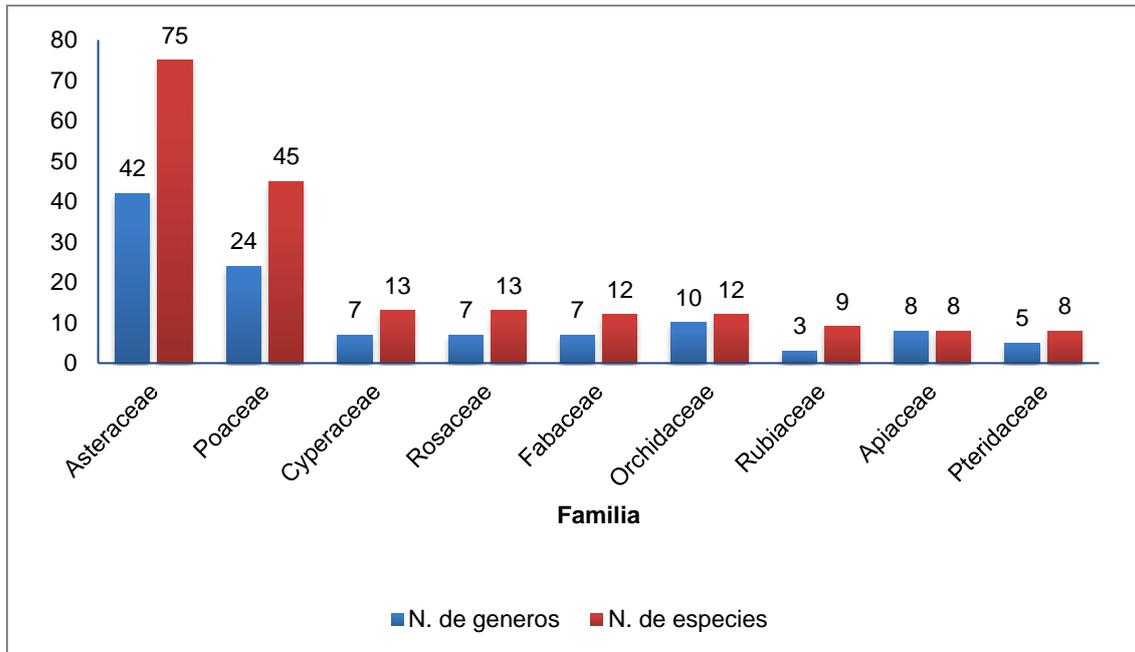


Figura 6.2. Familias más diversas, indicando número de géneros y especies, registradas en el área de estudio

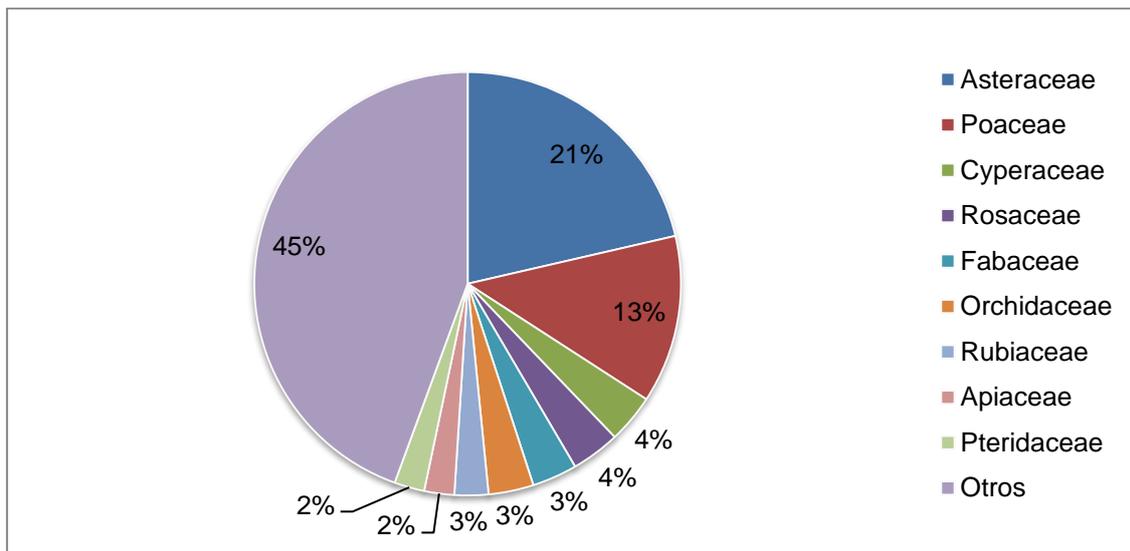


Figura 6.3. Familias con mayor porcentaje de especies, por encima del 3 % de especies registradas en el área de estudio

Los géneros con mayor número de especies fueron *Calamagrostis* y *Baccharis* con 9 y 8 especies respectivamente. Estos 2 géneros pertenecen a las familias Poaceae y Asteraceae respectivamente. Entre otros géneros tenemos a *Senecio* y *Plantago* con 7 y 6 especies



respectivamente. Entre los 10 géneros más diversos, agrupan el 17,4 % de todas las especies registradas en el área de estudio (Figura 6.4).

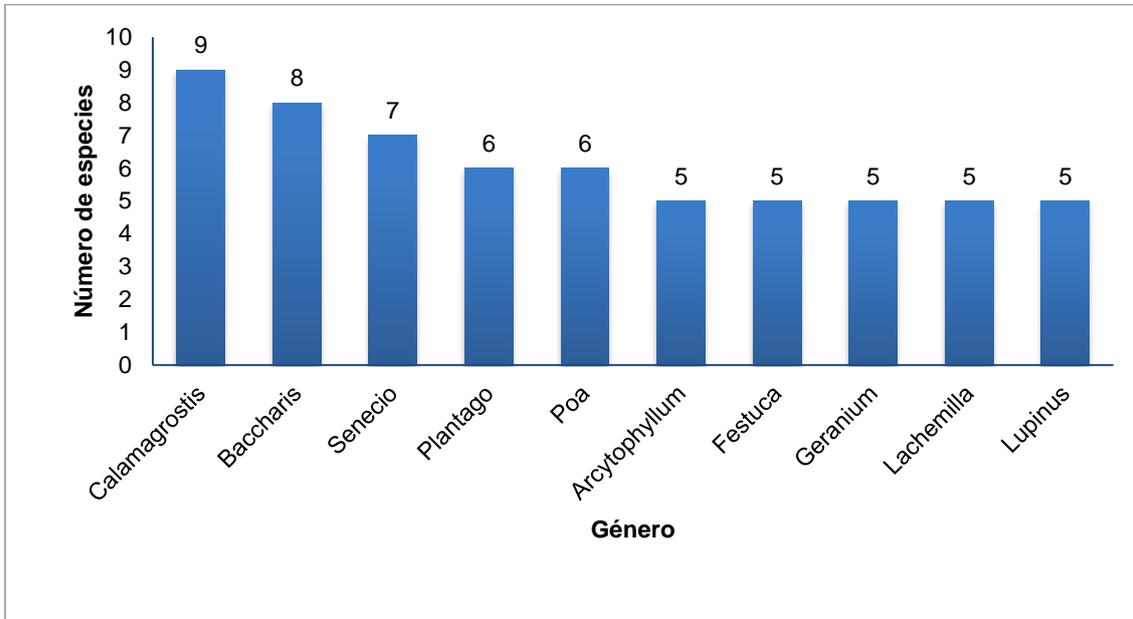


Figura 6.4. Géneros con mayor número de especies registradas en el área de estudio

Las especies con forma de crecimiento herbáceo fueron las más comunes en el área de estudio, con 275 especies que representa el 78,3 % del total de las especies, seguida de los arbustos con 54 especies (15,4 %). Mientras que, otras formas de crecimiento presentaron porcentajes individuales menores al 4 % del total de especies (Figura 6.5).

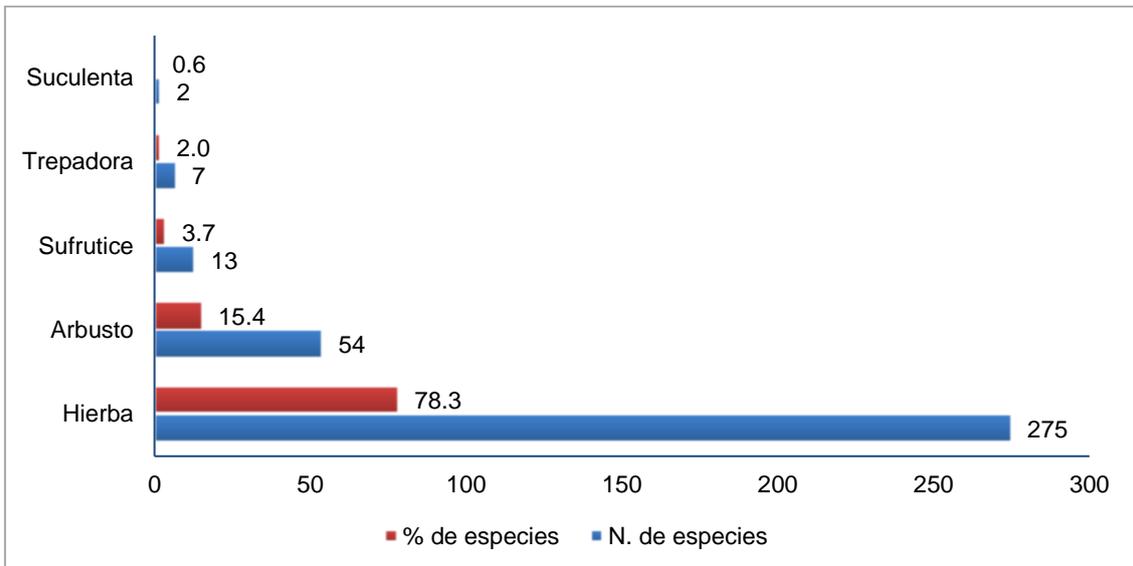


Figura 6.5. Formas de crecimiento de la flora vascular registrada en el área de estudio



6.1.1.2 Composición florística por formación vegetal

En el área de estudio se identificaron 4 formaciones vegetales, las mismas que se detallan a continuación:

a. Bofedal

Los bofedales son comunidades vegetales comunes en las grandes alturas de los Andes, se caracterizan por un abastecimiento de agua continuo, el cual permite que la vegetación se mantenga casi inalterable, siempre verde, durante todo el año a diferencia de otras formaciones vegetales. Esta comunidad vegetal se presentó en 4 de las 5 zonas evaluadas. Estos bofedales cumplen un rol central en la ecología altoandina, como hábitat de muchas especies de plantas y animales, y como importante fuente de agua y recursos para la flora, fauna y pobladores locales. En consecuencia, es uno de los ecosistemas más afectados del mundo y se clasifica como un ecosistema con una alta prioridad de conservación. En esta formación se registraron 94 especies agrupadas en 27 familias y 59 géneros (Figura 6.6). En su mayoría son especies que requieren ambiente saturados de agua para poder desarrollar, con algunas especies que provienen de ecosistemas contiguos (pajonal y matorral).

b. Matorral

Los matorrales son formaciones vegetales comunes en las distintas zonificaciones de los Andes del Perú y son comunidades vegetales en donde el estrato dominante es el arbustivo. Además, existe una variada riqueza de especies herbáceas que aprovechan las condiciones favorables que proveen los matorrales para poder desarrollarse. Se observó la presencia de esta formación algunas veces alternando con una importante presencia de macollos de gramíneas, identificándola en 4 de las 5 zonas evaluadas del área de estudio. En esta formación se registraron la mayor diversidad con 259 especies agrupadas en 59 familias y 167 géneros (Figura 6.6).

c. Pajonal

Los pajonales son generalmente formaciones extensas donde la mayor cobertura vegetal está dada por especies de gramíneas amacolladas de la familia Poaceae. Esta formación vegetal se presentó en 4 de las 5 zonas evaluadas. En esta formación se registraron 139 especies agrupadas en 35 familias y 92 géneros (Figura 6.6).

d. Vegetación de roquedal

Los afloramientos rocosos y zonas con grandes rocas y piedras albergan una vegetación muy variada, debido a los numerosos microhábitats que ofrece. Destacan por su diversidad los arbustos y helechos que aprovechan los intersticios rocosos para establecerse, además de numerosas especies herbáceas; esta formación vegetal se identificó en 3 de las 5 zonas evaluadas en el área de estudio. En esta formación se registraron 114 especies agrupadas en 35 familias y 80 géneros (Figura 6.6).

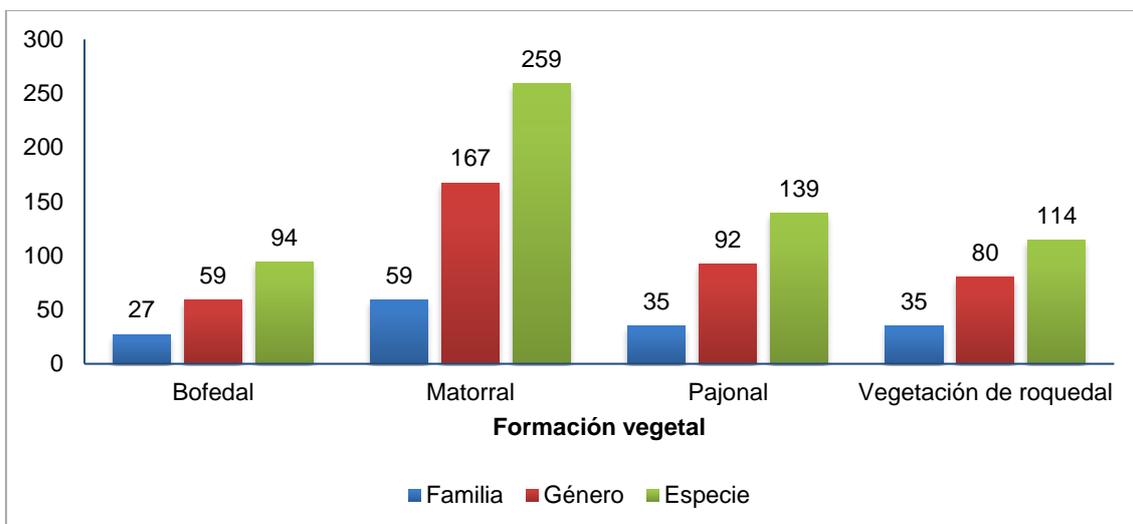


Figura 6.6. Número de especies, géneros y familias presentes en las formaciones vegetales en el área de estudio

6.1.1.3 Composición florística por microcuenca

En el área de estudio se evaluaron 5 zonas con sus respectivas formaciones vegetales. En la microcuenca Chanche se evaluó la zona I, en la microcuenca La Encañada se evaluaron las zonas II, III y V y en la microcuenca Yanacocha la zona IV, las mismas que se detallan a continuación.

a. Microcuenca Chanche

Zona I

En la zona I se evaluaron las formaciones vegetales de bofedal, matorral, pajonal y vegetación de roquedal, en las que se registraron un total de 154 especies agrupadas en 41 familias y 108 géneros (Figura 6.7). Las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 47 y 18 especies respectivamente (Figura 6.8).

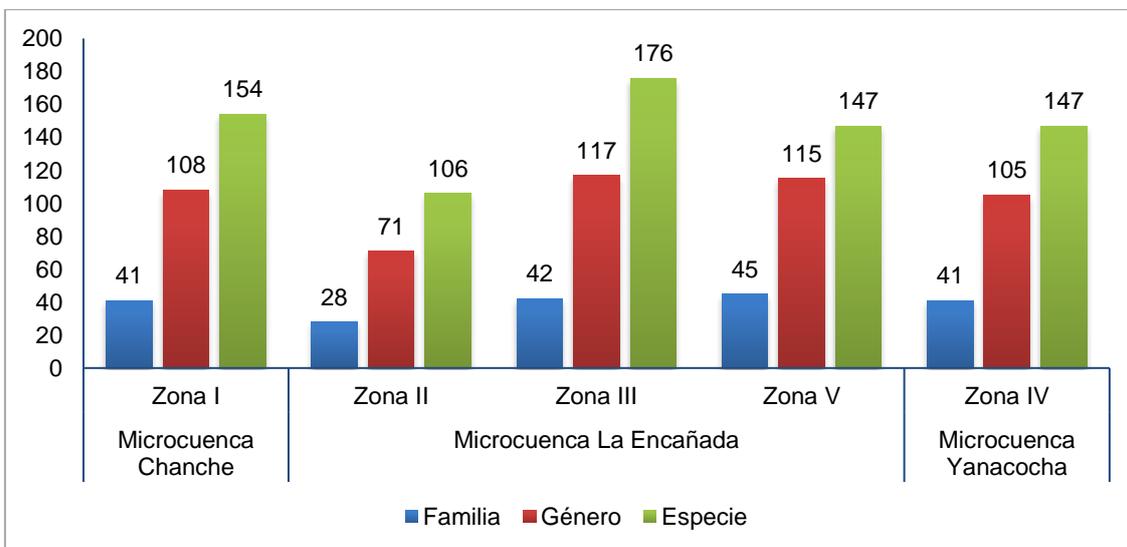


Figura 6.7. Número de especies, géneros y familias por zonas, en el área de estudio

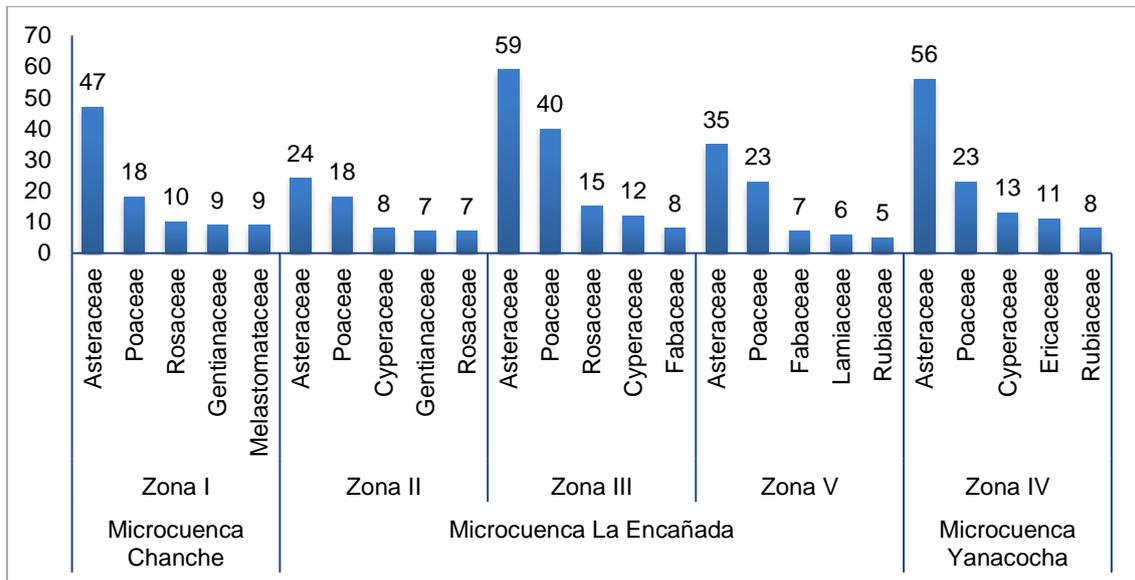


Figura 6.8. Familias más diversas por microcuenca y zonas, presentes en el área de estudio

En el bofedal se registraron 32 especies agrupadas en 16 familias y 26 géneros (Figura 6.9). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 6 y 5 especies respectivamente; entre otras familias están Cyperaceae y Fabaceae con 4 y 2 especies respectivamente (Figura 6.10).

En el matorral se registraron 34 especies agrupadas en 19 familias y 30 géneros (Figura 6.9). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Rosaceae con 7 y 4 especies respectivamente; entre otras familias están Melastomataceae e Hypericaceae con 3 y 2 especies respectivamente (Figura 6.10).

En el pajonal se registraron 81 especies agrupadas en 27 familias y 65 géneros (Figura 6.9). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 22 y 9 especies respectivamente; entre otras familias están Fabaceae y Gentianaceae con 5 especies cada una (Figura 6.10).

En la vegetación de roquedal se registraron 60 especies agrupadas en 24 familias y 48 géneros (Figura 6.9). En donde la familia más diversa fue Asteraceae con 12 especies seguida de Dryopteridaceae y Orchidaceae con 5 especies cada una; entre otras familias están Poaceae y Apiaceae con 4 y 3 especies respectivamente (Figura 6.10).

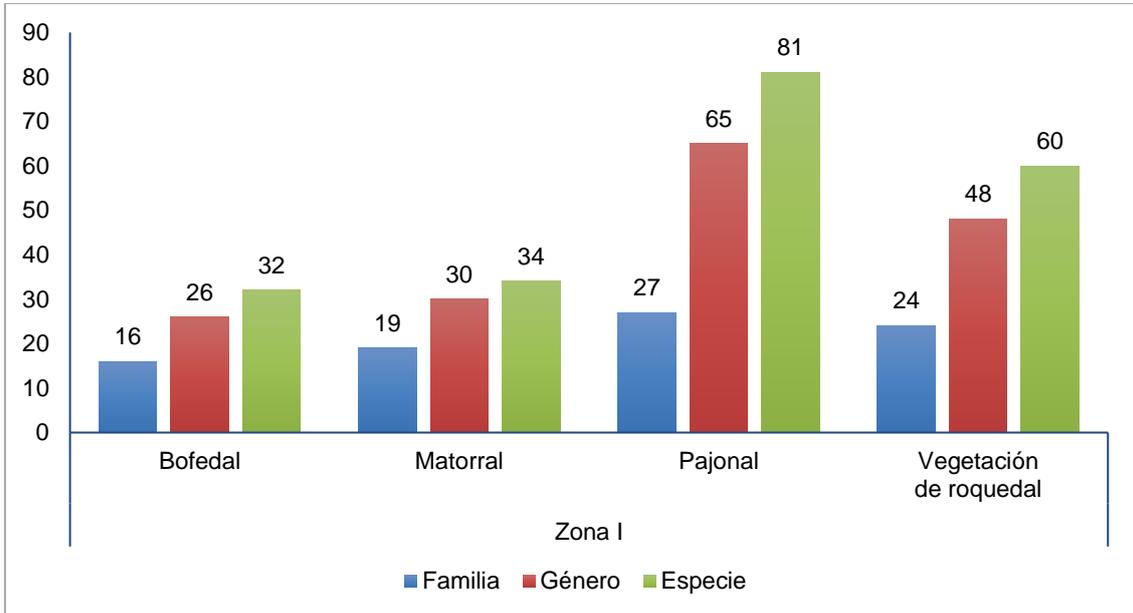


Figura 6.9. Número de especies, géneros y familias por formación vegetal, presentes en la zona I del área de estudio

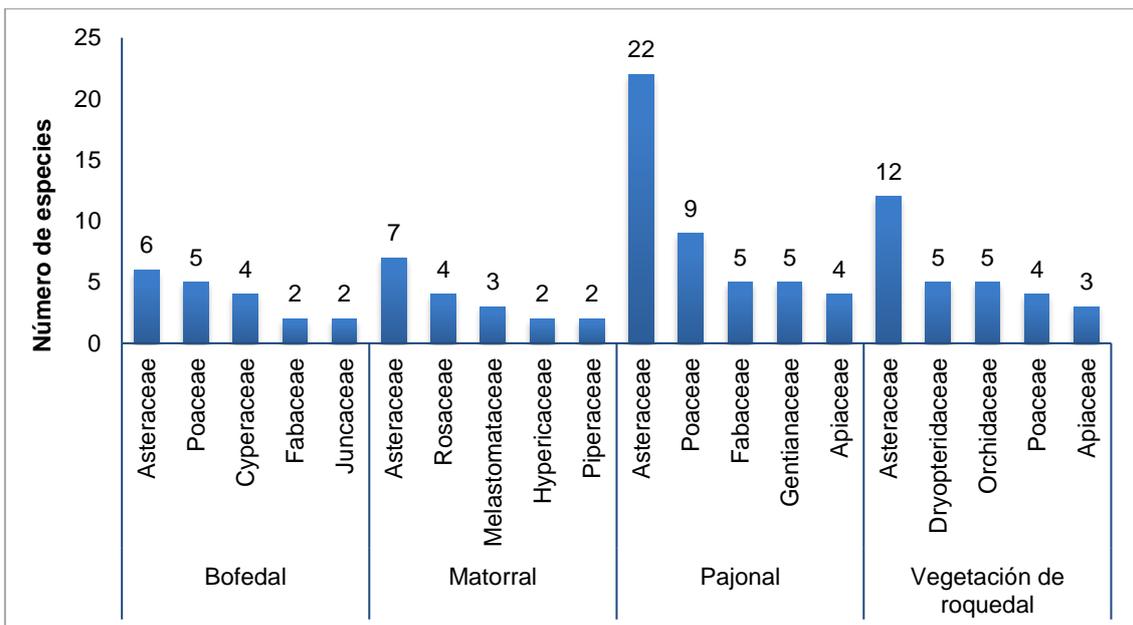


Figura 6.10. Familias más diversas por formación vegetal, presentes en la zona I del área de estudio

b. Microcuenca La Encañada

Zona II

En esta zona se evaluaron las formaciones vegetales de bofedal y pajonal, en las que se registraron un total de 106 especies agrupadas en 28 familias y 71 géneros (Figura 6.7). Las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 24 y 18 especies respectivamente (Figura 6.8).



En el bofedal se registraron 42 especies agrupadas en 15 familias y 29 géneros (Figura 6.11). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 7 especies cada una; entre otras familias están Cyperaceae, Rosaceae y Juncaceae con 4 especies cada una (Figura 6.12).

En pajonal se registraron 79 especies agrupadas en 27 familias y 60 géneros (Figura 6.11). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 17 y 11 especies respectivamente; entre otras familias están Cyperaceae, Fabaceae y Gentianaceae con 4 especies cada uno (Figura 6.12).

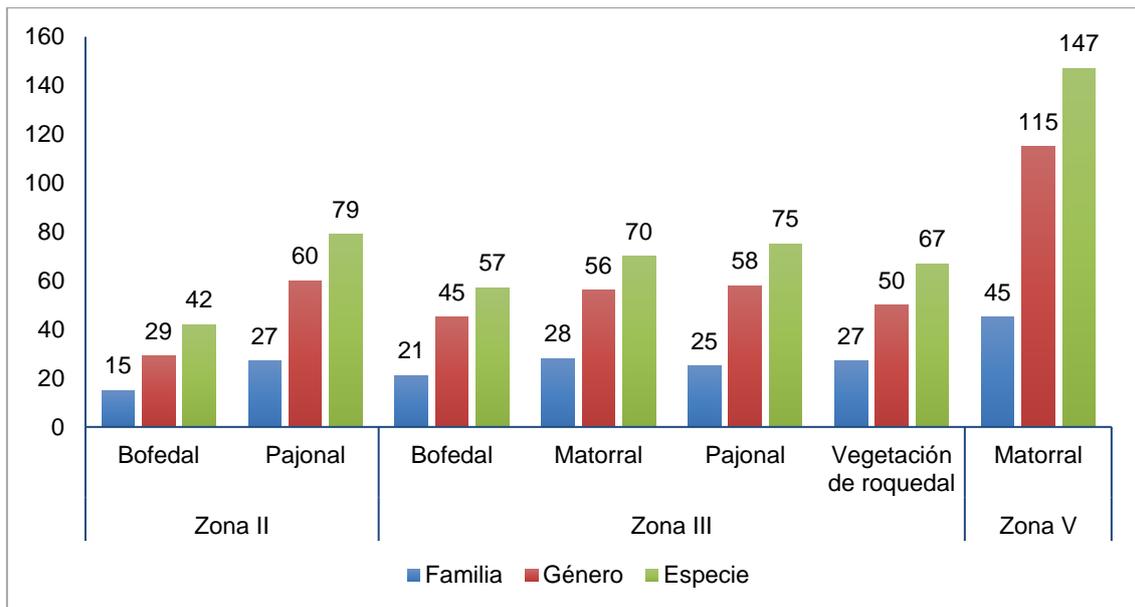


Figura 6.11. Número de especies, géneros y familias por formación vegetal, presentes en las zonas II, III y V del área de estudio

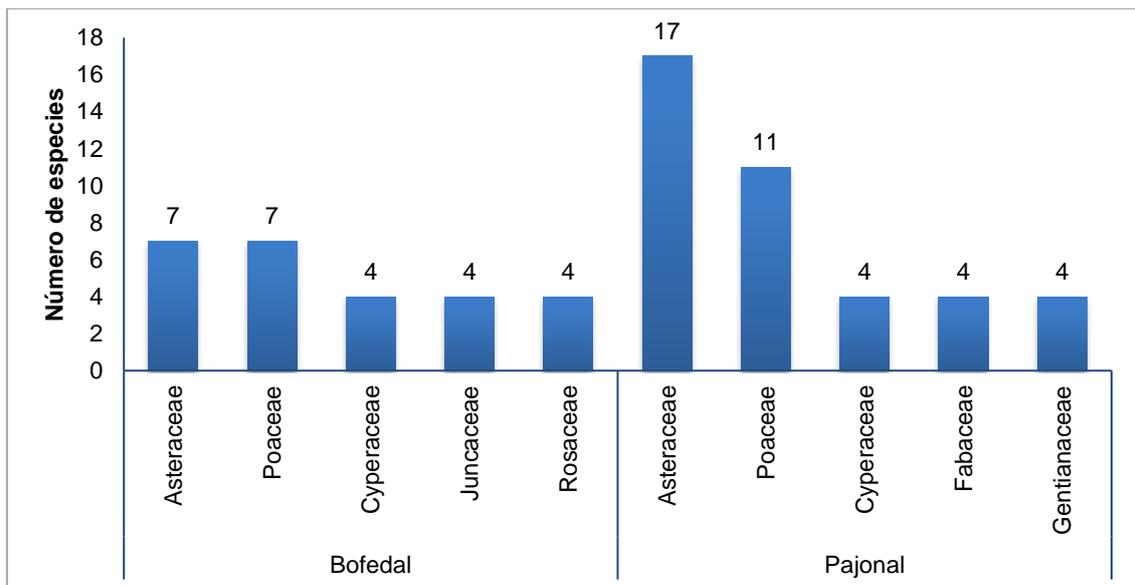


Figura 6.12. Familias más diversas por formación vegetal, presentes en la zona II del área de estudio



Zona III

En esta zona se evaluaron las formaciones vegetales de bofedal, matorral, pajonal y vegetación de roquedal, en las que se registraron un total de 176 especies agrupadas en 42 familias y 117 géneros (Figura 6.7). Las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 59 y 40 especies respectivamente (Figura 6.8).

En el bofedal se registraron 57 especies agrupadas en 21 familias y 45 géneros (Figura 6.11). En donde las familias más diversas fueron Poaceae y Asteraceae con 12 y 8 especies respectivamente; entre otras familias están Cyperaceae y Plantaginaceae con 5 y 4 especies respectivamente (Figura 6.13).

En el matorral se registraron 70 especies agrupadas en 28 familias y 56 géneros (Figura 6.11). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 16 y 12 especies respectivamente; entre otras familias están Fabaceae y Plantaginaceae con 3 especies cada uno (Figura 6.13).

En el pajonal se registraron 75 especies agrupadas en 25 familias y 58 géneros (Figura 6.11). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 19 y 12 especies respectivamente; entre otras familias están Cyperaceae y Rosaceae con 5 y 4 especies respectivamente (Figura 6.13).

En la vegetación de roquedal se registraron 67 especies agrupadas en 27 familias y 50 géneros (Figura 6.11). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Dryopteridaceae con 16 y 5 especies respectivamente; entre otras familias están Rosaceae y Poaceae con 4 especies cada uno (Figura 6.13).

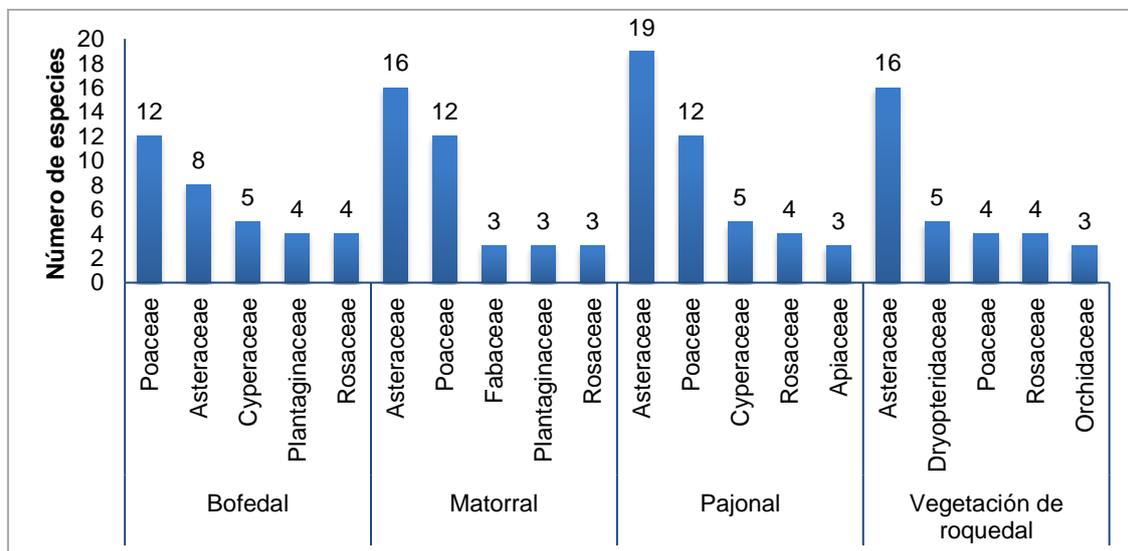


Figura 6.13. Familias más diversas por formación vegetal, presentes en la zona III del área de estudio

Zona V

En esta zona se evaluó únicamente la formación vegetal de matorral en las que se registraron un total de 147 especies agrupadas en 45 familias y 115 géneros (Figura 6.7). Las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 35 y 23 especies



respectivamente; entre otras familias están Fabaceae y Lamiaceae con 7 y 6 especies respectivamente (Figura 6.8).

c. Microcuenca Yanacocha

Zona IV

En esta zona se evaluaron las formaciones vegetales de bofedal, matorral, pajonal y vegetación de roquedal, en las que se registraron un total de 147 especies agrupadas en 41 familias y 105 géneros (Figura 6.7). Las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 56 y 23 especies respectivamente (Figura 6.8).

En el bofedal se registraron 31 especies agrupadas en 11 familias y 21 géneros (Figura 6.14). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 9 y 6 especies respectivamente; entre otras familias están Gentianaceae y Geraniaceae con 3 especies cada uno (Figura 6.15).

En el matorral se registraron 89 especies agrupadas en 35 familias y 71 géneros (Figura 6.14). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 21 y 8 especies respectivamente; entre otras familias está Cyperaceae y Ericaceae con 7 y 5 especies respectivamente (Figura 6.15).

En el pajonal se registraron 51 especies agrupadas en 22 familias y 45 géneros (Figura 6.14). En donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae con 16 y 5 especies respectivamente; entre otras familias está Cyperaceae, Oxalidaceae y Rubiaceae con 3 especies cada uno (Figura 6.15).

En la vegetación de roquedal se registraron 52 especies agrupadas en 24 familias y 47 géneros (Figura 6.14). En donde la familia más diversa fue Asteraceae con 10 especies; entre otras familias están Poaceae, Ericaceae, Orchidaceae y Pteridaceae con 4 especies cada uno (Figura 6.15).

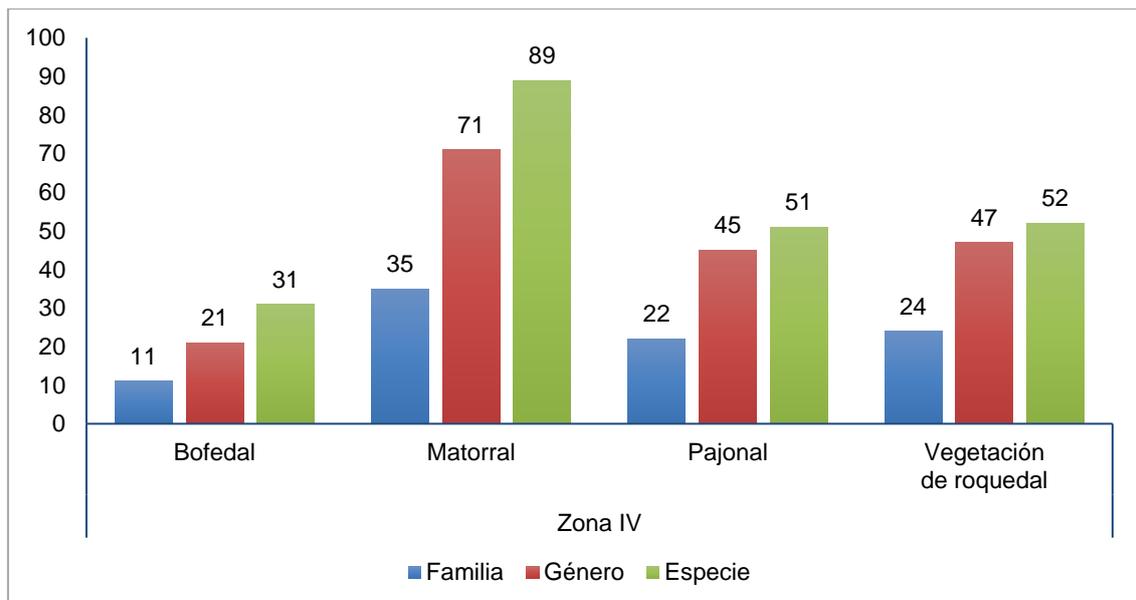


Figura 6.14. Número de especies, géneros y familias por formación vegetal, presentes en la zona IV del área de estudio

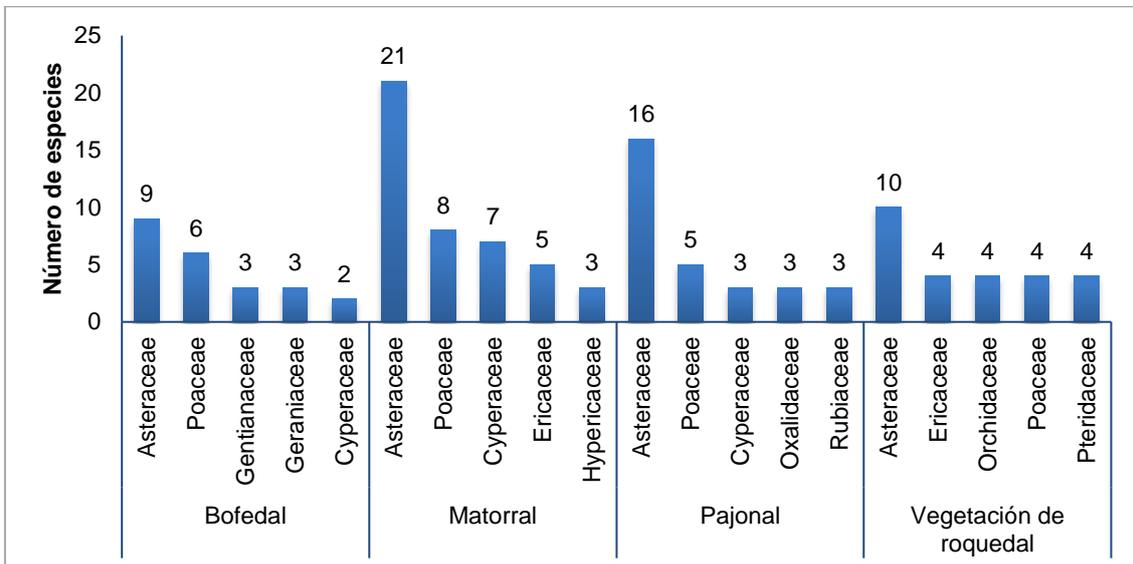


Figura 6.15. Familias más diversas por formación vegetal, presentes en la zona IV del área de estudio

6.1.1.4 Esfuerzo de muestreo

La curva de acumulación obtenida en base al esfuerzo de muestreo (50 transectos en 5 zonas) no llega a alcanzar la asíntota (Figura 6.16); sin embargo, dado que el modelo de Clench ($p=0,999$) estima la presencia de 316 especies (Tabla 6.2), se puede inferir que el esfuerzo de muestreo realizado fue el adecuado, ya que se logró registrar un total de 351 especies (Anexo B-1.1), un número mayor de las especies potenciales para la zona.

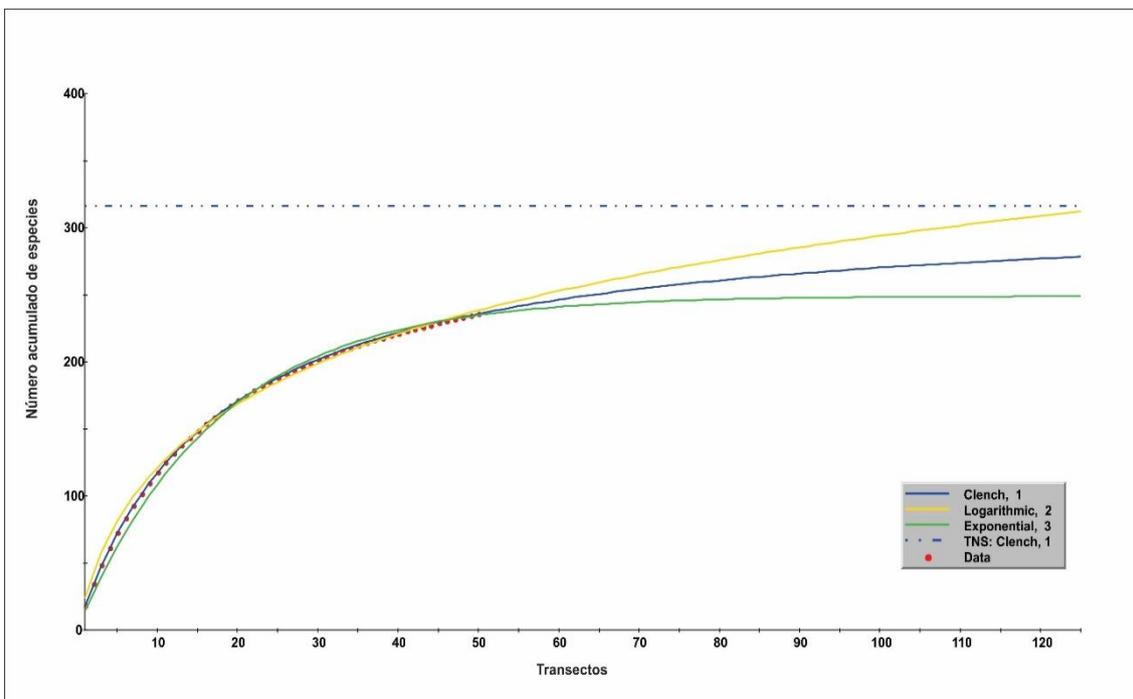


Figura 6.16. Curva de acumulación de especies en el área de estudio

**Tabla 6.2.** Parámetros de los modelos para la curva de acumulación de especies

Modelo	a	b	ρ	TNS	Log L	LR	1/LR
Clench	18,531	0,059	0,999	316,246	82,023	1	1
Logarítmico	27,063	0,012	0,99	---	16,531	3,61E-29	2,77E+28
Exponencial	14,21	0,057	0,997	248,973	8,606	1,31E-32	7,66E+31

Donde: ρ : valor de correlación, a y b parámetros de ajuste al modelo LR: radio del likelihood, NTE: número total de especies estimadas

6.1.1.5 Especies amenazadas, casi amenazadas y endémicas de flora silvestre

a. Especies amenazadas y casi amenazadas

De acuerdo a los criterios de amenaza de las listas de categorización nacional e internacional, se encontraron 9 especies de flora silvestre (Tabla 6.3), que representa un 2,6 % del total registradas en el presente estudio.

De las 9 especies amenazadas y casi amenazadas, 6 se encuentran protegidas por la legislación peruana según la Categorización Nacional de Especies Amenazadas de Flora Silvestre (D.S. N.º 043-2006-AG) (Tabla 6.3), 2 de ellas se encuentra en Peligro Crítico (CR): *Ascidiogyne wurdackii* y *Solanum jalcae*. 2 especies en categoría En Peligro de extinción (EN): *Geranium ayavacense* y *Acaulimalva alismatifolia*. 2 especies se encuentran en categoría Casi Amenazada (NT): *Salvia oppositiflora* y *Myrosmodes nubigenum*.

De las 21 especies, 3 se encuentra en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - IUCN (2019) (Tabla 6.3), 2 de ellas en la categoría Vulnerable (Vu): *Plantago lanceolata* y *Polylepis reticulata*. Una se encuentra en la categoría de Casi Amenazada (NT): *Aristeguetia discolor* (Tabla 6.3).

Tabla 6.3. Especies categorizadas según la Legislación Nacional D.S. N.º 043-2006 AG, IUCN 2019 y especies citadas en los Apéndices CITES (2017), en el área de estudio

Familia	Especie	D.S. N.º 043-2006-AG	IUCN 2019	CITES 2017
Asteraceae	<i>Ascidiogyne wurdackii</i>	CR	---	---
Asteraceae	<i>Aristeguetia discolor</i>	---	NT	---
Cactaceae	<i>Matucana</i> sp.	---	---	Apéndice II
Geraniaceae	<i>Geranium ayavacense</i>	EN	---	---
Lamiaceae	<i>Salvia oppositiflora</i>	NT	---	---
Malvaceae	<i>Acaulimalva alismatifolia</i>	EN	---	---
Orchidaceae	<i>Myrosmodes nubigenum</i>	NT	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Aa</i> sp.	---	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Cyrtochilum aureum</i>	---	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp. 1	---	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp.2	---	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Gomphichis valida</i>	---	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis andicola</i>	---	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Pachyphyllum</i> sp.	---	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.	---	---	Apéndice II



Familia	Especie	D.S. N.º 043-2006-AG	IUCN 2019	CITES 2017
Orchidaceae	<i>Pterichis leucoptera</i>	---	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Pterichis triloba</i>	---	---	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.	---	---	Apéndice II
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	---	VU	---
Rosaceae	<i>Polylepis reticulata</i>	---	VU	---
Solanaceae	<i>Solanum jalcae</i>	CR	---	---

---: especie no registrada en esta categoría

CR: Peligro Crítico; Vu: Vulnerable; NT: Casi amenazado

b. Especies CITES

Respecto a los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre CITES (2017), se encontraron 13 especies dentro del apéndice II pertenecientes a las familias Cactaceae y Orchidaceae (Tabla 6.3).

c. Especies endémicas

Se registraron 38 especies endémicas según el «Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú» (León *et al.*, 2006), siendo la familia Asteraceae la más diversa con 13 especies. Las 38 especies endémicas corresponden al 10,8 % del total de especies registradas para el área de estudio. Todas las especies endémicas y su distribución departamental se muestran en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Lista de especies endémicas del Perú, según León *et al.* (2006), Samain *et al.* (2011) y Pino y Cieza (2009)

Familia	Especie	Forma de crecimiento	Distribución
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea porrecta</i>	Hierba	AN, LL, PA.
Asteraceae	<i>Asciidiogyne wurdackii</i>	Hierba	AM, CA.
Asteraceae	<i>Baccharis hutchisonii</i>	Arbusto	CA, LA, PI.
Asteraceae	<i>Baccharis tarmensis</i>	Arbusto	AM, CA, JU.
Asteraceae	<i>Coreopsis oblanceolata</i>	Sufrútice	CA, PI.
Asteraceae	<i>Coreopsis senaria</i>	Arbusto	AM, CA, LL.
Asteraceae	<i>Diplostephium callaense</i>	Arbusto	AM, CA.
Asteraceae	<i>Gynoxys caracensis</i>	Arbusto	AN, CA, HU.
Asteraceae	<i>Gynoxys jelskii</i>	Arbusto	AM, CA.
Asteraceae	<i>Jaltomata paneroi</i>	Arbusto	CA.
Asteraceae	<i>Pappobolus subniveus</i>	Arbusto	CA.
Asteraceae	<i>Paranephelius ferreyrii</i>	Hierba	CA, LL.
Asteraceae	<i>Senecio ishcaivilcanus</i>	Arbusto	CA, LL.
Asteraceae	<i>Tridax cajamarcensis</i>	Hierba	CA.
Boraginaceae	<i>Lithospermum macbridei</i>	Hierba	HU, LL, PA.
Calceolariaceae	<i>Calceolaria cajabambae</i>	Hierba	AM, AN, CA, HU, LL, PA.
Calceolariaceae	<i>Calceolaria percaespitosa</i>	Hierba	CA.



Familia	Especie	Forma de crecimiento	Distribución
Calceolariaceae	<i>Calceolaria reichlinii</i>	Arbusto	CA, LL.
Campanulaceae	<i>Siphocampylus platysiphon</i>	Hierba	CA, LL.
Crassulaceae	<i>Villadia aureistella</i>	Hierba	CA.
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea ancachsensis</i>	Hierba	AN, CA, CU.
Fabaceae	<i>Lupinus asymbepus</i>	Arbusto	AP, CA.
Fabaceae	<i>Lupinus jelskianus</i>	Arbusto	CA.
Fabaceae	<i>Lupinus peruvianus</i>	Hierba	AM, AP, AY, CA, CU, JU, PA.
Gentianaceae	<i>Gentianella crassicaulis</i>	Hierba	CA, CU, LL.
Gentianaceae	<i>Halenia pinifolia</i>	Hierba	Sin Datos
Lamiaceae	<i>Clinopodium pulchellum</i>	Arbusto	AN, CA, JU, LL, PI.
Linaceae	<i>Linum polygaloides</i>	Hierba	AN, AY, CA, HV, JU, LI, PI.
Malvaceae	<i>Acaulimalva alismatifolia</i>	Hierba	CA.
Orchidaceae	<i>Pterichis leucoptera</i>	Hierba	JU.
Orobanchaceae	<i>Castilleja virgatoides</i>	Hierba	AP, AY, CU, JU, LA, LL, LI.
Piperaceae	<i>Peperomia jalcaensis</i>	Hierba	CA.
Poaceae	<i>Festuca glyceriantha</i>	Hierba	AN, CA, LL, PA.
Poaceae	<i>Paspalum tuberosum</i>	Hierba	AN, CA, LL.
Polygalaceae	<i>Monnina conferta</i>	Arbusto	AM, AN, AY, CA, HU, HV, JU, LA, LL.
Solanaceae	<i>Solanum jalcae</i>	Hierba	AN, CA, LL, LI.
Violaceae	<i>Viola pallascaensis</i>	Hierba	AN, CA.
Xyridaceae	<i>Xyris tristis</i>	Hierba	CA.

AM: Amazonas; AN: Ancash; AP: Apurímac; AR: Arequipa; AY: Ayacucho; CA: Cajamarca; CU: Cusco; HV: Huancavelica; HU: Huánuco; JU: Junín; LA: Lambayeque; LI: Lima; LL: La Libertad; MO: Moquegua; PA: Pasco; PI: Piura.

6.1.2 Abundancia relativa y cobertura vegetal

6.1.2.1 Cobertura vegetal

La cobertura de la vegetación en el área de estudio presenta valores de bajos a altos, que varían de 46 a 100 % (Figura 6.17). La mayor cobertura promedio se registró en el bofedal y pajonal con 93,4 % y 93,9 % respectivamente, seguida del matorral con 89 %; el valor más bajo de cobertura se registró en la vegetación de roquedal con 58,1 % (Figura 6.18).



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

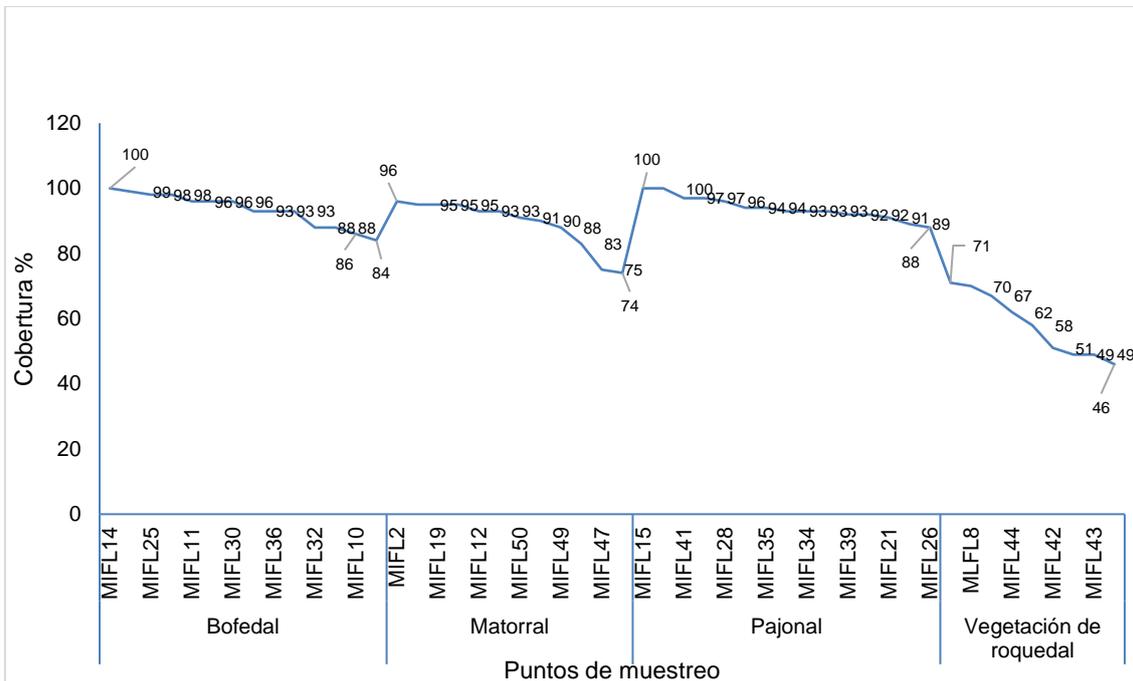


Figura 6.17. Valores de cobertura por punto de muestreo y formación vegetal evaluado en el área de estudio

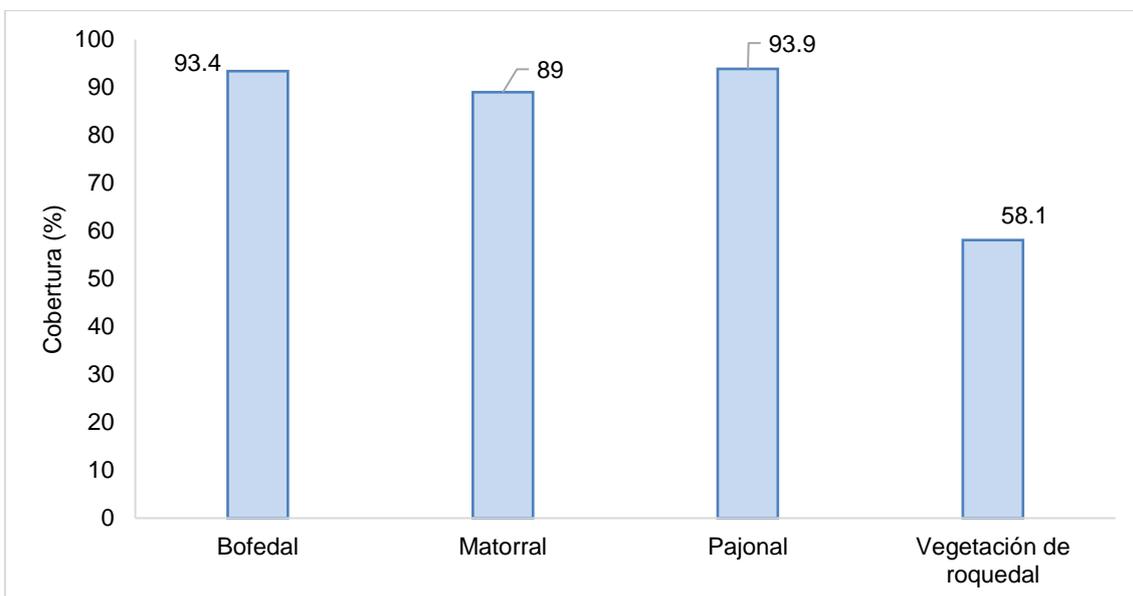


Figura 6.18. Media de la cobertura por formación vegetal evaluado en el área de estudio

6.1.2.2 Abundancia relativa en el área de estudio

De los 50 transectos evaluados en el área de estudio se observa que la composición de especies es muy variada (Figura 6.19). Las especies con mayor abundancia relativa en el área de estudio fueron: *Calamagrostis tarmensis* con 22,8 %, debido a la presencia de pajonales extensos en el área de estudio, seguidos de *Calamagrostis recta* (6,1 %) y



Plantago tubulosa (6,1 %), todas especies herbáceas. Entre otras especies dominantes están *Paspalum tuberosum* (5,5 %) y *Calamagrostis* sp. (2,7 %).

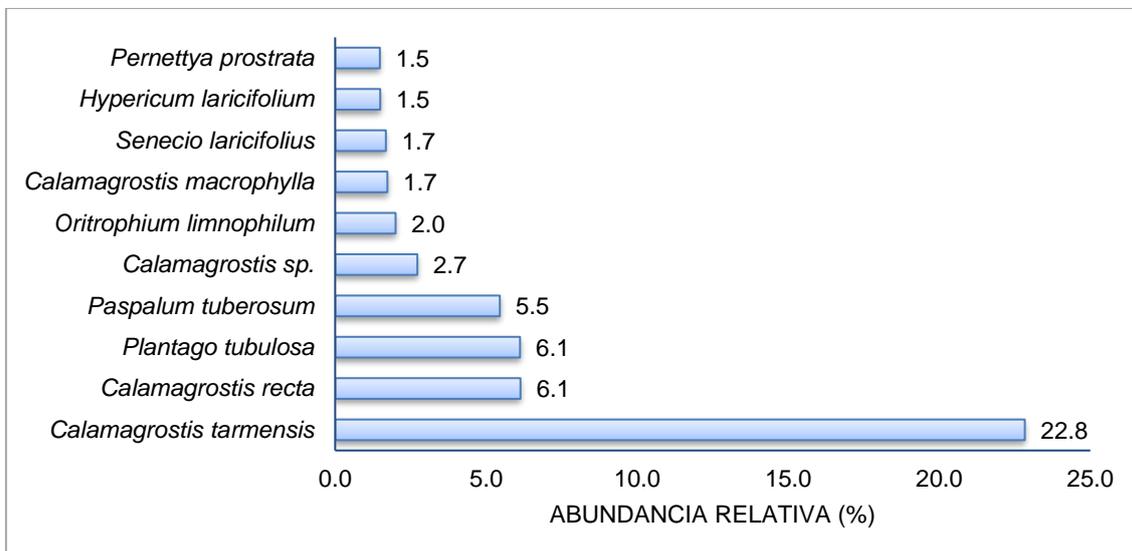


Figura 6.19. Especies con mayor abundancia relativa presentes en el área de estudio

6.1.2.3 Abundancia relativa por formación vegetal

a. Bofedal

Las especies con mayor abundancia relativa en esta formación pertenecen principalmente a las familias Plantaginaceae, Poaceae y Asteraceae, aunque entre ellas tenemos a especies de la familia Juncaceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Plantago tubulosa* con 21,8 %, esta es una de las especies principales que conforman este tipo de ecosistemas. Otras especies dominantes fueron: *Calamagrostis* sp. (9,3 %), *Oritrophium limnophilum* (7,1 %), *Eleocharis geniculata* (5,2 %) y *Oxychloe* sp. (5,2 %), todas especies higrófilas; también se registraron a *Plantago rigida* (4,2 %) y *Paspalum tuberosum* (4 %). Figura 6.20.

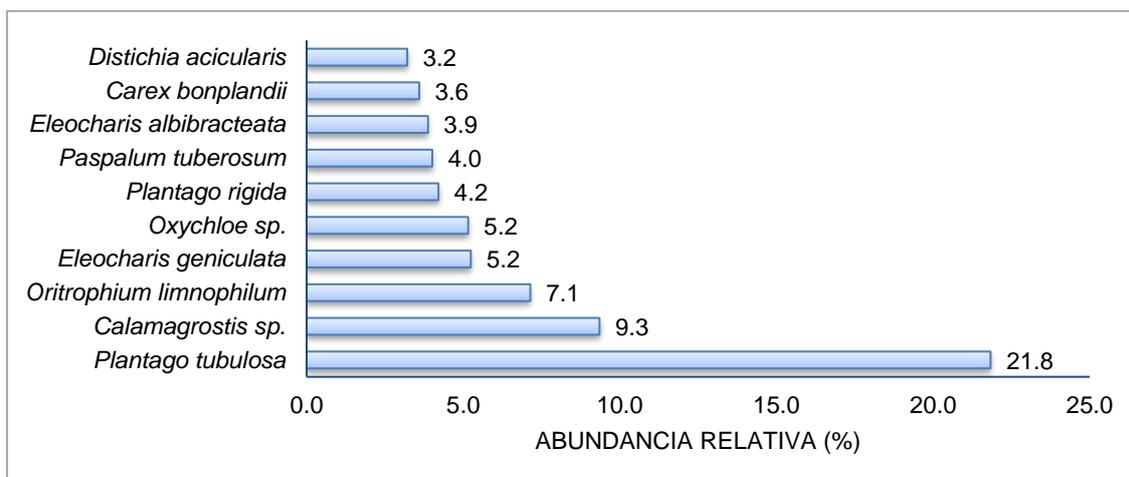


Figura 6.20. Especies con mayor abundancia relativa en el bofedal en el área de estudio



b. Matorral

Las especies registradas en esta formación pertenecen principalmente a las familias Poaceae, Hypericaceae y Asteraceae. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Calamagrostis tarmensis* y *Hypericum laricifolium* con 6,9 % y 5,9 % respectivamente. Entre otras especies se registraron a *Anatherostipa obtusa* (5,7 %), *Poa sp.* (5,1 %) y *Paspalum tuberosum* (4,4 %); también se registraron a *Calamagrostis recta* (4,2 %) y *Salvia styphelos* (4,2 %). Figura 6.21.

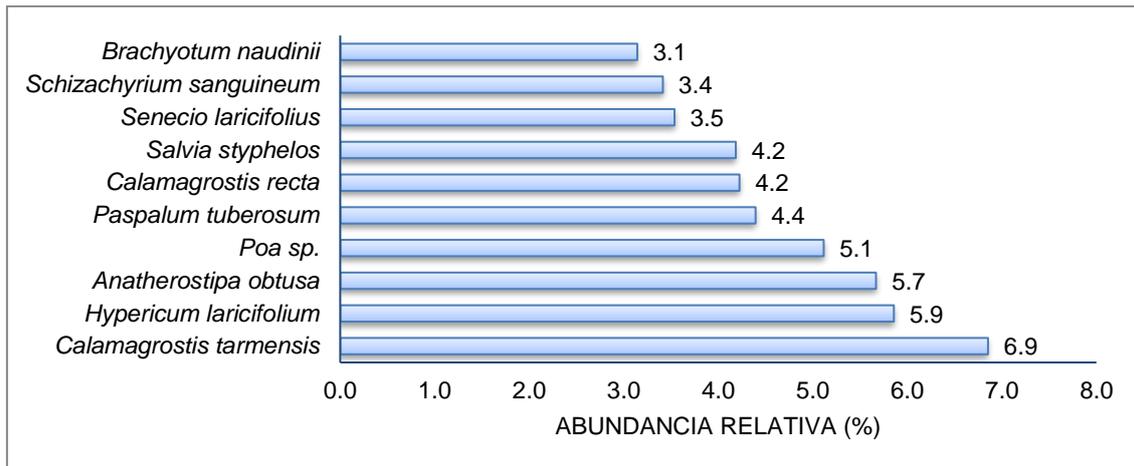


Figura 6.21. Especies con mayor abundancia relativa en el matorral en el área de estudio

c. Pajonal

Las especies registradas con mayor abundancia relativa en esta formación pertenecen principalmente a las familias Poaceae y Asteraceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Calamagrostis tarmensis* con 56 %, especie amacollada común en esta formación vegetal, seguida de *Calamagrostis recta* con 14,3 %. Otras especies dominantes fueron *Paspalum tuberosum* (9,8 %), *Carex brachycalama* (1,4 %), *Paranephelius uniflorus* (1,3 %) y *Pernettya prostrata* (1 %); también se registraron a *Bidens andicola* (0,8 %) y *Trichophorum rigidum* (0,8 %). Figura 6.22.

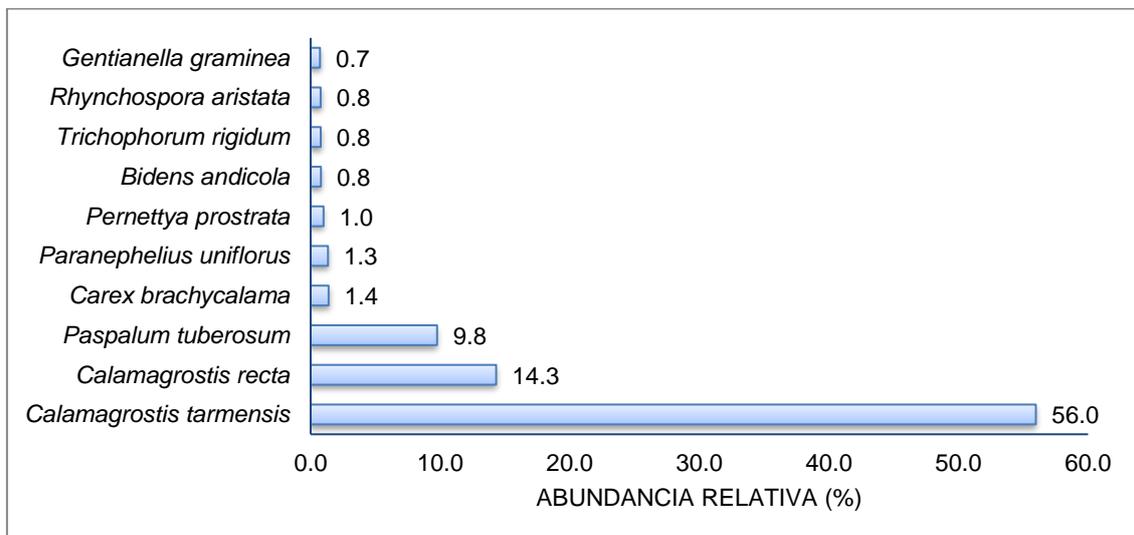


Figura 6.22. Especies con mayor abundancia relativa en el pajonal en el área de estudio



d. Vegetación de roquedal

Las especies con mayor abundancia relativa en esta formación pertenecen principalmente a las familias Poaceae, Rosaceae y Bromeliaceae. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Calamagrostis tarmensis* con 24,3 %, seguida de *Calamagrostis macrophylla* (8,6 %) y *Polylepis reticulata* (5,1 %). Otras especies dominantes fueron: *Puya* sp. 1 (4,7 %), *Senecio laricifolius* (4,6 %), *Pernettya prostrata* (4 %). Figura 6.23

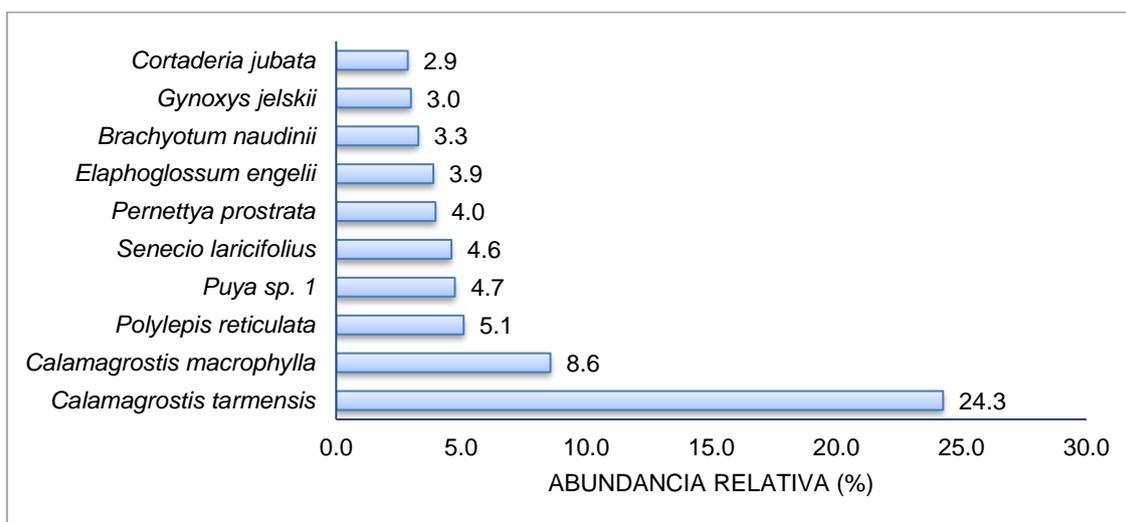


Figura 6.23. Especies con mayor abundancia relativa en la vegetación de roquedal en el área de estudio

6.1.2.4 Abundancia relativa por microcuencia

a. Microcuencia Chanche

Zona I

En esta zona las especies con mayor abundancia relativa en el bofedal pertenecen a las familias Cyperaceae y Asteraceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Eleocharis geniculata* con 36,7 %, seguidas de *Plagiocheilus solivaeformis* con 10,6 % y *Cotula mexicana* con 9,4 %. Otras especies dominantes fueron *Carex bonplandii* (9,4 %) y *Ranunculus psychrophilus* (6,5 %). Figura 6.24.

En el Pajonal las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a la familia Poaceae, Cyperaceae y Asteraceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Calamagrostis tarmensis* con 61 %, seguidas de *Paspalum tuberosum* con 17,9 % y *Carex brachycalama* con 2,4 %. Otras especies dominantes fueron *Bidens andicola* (1,9 %) y *Azorella crenata* (1,5 %). Figura 6.24.

En la vegetación de roquedal las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a las familias Poaceae, Dryopteridaceae y Ericaceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Calamagrostis macrophylla* con 25,7 %, seguidas de *Calamagrostis tarmensis* con 18,9 % y *Elaphoglossum engelii* con 10,2 %. Otras especies dominantes fueron *Pernettya prostrata* (7,7 %) y *Cortaderia jubata* (7 %). Figura 6.24.

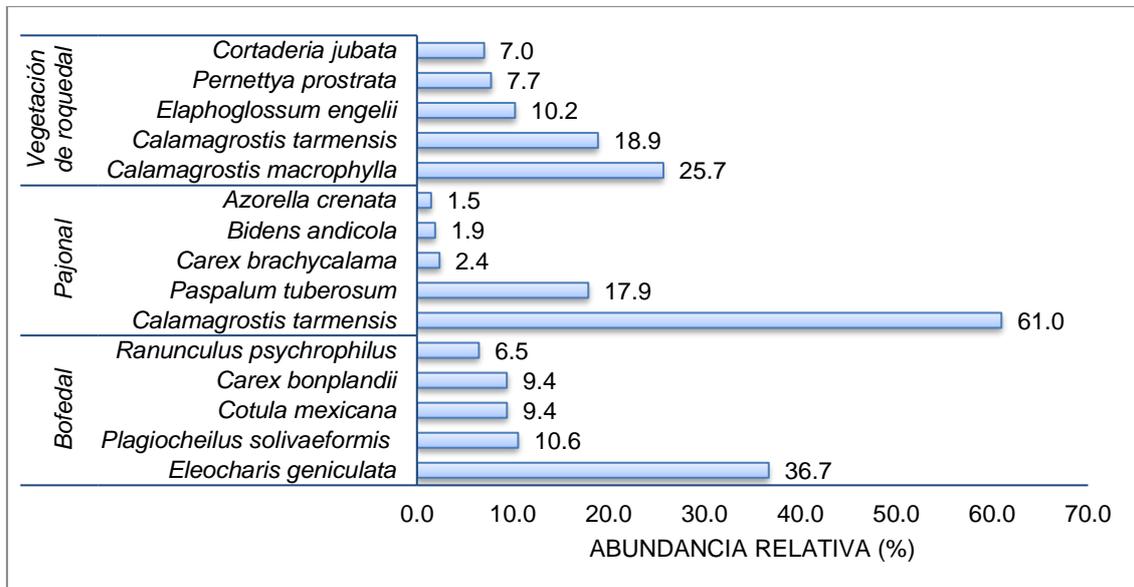


Figura 6.24. Especies con mayor abundancia relativa por formación vegetal en la zona I del área de estudio

b. Microcuenca La Encañada

Zona II

En esta zona las especies con mayor abundancia relativa en el bofedal pertenecen a las familias Plantaginaceae, Poaceae y Asteraceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Plantago tubulosa* con 28,4 %, seguidas de *Calamagrostis* sp. con 11,7 % y *Oritrophium limnophyllum* con 9,8 %. Otras especies dominantes fueron *Plantago rigida* (9,8 %) y *Distichia acicularis* (7,5 %). Figura 6.25.

En el pajonal las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a la familia Poaceae y Asteraceae. La especie con mayor abundancia relativa *Calamagrostis tarmensis* con 49,1 %, seguidas de *Calamagrostis recta* con 24 % y *Paspalum tuberosum* con 8 %. Otras especies dominantes fueron *Paranephelius uniflorus* (1,2 %) y *Werneria nubigena* (1,1 %). Figura 6.25.

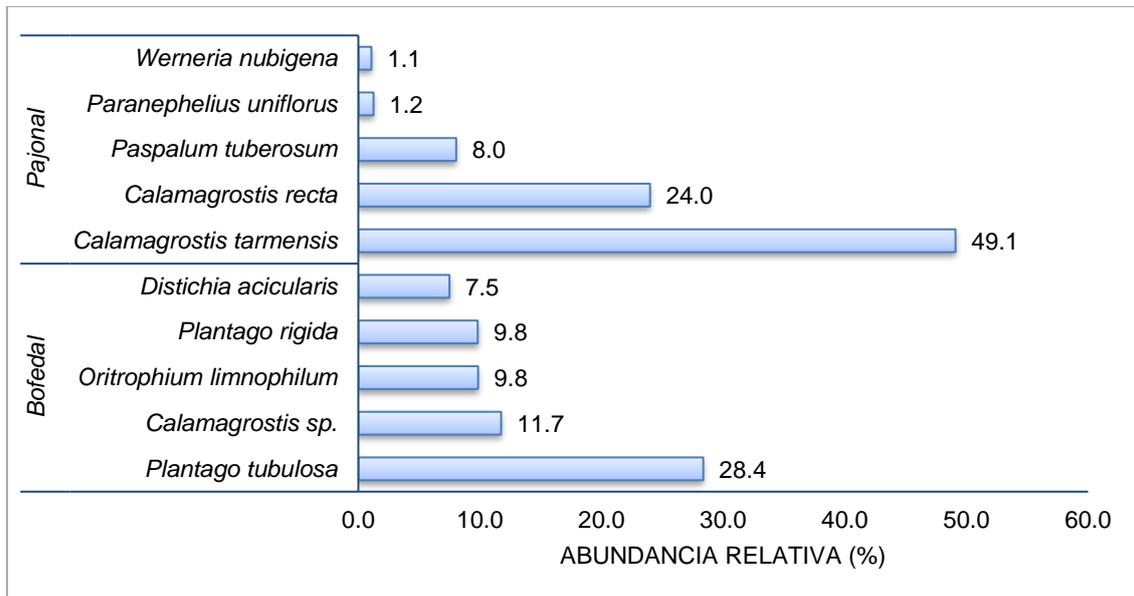


Figura 6.25. Especies con mayor abundancia relativa por formación vegetal en la zona II del área de estudio

Zona III

En esta zona las especies con mayor abundancia relativa en el bofedal pertenecen a las familias Plantaginaceae, Cyperaceae y Juncaceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Plantago tubulosa* con 40,9 %, seguidas de *Eleocharis albibracteata* con 8,9 % y *Paspalum tuberosum* con 8,3 %. Otras especies dominantes fueron *Calamagrostis sp.* (6,4 %) y *Juncus ebracteatus* (4,7 %). Figura 6.26.

En el matorral las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a las familias Hypericaceae, Poaceae y Asteraceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Hypericum laricifolium* con 20,3 %, seguidas de *Calamagrostis tarmensis* con 16,1 % y *Calamagrostis recta* con 15,9 %. Otras especies dominantes fueron *Paspalum tuberosum* (10,8 %) y *Baccharis tarmensis* (7,7 %). Figura 6.26.

En el pajonal las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a las familias Poaceae y Cyperaceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Calamagrostis tarmensis* con 51,4 %, seguidas de *Calamagrostis recta* con 23,6 % y *Paspalum tuberosum* con 5,9 %. Otras especies dominantes fueron *Trichophorum rigidum* (2,3 %) y *Carex brachycalama* (1,7 %). Figura 6.26.

En la vegetación de roquedal las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a las familias Poaceae, Rosaceae y Asteraceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Calamagrostis tarmensis* con 18,8 %, seguidas de *Polylepis reticulata* con 15,3 % y *Gynoxys jelskii* con 9 %. Otras especies dominantes fueron *Pleopeltis sp.* (5,7 %) y *Brachyotum naudinii* (5,5 %). Figura 6.26.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

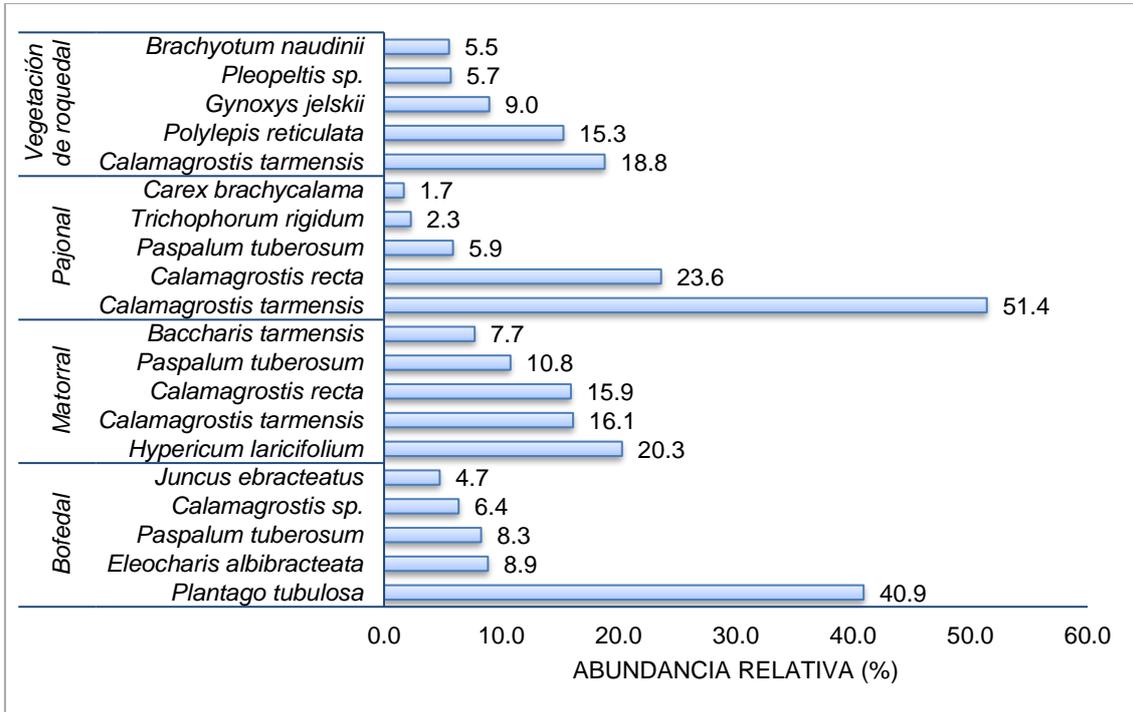


Figura 6.26. Especies con mayor abundancia relativa por formación vegetal en la zona III del área de estudio

Zona V

En esta zona las especies con mayor abundancia relativa en el matorral pertenecen a las familias Poaceae, Lamiaceae y Verbenaceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Poa sp.* con 12,3 %, seguidas de *Salvia styphelos* con 10 % y *Schizachyrium sanguineum* con 8,2 %. Otras especies dominantes fueron *Lantana angustibracteata* (6,1 %) y *Calamagrostis tarmensis* (4,3 %). Figura 6.27.

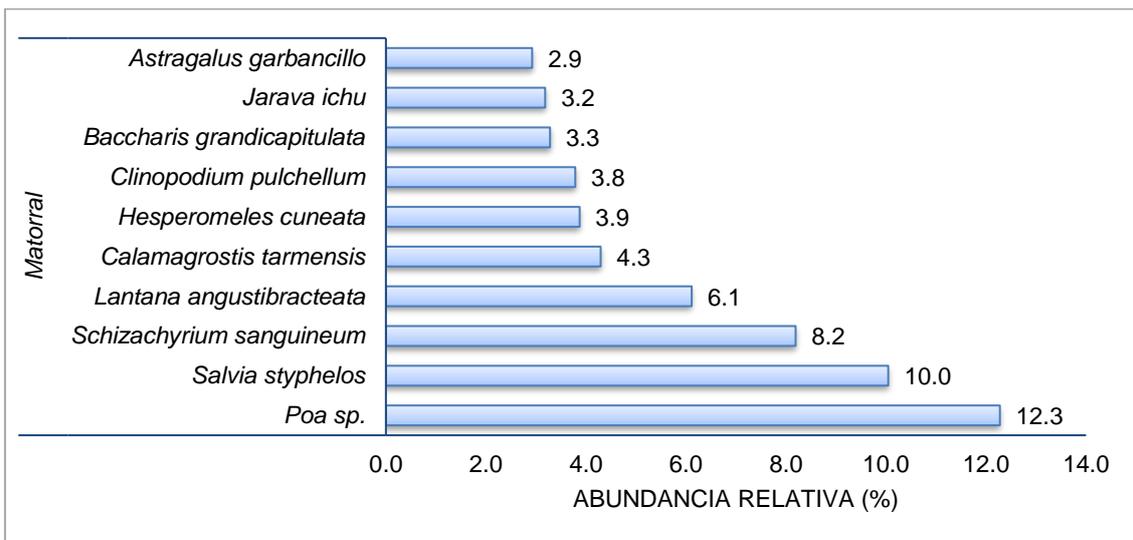


Figura 6.27. Especies con mayor abundancia relativa por formación vegetal en la zona V del área de estudio



c. Microcuenca Yanacocha

Zona IV

En esta zona las especies con mayor abundancia relativa en el bofedal pertenecen a las familias Juncaceae, Poaceae y Asteraceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Oxychloe* sp. con 24,1 %, seguidas de *Calamagrostis spicigera* con 13,8 % y *Calamagrostis recta* con 13,8 %. Otras especies dominantes fueron *Oritrophium limnophilum* (11,7 %) y *Calamagrostis* sp. (10,7 %). Figura 6.28.

En el matorral las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a las familias Poaceae, Asteraceae y Melastomataceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Anatherostipa obtusa* con 17 %, seguidas de *Senecio laricifolius* con 10,6 % y *Brachyotum naudinii* con 7,9 %. Otras especies dominantes fueron *Brachyotum rostratum* (5,5 %) y *Gynoxys jelskii* (5,2 %). Figura 6.28.

En el pajonal las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a las familias Poaceae, Ericaceae e Hypericaceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Calamagrostis tarmensis* con 73,5 %, seguidas de *Paspalum tuberosum* con 4,5 % y *Pernettya prostrata* con 2,7 %. Otras especies dominantes fueron *Hypericum laricifolium* (2 %) y *Antennaria linearifolia* (1,7 %). Figura 6.28.

En la vegetación de roquedal las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a las familias Poaceae, Asteraceae y Bromeliaceae. La especie con mayor abundancia relativa fue *Calamagrostis tarmensis* con 30,9 %, seguidas de *Senecio laricifolius* con 13,8 % y *Puya* sp. 1 con 13,1 %. Otras especies dominantes fueron *Stelis* sp. (7,7 %) y *Arcytophyllum rivetii* (4,9 %). Figura 6.28.

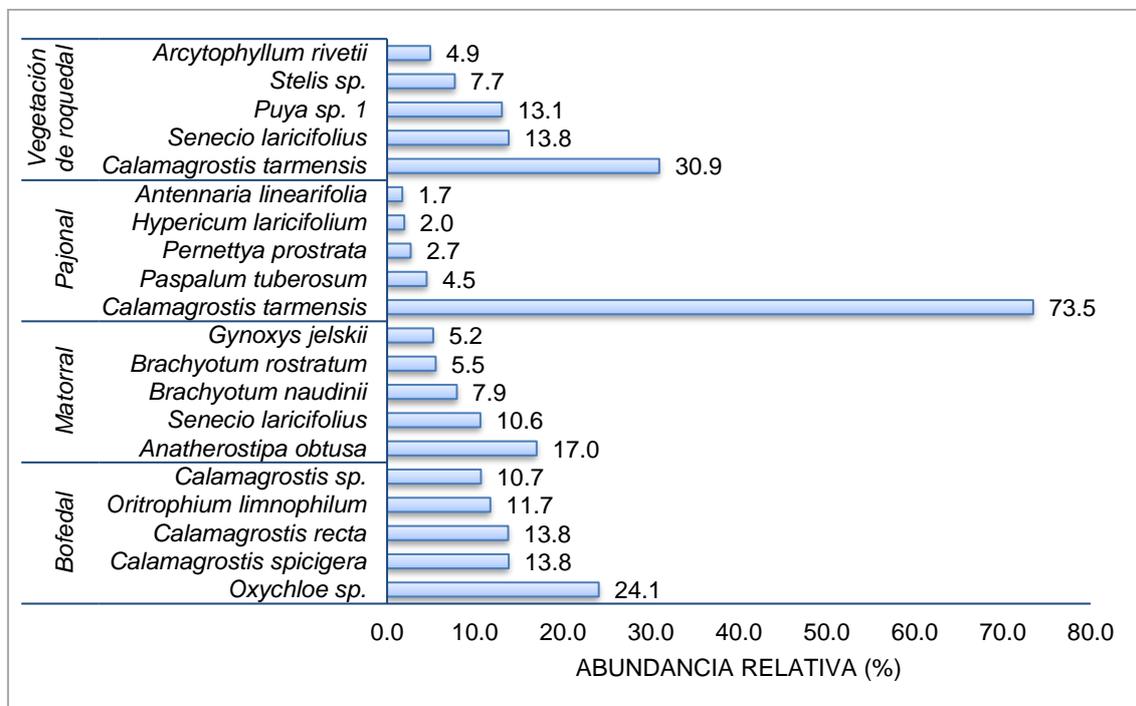


Figura 6.28. Especies con mayor abundancia relativa por formación vegetal en la zona IV del área de estudio



6.1.3 Análisis de Diversidad

6.1.3.1 Diversidad alfa

Para los análisis de diversidad se consideraron los datos obtenidos en los transectos evaluados, considerando un total de 236 especies (Anexo B-1.2). Se observa que la riqueza de especies fluctúa por transecto entre 10 y 35 especies por transecto. Los valores de diversidad varían de acuerdo a la formación vegetal estudiada. Los valores de diversidad representada por el índice de Shannon-Wiener (H') en los transectos realizados fluctúa entre 1,04 y 3,02, mientras que índice de dominancia de Simpson (D) fluctúa entre 0,08 y 0,64 (Tabla 6.5)

Tabla 6.5. Índices de diversidad alfa obtenidos de los transectos evaluados en los puntos de muestreo evaluados en el área de estudio

Microcuenca	Zonas	Código T. Evaluado	Formación Vegetal	Riqueza de especies	Índice de Dominancia de Simpson (D)	Índice de Shannon-Wiener (H')
Microcuenca Chanche	Zona I	MIFL37	Pajonal	26	0,64	1,04
		MIFL38	Bofedal	14	0,17	2,07
		MIFL39	Pajonal	26	0,24	2,11
		MIFL40	Bofedal	13	0,21	2,01
		MIFL41	Pajonal	26	0,45	1,32
		MIFL42	Vegetación de roquedal	16	0,16	2,15
		MIFL43	Vegetación de roquedal	15	0,28	1,84
		MIFL44	Vegetación de roquedal	18	0,34	1,76
		MIFL45	Pajonal	14	0,40	1,30
Microcuenca La Encañada	Zona II	MIFL25	Bofedal	16	0,37	1,64
		MIFL26	Pajonal	21	0,58	1,12
		MIFL27	Pajonal	14	0,51	1,26
		MIFL28	Pajonal	21	0,50	1,38
		MIFL29	Bofedal	12	0,28	1,62
		MIFL30	Bofedal	13	0,22	1,86
		MIFL31	Pajonal	22	0,48	1,35
		MIFL32	Bofedal	11	0,22	1,77
		MIFL33	Bofedal	14	0,18	2,05
		MIFL34	Pajonal	19	0,61	1,04
		MIFL35	Pajonal	22	0,60	1,15
		MIFL36	Bofedal	16	0,15	2,11
	Zona III	MIFL13	Bofedal	19	0,23	1,97
		MIFL14	Bofedal	25	0,25	2,12
		MIFL15	Pajonal	10	0,52	1,11
		MIFL16	Matorral	20	0,16	2,13
		MIFL17	Bofedal	13	0,18	2,00
		MIFL18	Matorral	18	0,16	2,06
		MIFL19	Matorral	26	0,15	2,25



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Microcuenca	Zonas	Código T. Evaluado	Formación Vegetal	Riqueza de especies	Índice de Dominancia de Simpson (D)	Índice de Shannon-Wiener (H')
		MIFL20	Pajonal	22	0,62	1,08
		MIFL21	Pajonal	21	0,58	1,18
		MIFL22	Vegetación de roquedal	23	0,33	1,89
		MIFL23	Vegetación de roquedal	22	0,08	2,78
		MIFL24	Vegetación de roquedal	13	0,20	1,98
	Zona V	MIFL46	Matorral	38	0,07	3,02
		MIFL47	Matorral	22	0,10	2,59
		MIFL48	Matorral	25	0,13	2,48
		MIFL49	Matorral	29	0,10	2,73
		MIFL50	Matorral	35	0,08	2,93
Microcuenca Yanacocha	Zona IV	MIFL1	Matorral	15	0,22	1,94
		MIFL2	Matorral	23	0,15	2,38
		MIFL3	Bofedal	12	0,19	1,87
		MIFL4	Matorral	19	0,15	2,26
		MIFL5	Pajonal	22	0,51	1,41
		MIFL6	Pajonal	20	0,58	1,19
		MIFL7	Vegetación de roquedal	17	0,17	2,13
		MIFL8	Vegetación de roquedal	15	0,24	1,91
		MIFL9	Vegetación de roquedal	15	0,17	2,14
		MIFL10	Bofedal	10	0,28	1,51
		MIFL11	Bofedal	15	0,24	1,82
		MIFL12	Matorral	23	0,09	2,62

La mayor diversidad representada por el índice de Shannon-Wiener (H') se registró en el matorral con una diversidad promedio de 2,45 nits/individuo, seguida de la vegetación de roquedal con una diversidad de 2,06 nits/individuo; los valores más bajos de diversidad se presentaron en los bofedales y pajonales con índices de diversidad promedio de 1,89 y 1,27 nits/individuo respectivamente. El índice de dominancia de Simpson, respalda lo mostrado por el índice de Shannon-Wiener, es así que el matorral presentó el menor índice de dominancia promedio (0,13) registrado y el pajonal el mayor índice (0,52). Figura 6.29.

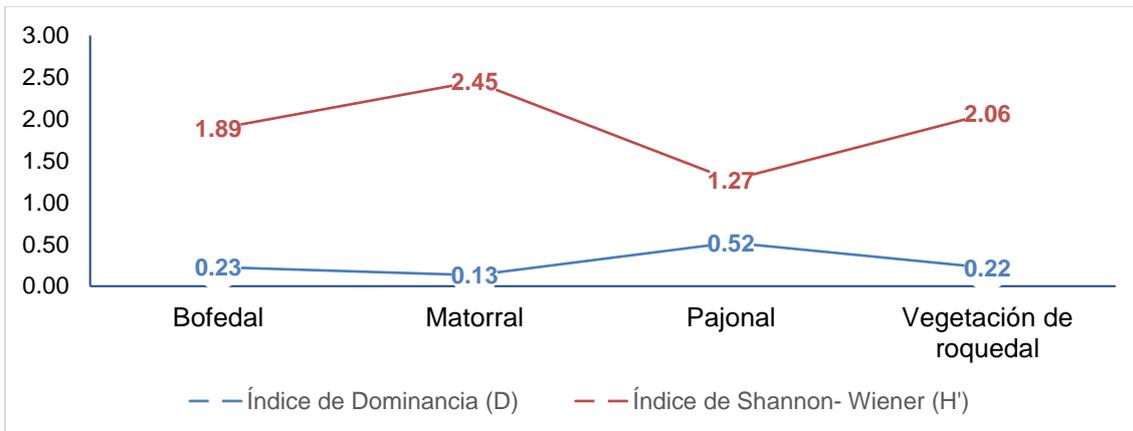


Figura 6.29. Índices de diversidad alfa de las formaciones vegetales presentes en el área de estudio

La mayor diversidad representada por el índice de Shannon-Wiener (H') en la microcuenca La Encañada se registró en la zona V con una diversidad promedio de 2,75 nits/individuo y un índice de dominancia de 0,10, mientras que en la zona II se registró una diversidad promedio de 1,53 nits/individuo con un índice de dominancia de 0,39 y en la zona III una diversidad promedio de 1,88 nits/individuo con un índice de dominancia de 0,29. En la microcuenca Chanche (zona I) se registró una diversidad promedio de 1,73 nits/individuo con un índice de dominancia de 0,32, y en la microcuenca Yanacocha (zona IV) se registró una diversidad promedio de 1,93 nits/individuo con un índice de dominancia de 0,25. Figura 6.30.

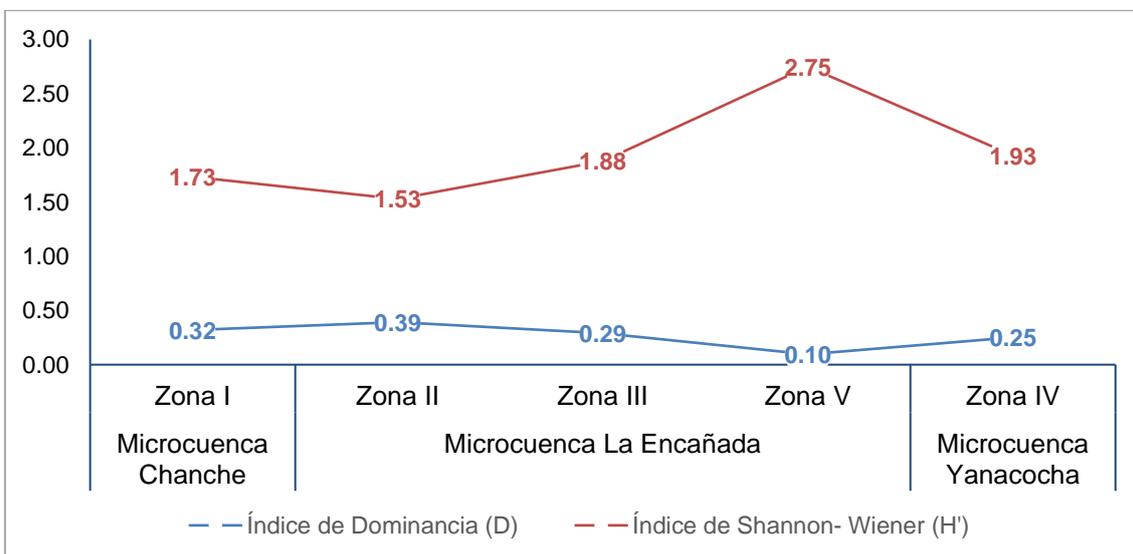


Figura 6.30. Índices de diversidad alfa en las zonas presentes en el área de estudio

6.1.3.2 Diversidad beta

Se obtiene un índice de similitud de Morisita bajo entre las formaciones vegetales menor a 0,64, evidenciándose que cada formación vegetal tiene un tipo de vegetación característico. Se observó una clara separación entre el bofedal y las otras formaciones con un valor de similitud que varía entre 0,02 a 0,07, esto indica que esta formación vegetal presentó una composición vegetal muy diferente a las demás. Una mayor similitud existe entre el pajonal



y la vegetación de roquedal, con un índice de 0,64, lo que indica que hay más especies compartidas entre estas 2 formaciones con respecto a las demás (Tabla 6.6 y Figura 6.31).

Tabla 6.6. Índices de Similitud entre las formaciones vegetales presentes en el área de estudio con el Índice Morisita.

Formación vegetal	Bo	Ma	Pj	VR
Bo	1,00	0,07	0,04	0,02
Ma	0,07	1,00	0,26	0,40
Pj	0,04	0,26	1,00	0,64
VR	0,02	0,40	0,64	1,00

Bo: Bofedal; Ma: Matorral; Pj: Pajonal; VR: Vegetación de roquedal

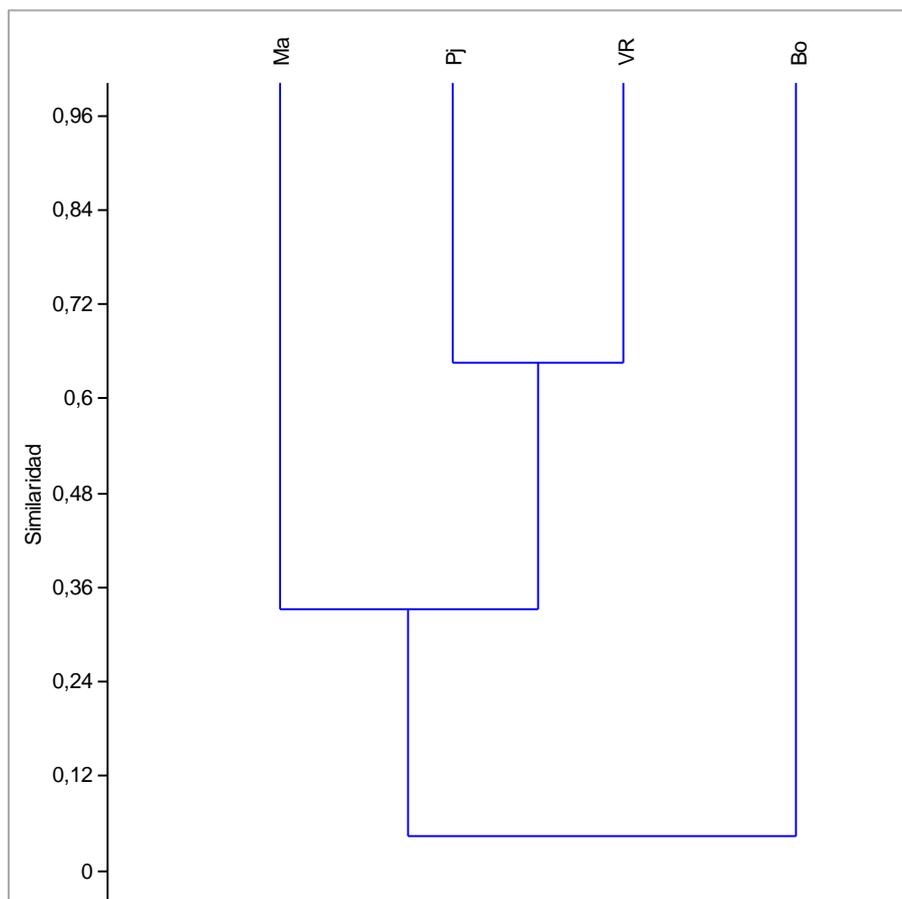


Figura 6.31. Análisis de clúster de las formaciones vegetales presentes en el área de estudio, con el Índice Morisita

Bo: Bofedal; Ma: Matorral; Pj: Pajonal; VR: Vegetación de roquedal

6.1.4 Análisis NMDS

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), utilizando el índice de Morisita, muestra visualmente la similitud entre los puntos evaluados, presentándolos en 7 grupos diferenciados. Los transectos agrupados en el grupo 1 (cruz roja) corresponden a los puntos evaluados en el bofedal. Los transectos realizados en el matorral (cuadrado rosado) forman dos grupos diferenciados, aquellos realizados en los matorrales de la zona

5 representados en el grupo 2b y aquellos realizados en las otras zonas representados en el grupo 2 a. Los transectos realizados en los pajonales (cuadrado azul) formaron dos grupos diferenciados, el grupo 3b en las que están los pajonales dominados por *Calamagrostis tarmensis* y el grupo 3a dominados por otras especies de gramíneas. Los transectos realizados en la vegetación de roquedal (triángulo amarillo) también formaron dos grupos diferenciados, aquellos dominados por gramíneas como *Calamagrostis tarmensis* (grupo 4a) y aquellos dominados otras especies (grupo 4b) (Figura 6.31).

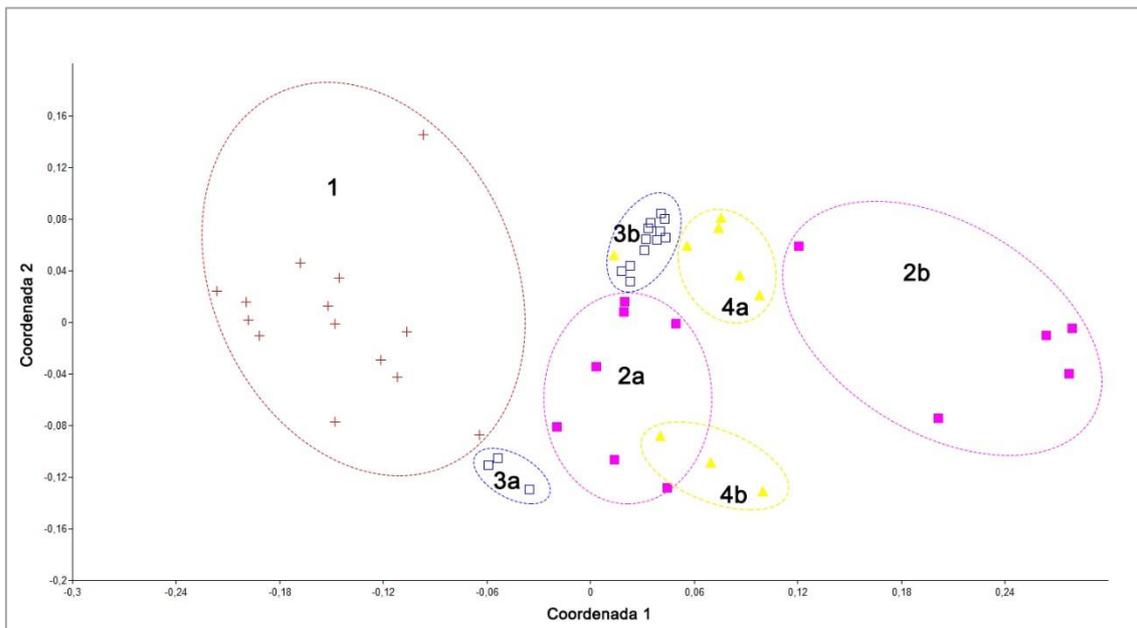


Figura 6.32. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) con los transectos evaluados en el área de estudio, con el Índice Morisita
1: Bofedal (cruz roja); 2a y b: Matorral (cuadrado rosado); 3a y b: Pajonal (cuadrado azul); 4a y b: Vegetación de roquedal (triángulo amarillo)

6.2 Fauna silvestre

6.2.1 Anfibios y reptiles

6.2.1.1 Composición de especies

En el área de estudio del proyecto de minero Michiquillay se registraron en total 7 especies de anfibios y reptiles, de las cuales 4 pertenecen a la clase Amphibia y 3 a la clase Reptilia (Tabla 6.7).

En cuanto a los anfibios las 4 especies registradas pertenecen al orden Anura (ranas y sapos), distribuidas entre las familias Craugastoridae y Hemiphractidae (Tabla 6.7). La familia Craugastoridae fue la más abundante con 35 individuos que representan el 31,5 % del total de individuos registrados (Anexo B-2, Figura 6.33). La familia Hemiphractidae, presentó una abundancia intermedia con 25 individuos, conforma el 22,5 % de los individuos totales registrados. (Anexo B-2, Figura 6.33)

Se contaron por separado las larvas debido a que constituyen un estadio de desarrollo independiente separado ecológicamente de los adultos (Duellman y Trueb, 1986). En el área de estudio, solo las ranas de la familia Hemiphractidae atraviesan por un estadio larval. Se



registraron 25 renacuajos o larvas en distintos estadios de desarrollo en todas las zonas de evaluación del área de estudio (Anexo B-2, Figura 6.33).

El grupo de los reptiles registró un total de 3 especies pertenecientes al orden Squamata, distribuidas en 2 familias (Tabla 6.7). La familia más abundante corresponde al de las lagartijas de la familia Tropicuridae que con 42 individuos representa el 37,8 % de la abundancia total. La familia Gymnophthalmidae, presentó una abundancia menor con 9 individuos, conformando solo el 8,1 % del total (Anexo B-2, Figura 6.33).

Tabla 6.7. Especies de anfibios y reptiles registrados en el área de estudio

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre local	Nombre común*
Amphibia	Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis simonsii</i>	Sapos	Rana andina de los páramos
			<i>Pristimantis</i> sp. 1		---
			<i>Pristimantis</i> sp. 2		---
		Hemiphractidae	<i>Gastrotheca peruana</i>	Rana	Rana marsupial peruana
Reptilia	Squamata	Gymnophthalmidae	<i>Petracola ventrimaculata</i>	Guatopilla	---
		Tropicuridae	<i>Stenocercus</i> sp.	Lagarto, lagartija	---
			<i>Stenocercus stigmosus</i>		---

«*» nombres traducidos al español de Frost 2019, «---» no aplica

Entre los anfibios, la especie más abundante fue «la rana andina de los páramos» *Pristimantis simonsii*, con 26 individuos (Figura 6.33), registrados en las búsquedas por encuentro visual (VES) y transectos. Esta ranita estuvo presente en las zonas de evaluación de mayor altitud (zonas I, II, III y IV) entre los 3630 y 3950 m s. n. m. Se registraron adultos y subadultos, la mayoría ocultos bajo piedras o troncos en pajonales y matorrales.

Las otras dos especies de desarrollo directo del género *Pristimantis* presentaron bajas abundancias (Figura 6.33). La especie *Pristimantis* sp.1, con 8 individuos (7,2 %), fue registrada únicamente en la localidad de El Punre (Zona I) entre los 3663 y 3730 m s. n. m., mediante VES en evaluaciones nocturnas. La especie *Pristimantis* sp.2, con un individuo (0,9 %), constituye un registro oportunista, fue hallada en los muestreos hidrobiológicos realizados en la quebrada Challhuamayo, afluente del río Encañada (Zona IV).

La segunda especie más abundante de anfibios fue la «rana marsupial de Perú» *Gastrotheca peruana*, con 25 individuos postmetamórficos y 25 larvas registradas en las 5 zonas de evaluación, entre los 3198 y 3915 m s. n. m. La mayor parte de estos individuos fueron registrados cerca de cuerpos de agua, mediante VES y transectos.

Entre los reptiles destacaron las lagartijas *Stenocercus stigmosus* con un total de 34 individuos (30,6 %), registrados mediante VES entre los 3675 - 3959 m s. n. m., en las zonas I, III y IV. Se registraron principalmente en las formaciones de pajonal y roquedal. La especie del mismo género, *Stenocercus* sp. fue menos abundante se registraron 8 individuos (7,2 %) solo en la zona V, entre los 3260 y 3300 m s. n. m. (Figura 6.33)

Finalmente, la lagartija *Petracola ventrimaculatus* conocida localmente como «Guatopilla», presentó bajas abundancias, se registraron 9 individuos (8,1 %) en las zonas II, IV y V entre



los 3192 y 3784 m s. n. m. Se registraron individuos adultos, subadultos y nidos con 1-3 huevos, asociados a matorrales y roquedales.

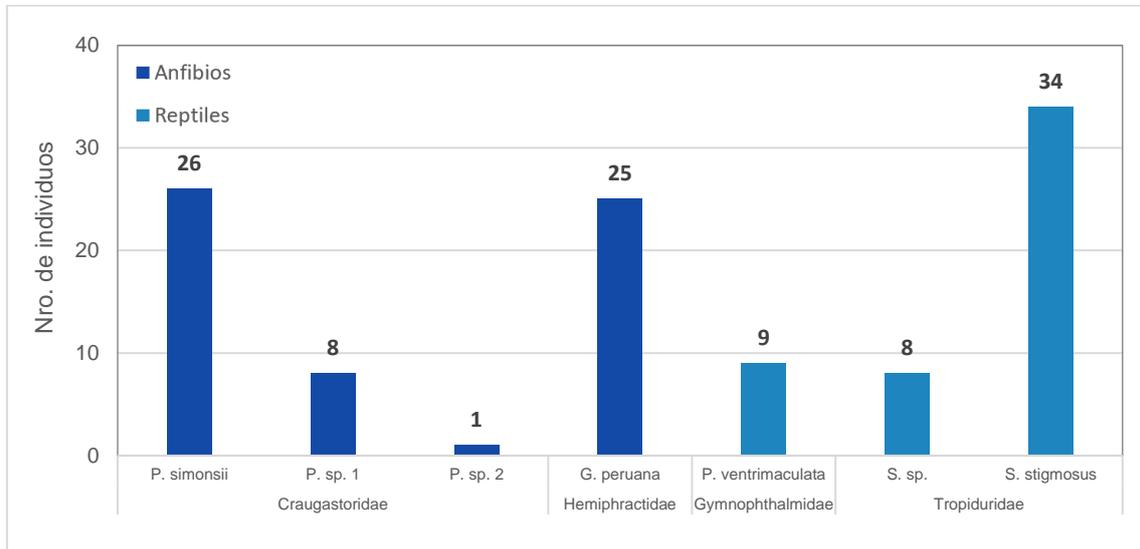


Figura 6.33. Abundancia total de las especies de anfibios y reptiles registrados en el área de estudio

6.2.1.2 Esfuerzo de muestreo

Se evaluaron 71 VES y 7 transectos en hábitats acuáticos, acumulando un esfuerzo de muestreo total de 84,93 horas-hombre. Mediante el análisis de extrapolación e interpolación de especies en base al número individuos registrados, se obtuvo que el esfuerzo de muestreo fue adecuado, logrando obtener una cobertura del 98 %. (Figura 6.34).

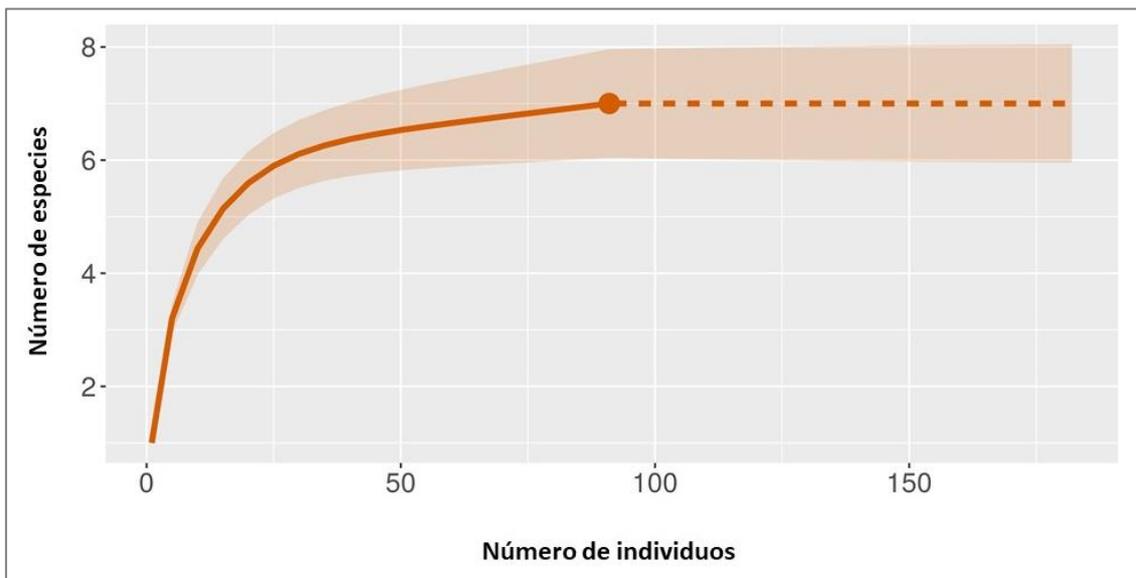


Figura 6.34. Curva de acumulación de especies de anfibios y reptiles



6.2.1.3 Diversidad y composición de especies por formación vegetal

En esta sección se presenta y analiza los resultados sobre la abundancia relativa, diversidad y similitud de especies de anfibios y reptiles, registradas en el área de estudio considerando el esfuerzo de muestreo realizado en los VES en cada tipo de formación vegetal.

Se presentan por separado los datos de las larvas y adultos de anfibios, debido a que son dos estadios de desarrollo diferentes que son ecológicamente independientes (Duellman y Trueb, 1986). En la mayoría de los estudios de evaluación de impacto ambiental (EIA) no se considera el conteo de los renacuajos debido a que no siempre la abundancia premetamórfica garantiza una similar presencia y abundancia de individuos postmetamórficos (Molina, 2003, Angulo *et al.*, 2006). Sin embargo, es importante considerar la presencia y abundancia de larvas o renacuajos debido a que el inventario o monitoreo de un solo estadio (huevos, larvas o adultos) puede brindar resultados sesgados sobre la población de anfibios estudiada (Angulo *et al.*, 2006)

a. Abundancia relativa

Las formaciones vegetales que albergaron mayor abundancia de ambos grupos fueron el pajonal y roquedal, que agrupan el 47,7 % y 28,4 % de individuos registrados en los VES. La formación de matorral agrupó el 21,6 % de individuos y en el bofedal solo se registraron 4 individuos que representan el 2,3 %.

En cuanto a los anfibios, la mayor abundancia relativa se registró en el matorral, donde solo se encontraron las ranas del género *Pristimantis* cada una con 0,35 y 0,39 individuos / VES (Figura 6.35). Los pajonales y roquedales mostraron una abundancia relativa intermedia, en ambas formaciones presentó mayor abundancia relativa la rana *Pristimantis simonsii* con 0,43 y 0,31 individuos / VES, respectivamente (Figura 6.35)

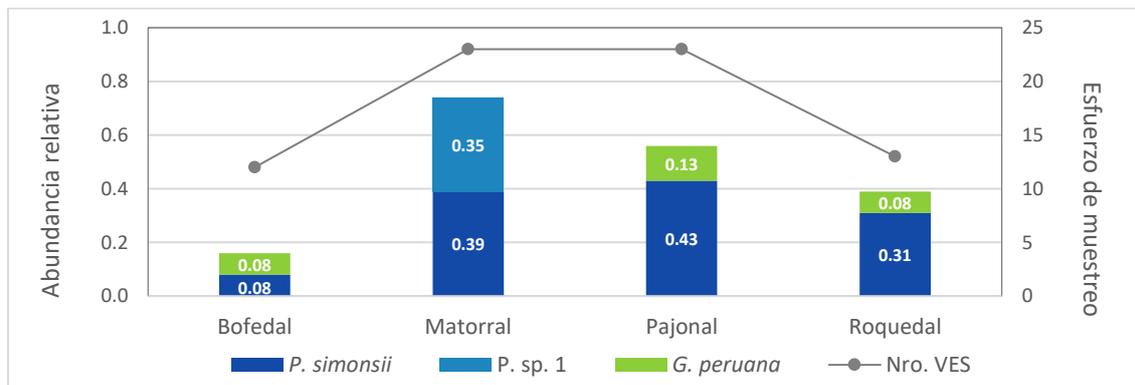


Figura 6.35. Abundancia relativa de anfibios (postmetamórficos) por formación vegetal

Los bofedales mostraron una baja abundancia de individuos postmetamórficos registrando solo 0,16 individuos / VES del género *Pristimantis* (Figura 6.35). Sin embargo, esta formación albergó la mayor abundancia de larvas de la especie *Gastrotheca peruana* se registraron hasta 15,75 individuos / VES (Figura 6.36). Las otras formaciones vegetales presentaron abundancias bajas que varían entre 0,87 y 2,46 (Figura 6.36).

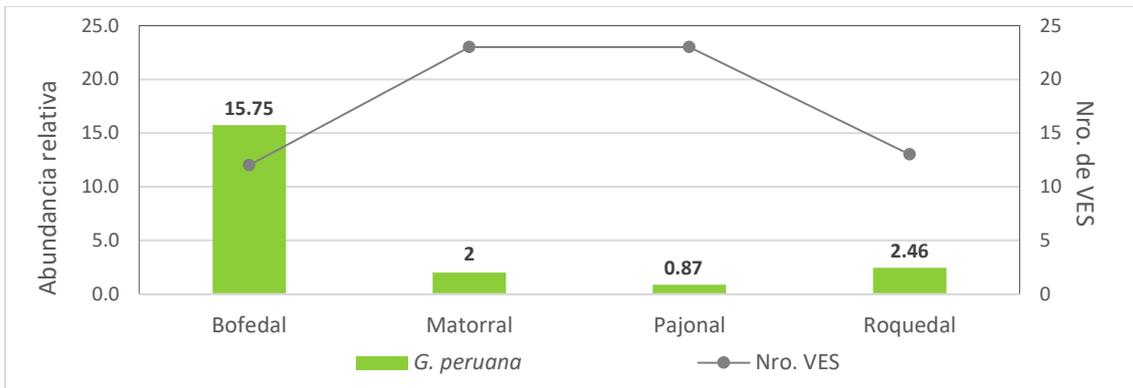


Figura 6.36. Abundancia relativa de renacuajos (larvas) por formación vegetal

En cuanto a los reptiles, el pajonal fue la formación con mayor abundancia relativa, se registraron 1,26 individuos / VES de la lagartija *Stenocercus stigmatosus*. Las formaciones de roquedal y matorral presentaron menor abundancia relativa, pero presentan una distribución más equitativa de sus abundancias, en ambas se registraron las 3 especies de reptiles reportados en el área de estudio (Figura 6.37).

En el roquedal se registró la mayor abundancia relativa de las lagartijas *Petracola ventrimaculatus* y *Stenocercus sp.* ambas con 0,38 individuos / VES. En el matorral la abundancia relativa de ambas especies disminuyó, aunque mantienen la misma proporción con abundancias relativas similares de 0,17 y 0,13. En ambas formaciones la lagartija *Stenocercus stigmatosus* presentó abundancias relativas bajas, se registraron 0,13 individuos / VES en matorral y 1,15 en roquedal (Figura 6.37).

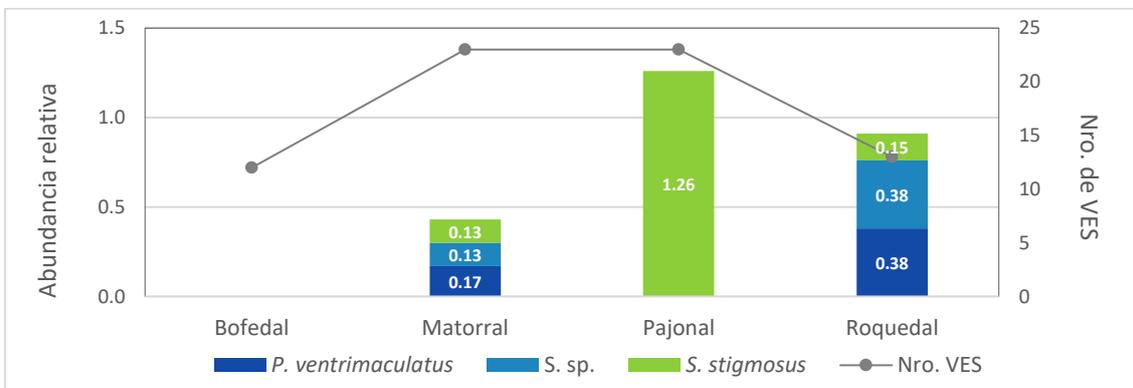


Figura 6.37. Abundancia relativa de reptiles por formación vegetal

b. Curvas de rango – abundancia

Las curvas de rango – abundancia muestran que el roquedal y el matorral son las formaciones vegetales que presentaron mayor riqueza de especies y equidad de sus abundancias, presentan curvas con pendientes menos pronunciadas que las halladas en bofedal y pajonal (Figura 6.38).

En el matorral predominaron los anfibios con las especies del género *Pristimantis*, que se encuentran en los rangos más altos de abundancia. En el roquedal predominaron los reptiles, con las especies *Petracola ventrimaculatus* y *Stenocercus sp*, los anfibios se ubicaron en los rangos de abundancia más bajos.

La formación de pajonal albergó la mayor abundancia de anfibios y reptiles; sin embargo, presenta una pendiente pronunciada de la curva de rango – abundancia (Figura 6.38). En esta formación predominó la lagartija *Stenocercus stigmatus*, seguida de la rana *Pristimantis simonsii* que ocupa el segundo rango de abundancia.

La rana *Gastrotheca peruana*, es una especie rara en el área de estudio, se registraron pocos individuos, por lo que se encuentra ocupando los últimos rangos de abundancia de las formaciones roquedal y pajonal.

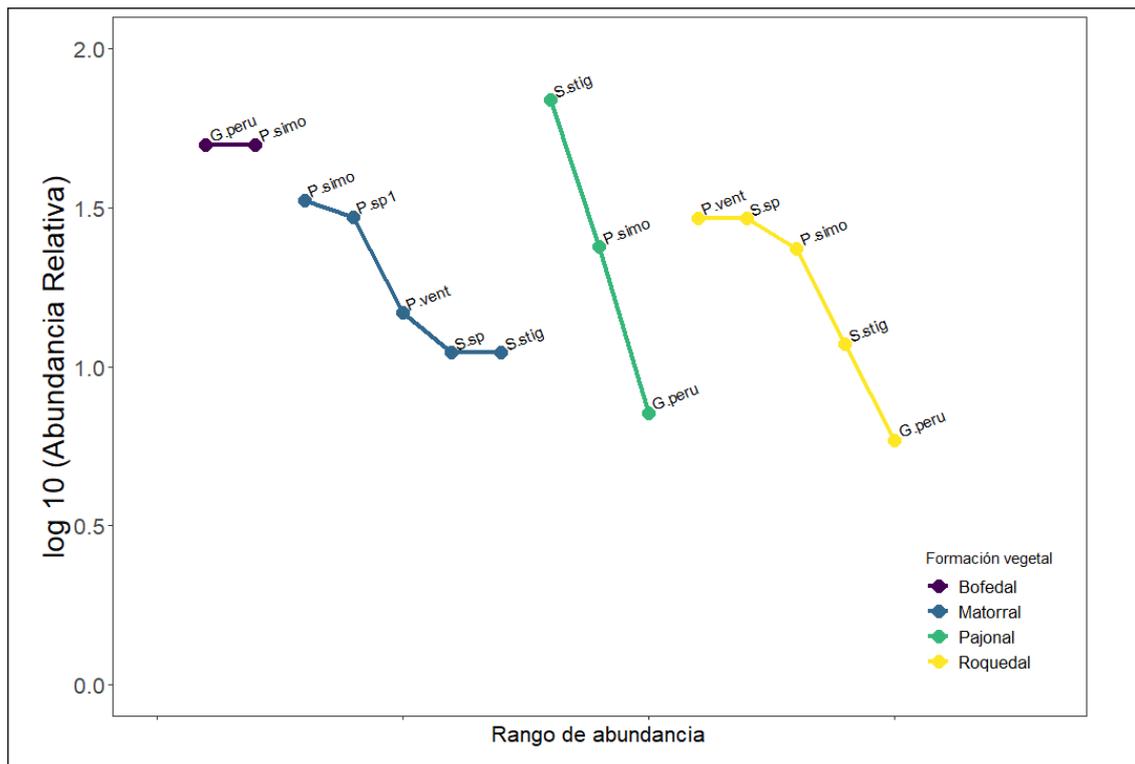


Figura 6.38. Curvas de rango abundancia de las comunidades de anfibios y reptiles en las formaciones vegetales evaluadas en el área de estudio

P.simo: *Pristimantis simonsii*, P.sp1: *Pristimantis* sp.1, P.sp.2: *Pristimantis* sp.2, G.peru: *Gastrotheca peruana*, P. vent: *Petracola ventrimaculatus*, S.stig: *Stenocercus stigmatus*, S.sp: *Stenocercus* sp.

c. Diversidad por formación vegetal

Se evaluaron 4 formaciones vegetales, cuyo esfuerzo de muestreo se distribuyó considerando su extensión y accesibilidad, alcanzando un muestreo representativo en cada una de ellas (Tabla 6.8).

Se realizó mayor esfuerzo de muestreo en los matorrales y pajonales debido a que son las formaciones de mayor extensión, en ambas se logró alcanzar una cobertura de muestreo del 100% mediante la evaluación de 23 VES en cada una. En los bofedales y roquedales se realizó un esfuerzo de muestreo menor, debido a que son formaciones menos extensas, se encuentran embebidas en la matriz formada por los pajonales. En bofedal se realizaron 12 VES logrando alcanzar una cobertura de muestreo del 15% y en roquedal 13 VES alcanzando una cobertura de 93%.



La comparación del número efectivo de especies observadas muestra que el matorral y el roquedal fueron las formaciones más diversas, con 5 especies cada una. El pajonal, formación vegetal en la que se realizó mayor esfuerzo de muestreo, se registraron 3 especies y en la formación bofedal solo 2 (Tabla 6.8). Al realizar la interpolación en base al esfuerzo de muestreo, a un nivel de 12 VES, se observa el mismo patrón, aunque el bofedal con 2 especies se diferencia significativamente de las otras formaciones (Tabla 6.8, Figura 6.39).

Los otros dos órdenes de la diversidad que consideran en las especies más comunes (¹D) y la abundancia de las especies dominantes (²D), mantienen el mismo patrón, aunque los valores ¹D y ²D disminuyen en las formaciones con mayor abundancia (Figura 6.39)

Tabla 6.8. Diversidad y esfuerzo de muestreo por formación vegetal

Formaciones vegetales	Bofedal	Matorral	Pajonal	Roquedal
Nro. VES	12	23	23	13
Cobertura de muestreo	15%	100%	100%	93%
Nro. spp. Únicas	0	2	0	0
Diversidad Observada				
Riqueza (⁰D)	2	5	3	5
IC 95%	1,09 - 2,91	3,95 - 6,05	2,55 - 3,45	3,27 - 6,73
Shannon (¹D)	2,00	4,40	2,80	4,70
IC 95%	1,15 - 2,85	3,28 - 5,52	2,31 - 3,28	3,14 - 6,25
Simpson (²D)	2	3,85	2,65	4,48
IC 95%	1,20 - 2,80	2,60 - 5,11	2,04 - 3,26	2,99 - 5,97
Diversidad interpolada (12 VES)				
Riqueza (⁰D)	2	4,38	2,9	4,92
IC 95%	1,09 - 2,91	3,36 - 5,40	2,41 - 3,39	3,26 - 6,59
Shannon (¹D)	2,00	3,77	2,6	4,52
IC 95%	1,15 - 2,85	2,78 - 4,75	2,12 - 3,08	3,09 - 6,10
Simpson (²D)	2,00	3,28	2,39	4,35
IC 95%	1,20 - 2,80	2,30 - 4,26	1,87 - 2,91	2,92 - 5,78

Donde VES: Búsquedas por encuentros visuales y

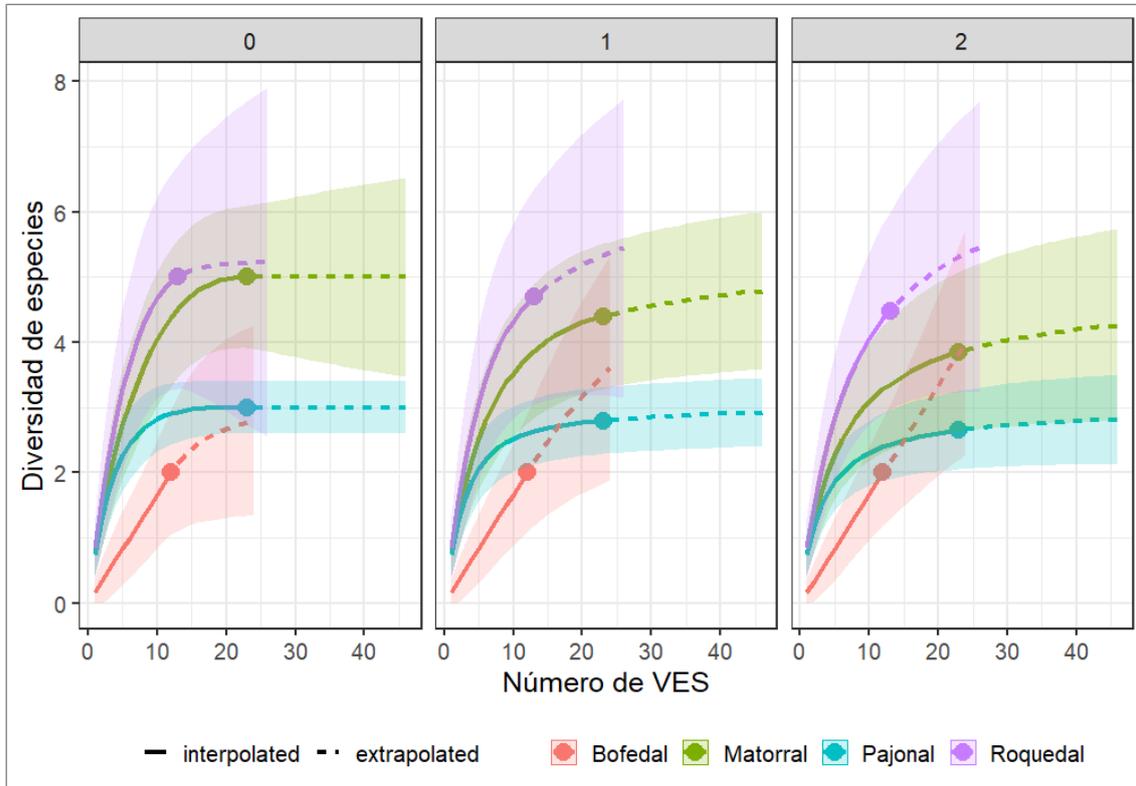


Figura 6.39. Diversidad de anfibios y reptiles (números de Hill, $q = 0, 1$ y 2) por formación vegetal. Las áreas sombreadas corresponden a los intervalos de confianza al 95 %.

d. Diversidad beta

Las comunidades de anfibios y reptiles de cada una de las formaciones evaluadas presentan valores de similitud menores a 0,70, indicando que cada una presenta una composición diferente. Mediante el índice de Jaccard considerando solo la riqueza de especies, se forman dos agrupaciones (Figura 6.40 A); uno conformado por el pajonal y bofedal ($S_J = 0,67$) que constituyen las formaciones menos diversas; el segundo grupo está conformado por el roquedal y matorral ($S_J = 0,67$).

Al considerar el índice de Morisita, que incluye en el análisis la abundancia relativa, también se obtiene valores inferiores a 0,70. El matorral y roquedal se mantienen como un solo grupo ($S_{M0} = 0,68$) y por el contrario las formaciones de pajonal y roquedal forman terminales independientes con valores de similitud que fluctúan entre 0,30 – 0,45 (Figura 6.40 B).

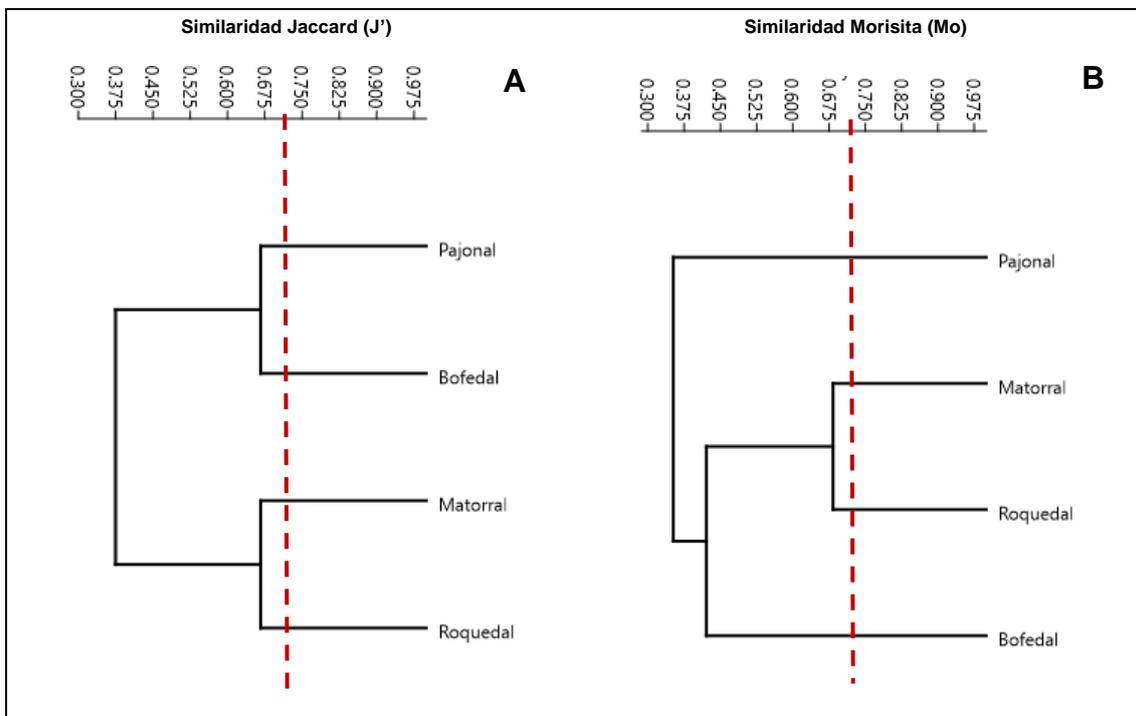


Figura 6.40. Dendrogramas de similitud de la comunidad de anfibios y reptiles de las formaciones vegetales evaluadas en el área de estudio
Dendrogramas basados en el índice de similitud de Jaccard (A) y Morisita (B)

6.2.1.4 Diversidad y composición de especies por microcuenca y zona de evaluación

El área de estudio se dividió en 4 microcuencas, en cada una se establecieron diferentes zonas de evaluación, que se ubicaron alrededor del área efectiva de exploración del proyecto minero Michiquillay. En cada zona se realizaron evaluaciones considerando la ubicación de futuros componentes del proyecto, así como ecosistemas frágiles (lagunas y bofedales)

a. Abundancia relativa

La microcuenca La Encañada que incluye las zonas II, III y V, agrupa el 71,9 % del total de individuos postmemórficos (Anexo B-2.4). Consecutivamente la microcuenca Yanacocha (zona IV) albergó el 37,5 % de individuos y finalmente las microcuencas Chance – Cotocuna (Zona I) registraron una menor abundancia agrupando el 28,1 % del total de individuos colectados (Anexo B-2.4)

Microcuenca Chanche y Cotocuna

Zona I

Esta zona albergó la mayor abundancia de anfibios, la especie *Pristimantis* sp.1 destacó con una abundancia relativa de 0,53 individuos / VES (Figura 6.41). Esta especie fue registrada, solo en esta localidad durante las evaluaciones nocturnas, la mayoría de los individuos se hallaron refugiados en bromelias, un individuo se registró debajo de piedras cerca a los matorrales.



La especie *Pristimantis simonsii* que registró una abundancia de 0,47 individuos / VES, fue frecuente en los pajonales, todos los individuos se registraron en las evaluaciones diurnas, bajo piedras u ocultos entre los macollos de paja.

La especie *Gastrotheca peruana* fue registrada mediante conteos auditivos, se contaron 2 individuos cerca a los cuerpos de agua. Adicionalmente se registraron 1,20 renacuajos / VES, que corresponde a una abundancia baja respecto a las otras zonas de evaluación (Figura 6.42).

En esta zona los reptiles presentan menores valores de abundancia, estuvieron representados solo por la lagartija *Stenocercus stigmosus*, se registraron 0,07 individuos / VES (Figura 6.43)

Microcuenca La Encañada

En esta microcuenca se establecieron 3 zonas de evaluación, debido a que constituye el área donde se emplazará la mayor parte del proyecto.

Zona II

En la zona II se registró la menor abundancia de anfibios, las especies *Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*, presentaron una abundancia relativa baja, cada una con 0,7 individuos / VES (Figura 6.41), similar ocurrió con las larvas de *G. peruana* que en esta zona registraron 1,13 individuos / VES (Figura 6.42).

Contrariamente, en la zona II se registró la mayor abundancia de reptiles, aunque todos los individuos correspondieron a la especie *Stenocercus stigmosus*, que fue común en los roquedales y zonas pedregosas de los bordes de lagunas y laderas (Figura 6.43).

Zona III

En cuanto a los anfibios, la zona III registró una abundancia intermedia. La rana *Pristimantis simonsii* presentó los valores más elevados con 0,4 individuos / VES, la especie menos abundante fue *Gastrotheca peruana* con 0,07 individuos / VES (Figura 6.41). Sin embargo, en esta zona se registró la mayor abundancia de renacuajos (larvas) de esta especie con 8,64 individuos / VES (Figura 6.42).

Respecto a los reptiles, en esta zona se registró únicamente la lagartija *Petracola ventrimaculatus* con solo 0,27 individuos / VES, hallados principalmente a zonas de matorral y roquedal (Figura 6.43)

Zona V

Esta constituye la zona de menor altitud del área de estudio, no se registró ningún anfibio en estadio adulto, pero si se registró una importante abundancia de renacuajos de la especie *Gastrotheca peruana*, se contaron hasta 6,45 individuos / VES (Figura 6.42)

En cuanto a los reptiles, esta es la única zona donde se registró la lagartija *Stenocercus* sp. con abundancia relativa alta de 0.53 individuos / VES. Igualmente, la especie *Petracola ventrimaculatus* en esta zona registró su mayor valor de abundancia con 0,27 individuos / VES, hallados en matorrales (Figura 6.43)



Microcuenca Yanacocha

Zona IV

Esta zona presentó una abundancia importante de anfibios, predominó la especie *Pristimantis simonsii* que en esta zona registró su mayor abundancia con 0,67 individuos / VES. Al igual que las otras localidades en la zona IV se registró una baja abundancia de *Gastrotheca peruana* con 0,07 individuos / VES (Figura 6.41). Por el contrario, se registró una mayor abundancia de sus renacuajos, se contó hasta 3.75 individuos / VES (Figura 6.42)

En la zona IV se registraron 2 especies de reptiles siendo predominante la lagartija *Stenocercus stigmosus* con 0,60 individuos / VES y la lagartija *Petracola ventrimaculatus* registró una abundancia menor con 0,27 individuos / VES (Figura 6.43)

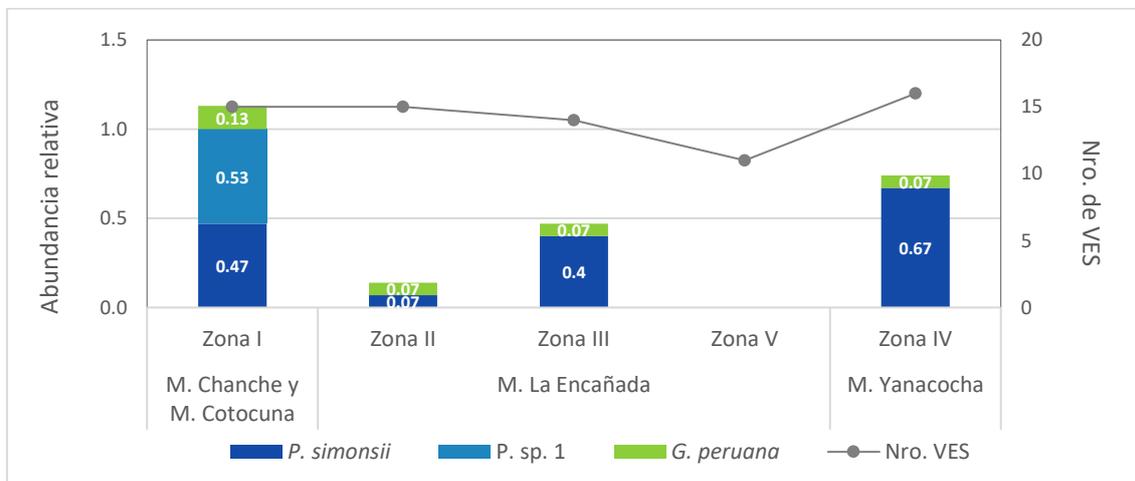


Figura 6.41. Abundancia relativa de las especies de anfibios por microcuenca y zona de evaluación

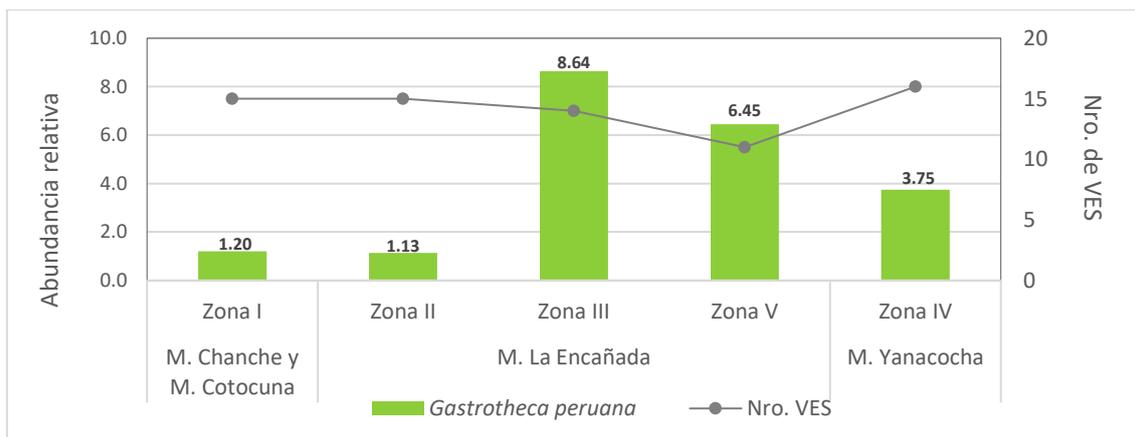


Figura 6.42. Abundancia relativa de renacuajos (larvas) por microcuenca y zona de evaluación



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

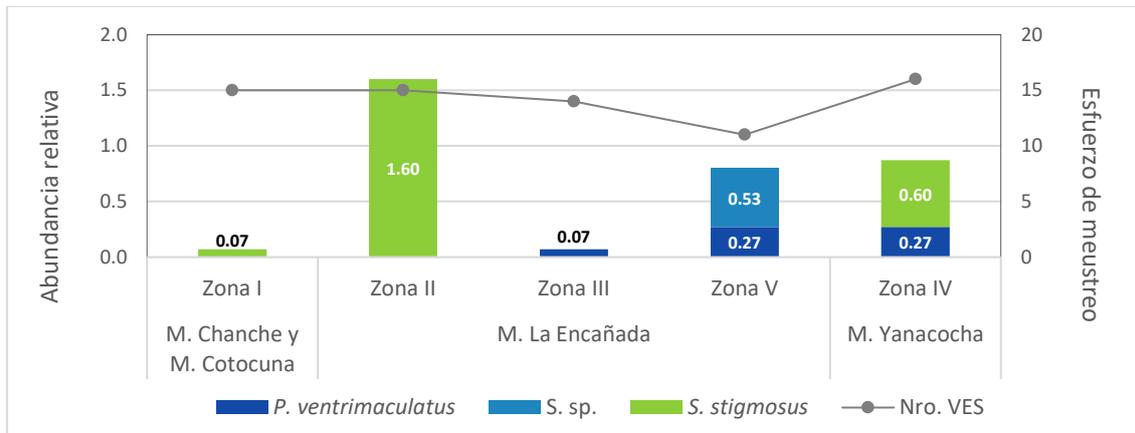


Figura 6.43. Abundancia relativa de las especies de reptiles por microcuencia y zona de evaluación

b. Curvas de rango abundancia

Las zonas I y IV, presentan curvas de rango – abundancia de similar estructura con 4 especies, ambas comunidades presentan pendientes poco pronunciadas, lo que indica una distribución equitativa de sus abundancias. En la zona I, las ranas del género *Pristimantis* ocupan los primeros rangos de abundancia y en la zona IV las especies más abundantes fueron *Pristimantis simonsii* y *Stenocercus stigmatosus* (Figura 6.44)

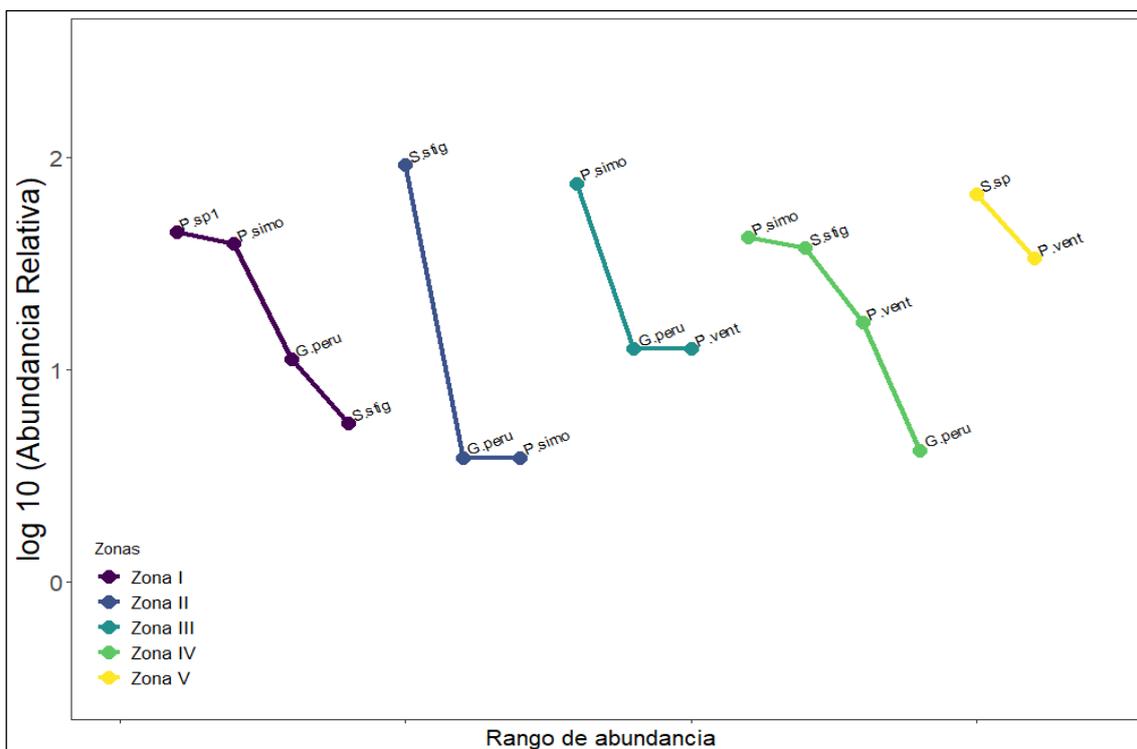


Figura 6.44. Curvas de rango abundancia de las comunidades de anfibios y reptiles en las formaciones vegetales evaluadas en el área de estudio

P. simo: *Pristimantis simonsii*, P.sp.1: *Pristimantis* sp.1, P.sp.2: *Pristimantis* sp.2, G. peru: *Gastrotheca peruana*, P. vent: *Petracola ventrimaculatus*, S. stig: *Stenocercus stigmatosus*, S. sp: *Stenocercus* sp.
Microcuencia Chanche y Cotocuna: zona I, microcuencia La Encañada zona: II, III y V, microcuencia Yanacocha: zona IV



En las zonas II y III, la pendiente de la curva indica una comunidad de anfibios con abundancias poco equilibradas, se registró la predominancia de una sola especie, *Stenocercus stigmus* en la zona II y *Pristimantis simonsii* en la zona III. Ambas zonas tienen 2 especies raras que se ubican en los rangos de abundancia inferiores

Finalmente, la zona V, presenta también baja equidad y menor riqueza de especie que las demás zonas de evaluación, siendo dominante la especie *Stenocercus* sp. seguida de *Petracola ventrimaculatus*.

c. Diversidad alfa

En 3 microcuencas que se encuentran en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay se establecieron 5 zonas de evaluación. En cada una se evaluaron entre 11 – 16 VES, que constituyen un esfuerzo de muestreo significativo, ya que se alcanzaron coberturas de muestreo mayores a 75% (Tabla 6.9)

La mayor parte de la zona I se encuentra en el ámbito de la microcuenca Chanche. Debido a la importancia de las lagunas ubicadas en la localidad Chim Chim, se instalaron 2 VES incluyendo así una pequeña porción de la microcuenca Cotocuna, por lo que en adelante esta unidad de muestreo será denominada microcuenca Chanche – Cotocuna.

La zona I (microcuenca Chanche – Cotocuna) y zona IV (microcuenca Yanacocha), obtuvieron los mayores valores del primer orden de diversidad de los números de Hill (¹D) registrando 4 especies efectivas, cada una. Las zonas II, III y V que se encuentran en la microcuenca La Encañada, presentaron menores valores de diversidad con 3 y 2 especies efectivas. (Tabla 6.9). Al realizar la interpolación a un nivel de 11 VES, este patrón se mantiene, aunque no existe una diferencia estadística entre los valores de diversidad hallados en ambos casos.

Al comparar el primer (¹D) y segundo orden (²D) de diversidad, se observa que las zonas I y IV presentan valores más altos, respecto a las zonas II, III y V (Tabla 6.9, Figura 6.45). Lo que indica que además de ser las zonas más diversas, las zonas I y IV también presentan valores altos de equidad.

Tabla 6.9. Diversidad observada y estimada, abundancia y esfuerzo de muestreo por microcuenca y zonas de evaluación

Microcuencas	Chanche - Cotocuma	La Encañada			Yanacocha
Zonas de evaluación	Zona I	Zona II	Zona III	Zona V	Zona IV
Nro, VES	15	14	15	11	16
Cobertura de muestreo	91%	75%	75%	100%	94%
Nro, spp, Únicas	1	0	0	1	0
Diversidad Observada					
Riqueza (⁰D)	4	3	3	2	4
IC 95%	2,35 - 5,65	1,78 - 4,23	1,83 - 4,18	1,67 - 2,33	2,42 - 5,58
Shannon (¹D)	2,35	2,22	2,22	1,98	3,20
IC 95%	2,24 - 4,96	1,31 - 3,13	1,29 - 3,14	1,59 - 2,37	2,15 - 4,25
Simpson (²D)	3,65	1,82	1,82	1,96	2,84
IC 95%	2,00 - 4,67	1,00 - 2,64	0,98 - 2,65	1,50 - 2,42	1,93 - 3,76



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Microcuencas	Chanche - Cotocuma	La Encañada			Yanacocha
Zonas de evaluación	Zona I	Zona II	Zona III	Zona V	Zona IV
Diversidad Interpolada (11 VES)					
Riqueza (⁰D)	3,67	2,57	2,47	2	3,6
IC 95%	2,26 - 5,08	1,54 - 3,61	1,5 - 3,43	1,67 - 2,33	2,33 - 4,88
Shannon (¹D)	3,30	2,04	1,99	1,98	3,01
IC 95%	2,10 - 4,50	1,21 - 2,87	1,18 - 2,8	1,59 - 2,37	2,07 - 3,95
Simpson (²D)	3,02	1,72	1,69	1,96	2,39
IC 95%	1,87 - 4,17	0,99 - 2,45	0,97 - 2,4	1,50 - 2,42	1,88 - 3,51

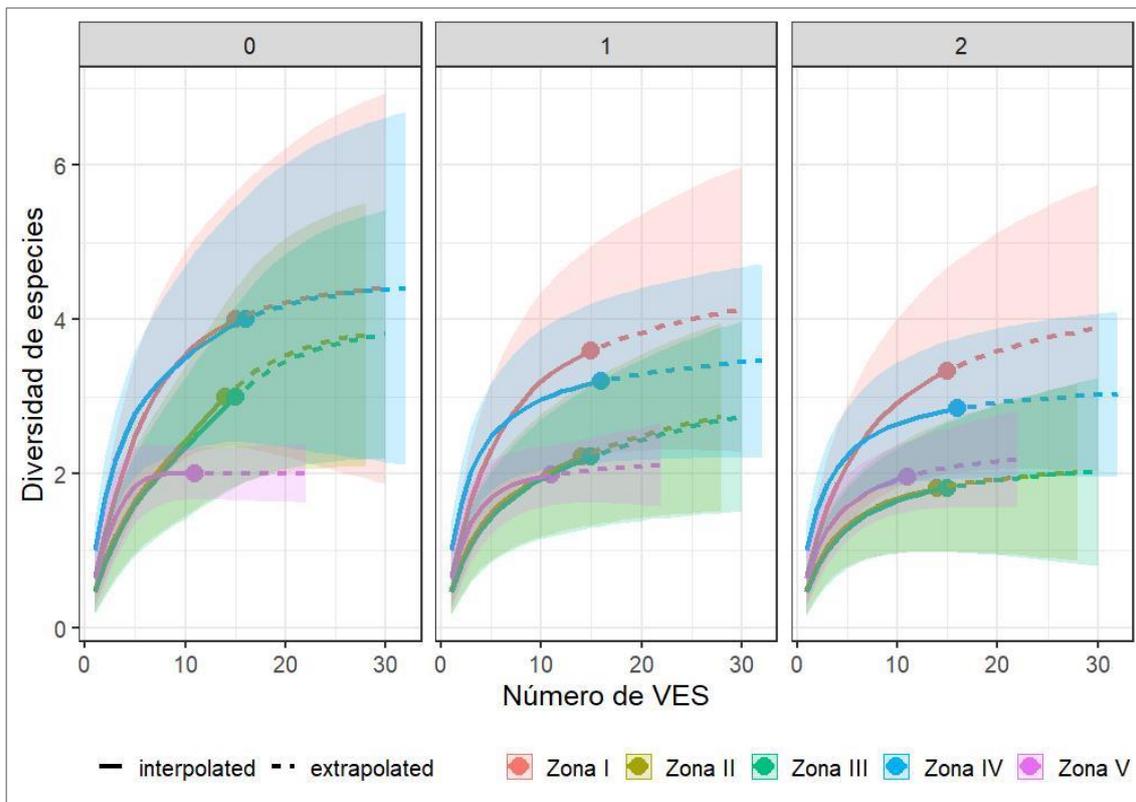


Figura 6.45. Análisis de diversidad (números de Hill, q = 0, 1 and 2) de anfibios y reptiles, considerando las zonas de evaluación del área de estudio. Las áreas sombreadas corresponden a los intervalos de confianza al 95 %.

d. Diversidad beta

Los dendrogramas de similaridad muestran diferentes patrones de agrupamiento (Figura 6.46). Al considerar solo la riqueza, mediante el índice de Jaccard, se observan dos grupos conformados por las zonas I y II y las zonas III y IV ambos grupos presentan 3 especies en común entre ellas y alcanzan valores del índice de similaridad de 0,75 (Figura 6.46 A). Ambos

Al considerar el índice de morisita, el patrón de agrupación cambia, las zonas III y IV se mantienen como un solo grupo ($S_j = 0,72$), debido a que comparten 3 especies y en ambas

predomina la rana *Pristimantis simonsii*. Las zonas I, II y V se mantienen como terminales independientes, tienen valores de similitud menores a 0,65 (Figura 6.46 B). Esto responde a que las zonas I y V presentan especies únicas no registradas en otras localidades. Por el contrario, la zona II, a pesar de presentar una composición similar a otras zonas, presenta la dominancia de la especie *Stenocercus stigmosus*.

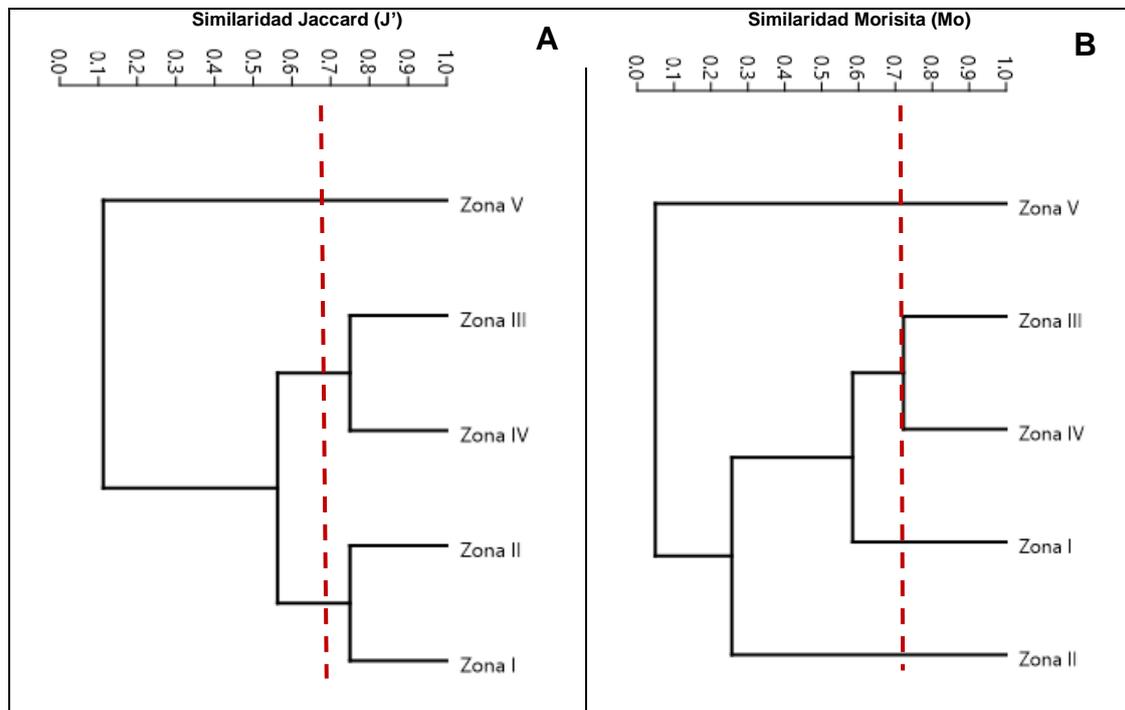


Figura 6.46. Dendrogramas de similitud de la comunidad de anfibios y reptiles de las zonas evaluadas en el área de estudio
Dendrogramas basados en el índice de similitud de Jaccard (A) y Morisita (B)

6.2.1.5 Análisis multivariados

El análisis de NMDS muestra 3 grupos diferenciados con un valor de ajuste bajo [$R^2 = 0.99$, stress = 0.05], cuyo ordenamiento responde a la distribución de las zonas de evaluación ($R^2 = 0,65$, $p = 0,001$). Las zonas II y V forman dos grupos diferenciados separados de las zonas I, II y IV (Figura 6.47). La altitud es un factor que puede explicar esta distribución, la zona II corresponde a las unidades de muestreo que se encuentran a mayor altitud por encima de los 3800 m s.n.m. donde fue mas abundante la lagartija *Stenocercus stigmosus*. La zona V se ubica en rangos altitudinales inferiores por debajo de los 3300 m s. n. m. asociados a la especie *Stenocercus* sp. Finalmente la mayoría de los VES ubicados en las zonas II, III y IV se encuentran entre los 3700 – 3800 m s.n.m., donde se distribuyen 3 especies de anfibios *Pristimantis simonsii*, *Pristimantis* sp. 1 y *Gastrotheca peruana*.

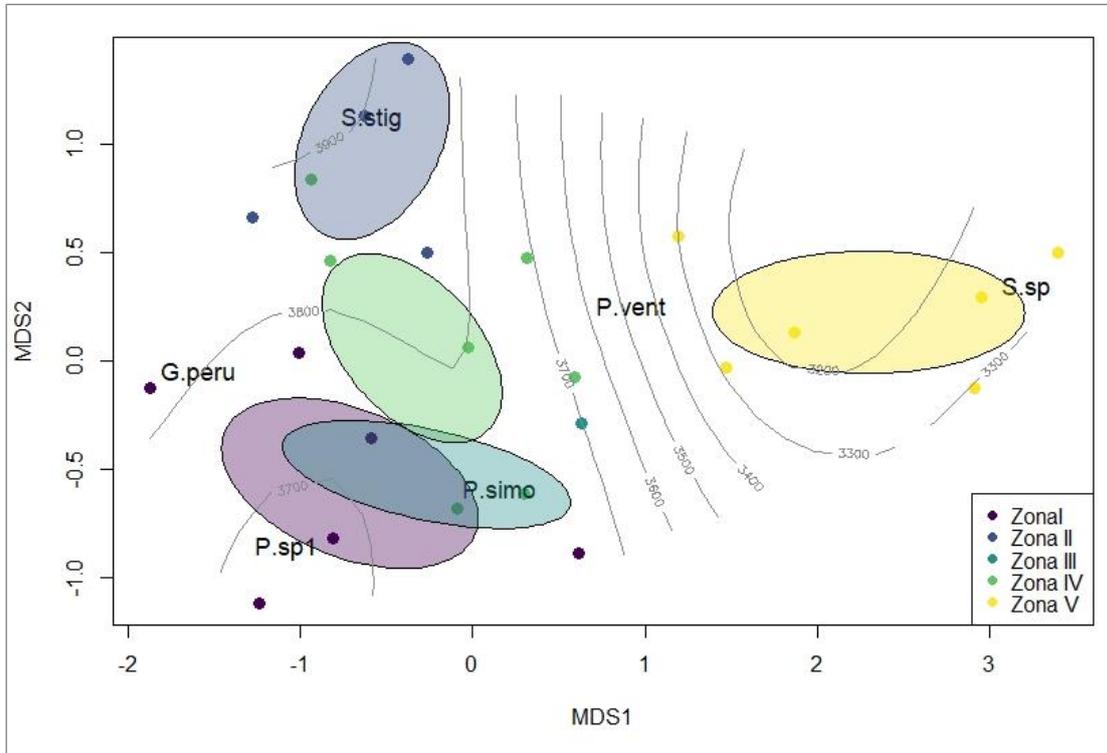


Figura 6.47. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)

P. simo: *Pristimantis simonsii*, P.sp1: *Pristimantis* sp.1, P.sp.2: *Pristimantis* sp.2, G. peru: *Gastrotheca peruana*, P. vent: *Petracola ventrimaculatus*, S. stig: *Stenocercus stigmosus*, S. sp: *Stenocercus* sp.

Las líneas grises representan la altitud en metros, elipses lo intervalos de confianza al 95 %

6.2.1.6 Especies amenazadas y endémicas

Durante la presente evaluación se han registrado 6 especies de anfibios y reptiles, de las cuales 2 se encuentran incluidas en alguna categoría de amenaza según el D.S. N.º 004-2014 y la lista de especies amenazadas de la IUCN (Tabla 6.10).

La especie *Pristimantis simonsii* esta categorizada como una especie en peligro crítico – CR, según la legislación de Perú y como vulnerable según la IUCN, debido a que tiene un rango de distribución restringido, su hábitat se encuentra degradado en algunas localidades de la Cordillera Occidental. La principal amenaza que enfrenta es la pérdida de hábitat causado por actividades mineras y agrícolas (UICN SSC Amphibian Specialist Group, 2018a). Se distribuye en los departamentos de Cajamarca, Lambayeque y La Libertad. (UICN SSC Amphibian Specialist Group, 2018a).

La lagartija *Petracola ventrimaculatus*, es considerada una especie vulnerable – VU, según la legislación de Perú, debido a que tiene una extensión restringida menor a 15 000 km², se distribuye por encima de los 3000 m de altitud en los departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín y Piura (). La principal amenaza identificada es la pérdida y degradación de su hábitat, causado por la agricultura y ganadería. (SERFOR, 2018).

Todas las especies de anfibios y reptiles registrados en el área de estudio son endémicas de Perú, se distribuyen principalmente por encima de los 3000 m de altitud, desde parte central hasta el norte de Perú. La rana *Gastrotheca peruana*, se distribuye desde los 2300 hasta los 4600 m s. n. m. desde el departamento de Pasco hasta el norte de Perú en el departamento de Cajamarca (UICN SSC Amphibian Specialist Group, 2018b). La lagartija



Stenocercus stigmus se distribuye en el norte de Perú en los departamentos de Lambayeque y Cajamarca, con registros por encima de los 2200 m s. n. m. (Venegas *et al.* 2014). Las otras 3 especies identificadas hasta el nivel de género (Tabla 6.10), pueden ser consideradas también como especies endémicas, debido a que la mayoría de las especies de estos géneros *Pristimantis* y *Stenocercus* tienen distribuciones restringidas y ocupan rangos altitudinales estrechos (Duellman y Lehr, 2009)

Tabla 6.10. Especies categorizadas según el Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI y la IUCN (2019), presentes en el área de estudio

Familia	Especie	Categoría de amenaza		Endemismo	Zonas	Formación vegetal
		IUCN	D.S. N.º 004-2014			
Clase: Amphibia						
Craugastoridae	<i>Pristimantis simonsii</i>	VU	CR	Perú	I, II, III y IV	Bo, Ma, Pa y Ro
	<i>Pristimantis</i> sp. 1	---	---	---	I	Ma
	<i>Pristimantis</i> sp. 2	---	---	---	V	Ma
Hemiphractidae	<i>Gatrotheca peruana</i>	LC	---	Perú	I, II, III, IV y V	Bo, Ma, Pa y Ro
Clase: Reptilia						
Gymnophthalmidae	<i>Petracola ventrimaculatus</i>	---	VU	Perú	II, IV y V	Ma y Ro
Tropiduridae	<i>Stenocercus stigmus</i>	LC	---	Perú	I, III y IV	Ma, Pa y Ro
	<i>Stenocercus</i> sp.			---	V	Ma y Ro

Bo: bofedal, Ma: matorral, Pa: pajonal, Ro: roquedal. «---» No incluida en alguna categoría

6.2.2 Aves

6.2.2.1 Riqueza y composición ornitológica

Se registraron 56 especies pertenecientes a 23 familias y 11 órdenes (Tabla 6.11). Según el método de evaluación, 52 especies fueron registradas por transectos lineales, 5 por conteos totales, 13 por redes de niebla y 3 mediante registros ocasionales. Del total, 50 correspondieron a especies de ambientes terrestres y 6 a especies de ambientes acuáticos.

Tabla 6.11. Composición de la avifauna registrada en el área de estudio según el método de evaluación

Orden	Familia	Especie	Método de evaluación				Total
			CT	RO	RD	TL	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	-	-	-	2	2
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	9	-	-	4	13
Apodiformes	Trochilidae	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	-	-	-	3	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	-	-	2	1	3
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	-	-	-	9	9
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura phoebe (E)</i>	-	-	-	6	6
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	-	-	-	5	5
Apodiformes	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	-	-	-	1	1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Pterophanes cyanopterus</i>	-	-	-	1	1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	-	1	-	-	1
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	12	-	-	17	29



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Orden	Familia	Especie	Método de evaluación				Total
			CT	RO	RD	TL	
Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	1	-	-	-	1
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago andina</i>	-	-	-	8	8
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago jamesoni</i>	-	-	-	5	5
Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia melanoptera</i>	-	4	-	-	4
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	-	-	-	2	2
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	-	-	-	3	3
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcooenus megalopterus</i>	-	-	-	3	3
Passeriformes	Cotingidae	<i>Ampelion rubrocristatus</i>	-	-	-	1	1
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes rufigenis (E)</i>	-	-	1	3	4
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	-	-	1	19	20
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	-	-	-	7	7
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	-	-	1	31	32
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes humilis</i>	-	-	-	20	20
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes wyatti</i>	-	-	-	1	1
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albidiventris</i>	-	-	-	6	6
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cranioleuca antisimensis</i>	-	-	-	3	3
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geocerthia serrana (E)</i>	-	-	1	3	4
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta tenuirostris</i>	-	-	-	1	1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	2	-	-	16	18
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	-	-	-	2	2
Passeriformes	Icteridae	<i>Stumella bellicosa</i>	-	-	-	1	1
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	-	-	-	4	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia analis</i>	-	-	3	11	14
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia inornata</i>	1	-	-	14	15
Passeriformes	Thraupidae	<i>Conirostrum cinereum</i>	-	-	2	2	4
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa brunneiventris</i>	-	-	2	12	14
Passeriformes	Thraupidae	<i>Microspingus alticola (E)</i>	-	-	-	1	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus fruticeti</i>	-	-	-	1	1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>	-	-	1	7	8
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus unicolor</i>	-	-	1	14	15
Passeriformes	Thraupidae	<i>Pipraeidea bonariensis</i>	-	-	4	5	9
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator aurantirostris</i>	-	-	-	2	2
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	-	-	-	16	16
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus chiguanco</i>	-	-	-	6	6
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	-	-	1	4	5
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Agriornis montanus</i>	-	-	-	12	12
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	-	-	-	2	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia pallatangae</i>	-	-	1	2	3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola griseus</i>	-	-	-	4	4
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	-	-	-	3	3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	-	-	-	6	6
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Polioxolmis rufipennis</i>	-	-	-	5	5
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis ridgwayi</i>	-	9	-	-	9
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	-	-	-	3	3
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Nothoprocta curvirostris</i>	-	-	-	2	2
Riqueza de especies			5	3	13	52	56
Abundancia			25	14	21	322	382

TL: Transecto lineal, CT: Conteo total, RO: Registros ocasionales, RD: Redes de niebla



Las órdenes que poseen mayor número de especies fueron los Passeriformes (aves cantoras) con 35 especies (62,5 % del total de especies) incluidas en 11 familias, seguidos de Apodiformes (colibríes) con 7 especies (12,5 % del total de especies) incluidas en 1 familia, Charadriiformes (avefrías y chorlos) con 4 especies (7,1 % del total de especies) incluidas en 3 familias, y Falconiformes (halcones) con 3 especies (5,4 % del total de especies) incluidas en 1 familia. Las siete órdenes restantes presentan entre una especie (Tabla 6.12).

Tabla 6.12. Órdenes, familia y número de especies de aves registradas en el área de estudio

Orden	Familia	Especies
Passeriformes	Thraupidae	10
Apodiformes	Trochilidae	7
Passeriformes	Furnariidae	7
Passeriformes	Tyrannidae	7
Falconiformes	Falconidae	3
Charadriiformes	Scolopacidae	2
Passeriformes	Emberizidae	2
Passeriformes	Hirundinidae	2
Passeriformes	Turdidae	2
Accipitriformes	Accipitridae	1
Anseriformes	Anatidae	1
Cathartiformes	Cathartidae	1
Charadriiformes	Charadriidae	1
Charadriiformes	Laridae	1
Columbiformes	Columbidae	1
Passeriformes	Cotingidae	1
Passeriformes	Fringillidae	1
Passeriformes	Icteridae	1
Passeriformes	Motacillidae	1
Passeriformes	Troglodytidae	1
Pelecaniformes	Threskiornithidae	1
Piciformes	Picidae	1
Tinamiformes	Tinamidae	1
Riqueza de especies		56

Las familias con mayor número de especies fueron Thraupidae (espigueros y semilleros) con 10 especies, Trochilidae (colibríes), Furnariidae (canasteros) y Tyrannidae (dormilonas y atrapamoscas) con 7 especies cada una, y Falconidae (halcones) con 3 especies (Figura 6.48). Las demás familias presentan entre 1 y 2 especies (Tabla 6.12).

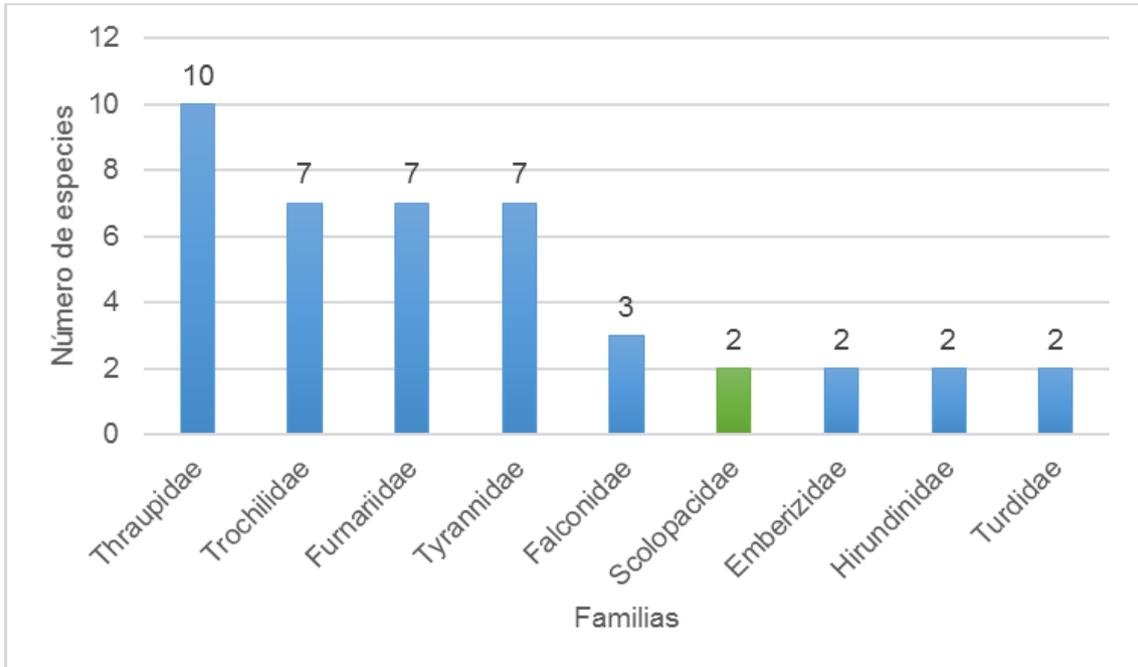


Figura 6.48 Familias con mayor número de especies de aves en el área de estudio
Nota: Las barras en color verde corresponden a familias de aves acuáticas y las azules a familias de aves terrestres

6.2.2.2 Formaciones vegetales y lagunas

En esta sección se presenta y analiza los resultados sobre la riqueza y abundancia de especies, diversidad, similitud por formaciones vegetales y lagunas en el área de estudio.

e. Riqueza de especies y abundancia

Se evaluaron 4 formaciones vegetales (bofedal, matorral, pajonal y roquedal) y las lagunas identificadas en el área de estudio, donde se registraron 56 especies y 382 individuos en total considerando las metodologías cuantitativas (transectos lineales y conteos totales) y cualitativas (redes de niebla y registros ocasionales). En la tabla 6.13 se presenta un resumen de las 4 formaciones vegetales y lagunas con su riqueza de especies y abundancia registrada.

La riqueza de especies varió entre 6 y 41 especies, y la abundancia entre 34 y 189 individuos. En la formación vegetal matorral se registró la mayor riqueza con 41 especies, seguido del roquedal con 23 especies. La menor riqueza se registró en las lagunas y bofedales, con 6 y 11 especies, respectivamente. La abundancia registrada fue proporcional a la riqueza de especies; la formación vegetal con mayor abundancia fue el matorral, mientras que las lagunas fueron las de menor abundancia (Tabla 6.13).

Tabla 6.13. Resumen de la riqueza y abundancia de aves por hábitat en el área de estudio

Formación Vegetal/laguna	N° de familias	N° de especies	N° de individuos
Bofedal	8	11	62
Laguna	6	6	34
Matorral	14	41	189
Pajonal	11	15	41
Roquedal	12	23	56
Total	23	56	382



En la abundancia total obtenida destacaron 4 especies con abundancias mayores o igual a 20 individuos. La especie con mayor abundancia fue el «Canastero Multilistado» *Asthenes flammulata* con 32 individuos, que representa el 8,4 % del total. También destacaron el «Avefría Andina» *Vanellus resplendens* con 29 individuos, que representa el 7,6 % del total, el «Canastero de Garganta Rayada» *Asthenes humilis* y el «Gorrión de Collar Rufo» con 20 individuos cada uno, que representan el 5,2 % del total (Figura 6.49).

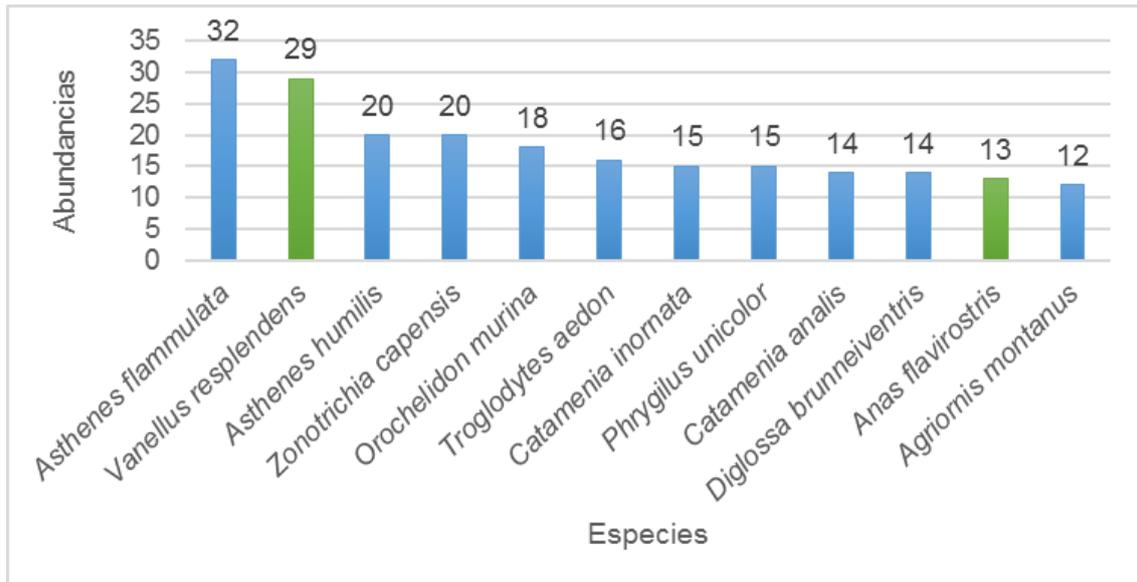


Figura 6.49. Especies con mayor abundancia total registrada en el área de estudio

Nota: Las barras de color verde corresponden a aves acuáticas y las de color azul corresponden a aves acuáticas.

Por otro lado, cabe indicar que las especies menos abundantes fueron la «Cotinga de Cresta Roja» *Ampelion rubrocristatus*, «Canastero de Dorso Rayado» *Asthenes wyatti*, «Gallinazo de Cabeza Roja» *Cathartes aura*, «Gaviota Andina» *Chroicocephalus serranus*, «Minero de Pico Largo» *Geositta tenuirostris*, «Monterita de Cola Simple» *Microspingus alticola*, «Monterita de Cola Simple» Patagona gigas, «Fringilo de Pecho Negro» *Phrygilus fruticeti*, «Ala-Zafiro Grande» *Pterophanes cyanopterus* y «Pastorero Peruano» *Sturnella bellicosa* con 1 individuo cada una.

A continuación, se analizará primero la avifauna registrada en los ambientes acuáticos (lagunas y bofedales) y luego la avifauna registrada en los ambientes terrestres (matorral, pajonal y roquedal). La abundancia es la registrada mediante los métodos cuantitativos (transectos lineales y conteos totales) que se utilizó para los cálculos de los índices de diversidad alfa y beta y en el Anexo 2: Reporte de resultados se presenta la riqueza de especies y abundancia en cada hábitat.



Ambientes acuáticos

• Lagunas

Se evaluaron 3 lagunas, en 2 de ellas se obtuvieron registros cuantitativos y en 1 registros cualitativos. Mediante métodos cuantitativos se registraron 5 especies, mientras que por medio de métodos cualitativos se registró solo 1 especie. *Vanellus resplendens* fue la especie con la mayor abundancia (12 individuos), mientras que el «Semillero Simple» *Catamenia inornata* y *Chroicocephalus serranus* fueron las de menor abundancia (1 individuo cada una). La especie registrada ocasionalmente fue el «Ibis de la Puna» *Plegadis ridgwayi* (Tabla 6.14).

Tabla 6.14. Riqueza de especies y abundancia registrada en las lagunas

Especie	Zona I	Zona II	Total	AR (%)
	AV28	AV22		
<i>Vanellus resplendens</i> *	-	12	12	48
<i>Anas flavirostris</i> *	3	6	9	36
<i>Orochelidon murina</i>	2	-	2	8
<i>Catamenia inornata</i>	1	-	1	4
<i>Chroicocephalus serranus</i> *	-	1	1	4
Riqueza de especies	3	3	5	100
Abundancia	6	19	25	

AR: Abundancia Relativa, AV: punto de evaluación, *: Aves acuáticas según Wetlands International
Nota: en la tabla se muestran solo las especies registradas por medio de métodos cuantitativos

• Bofedal

Se evaluaron los bofedales en 4 zonas de evaluación (Zona I, Zona II, Zona III y Zona IV). En esta formación vegetal, mediante transectos lineales, se registraron 62 individuos pertenecientes a 11 especies (Tabla 6.15).

El bofedal de la Zona III registró la mayor riqueza de especies y abundancia con 9 especies y 29 individuos, seguida de la Zona II con 6 especies y 25 individuos. Las Zonas I y IV presentaron las menores riquezas y abundancias con 3 y 2 especies y 5 y 3 individuos, respectivamente (Tabla 6.15).

La especie más abundante fue *Vanellus resplendens* con 13 individuos, que representa el 21 % del total de especies, seguido de *Asthenes flammulata* y *Asthenes humilis* con 9 individuos, que representa el 14,5 % del total de especies. La especie menos abundante fue la «Dormilona de Taczanowski» *Muscisaxicola griseus* con 1 individuo el cual representa el 1,6 % del total de especies.

Entre los registros destacan la «Estrella Andina» *Oreotrochilus estella* de la familia Trochilidae incluida en el Apéndice II de CITES.

Tabla 6.15. Riqueza de especies y abundancia de aves registrada en los bofedales

Especie	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Total	AR (%)
<i>Vanellus resplendens</i> *	-	13	-	-	13	21,0
<i>Asthenes flammulata</i>	2	1	5	1	9	14,5
<i>Asthenes humilis</i>	-	5	4	-	9	14,5
<i>Phrygilus unicolor</i>	1	1	5	-	7	11,3
<i>Gallinago andina</i> *	-	-	6	-	6	9,7
<i>Cinclodes albidiventris</i>	2	-	3	-	5	8,1



Especie	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Total	AR (%)
<i>Anas flavirostris</i> *	-	4	-	-	4	6,5
<i>Catamenia inornata</i>	-	-	1	2	3	4,8
<i>Anthus bogotensis</i>	-	-	3	-	3	4,8
<i>Oreotrochilus estella</i>	-	1	1	-	2	3,2
<i>Muscisaxicola griseus</i>	-	-	1	-	1	1,6
Riqueza de especies	3	6	9	2	11	100,0
Abundancia	5	25	29	3	62	

AR: Abundancia relativa, *: Aves acuáticas según Wetlands International

Nota: en la tabla se muestran solo las especies registradas por medio de métodos cuantitativos

Ambientes terrestres

• Pajonal

Se evaluaron pajonales en 4 zonas de evaluación (Zona I, Zona II, Zona III y Zona IV). En esta formación vegetal, mediante transectos lineales, se registraron 40 individuos pertenecientes a 14 especies (Tabla 6.16).

La especie más abundante fue *Asthenes flammulata* con 10 individuos, que representa el 25 % del total de especies, seguido de la «Golondrina de Vientre Pardo» *Orochelidon murina* con 5 individuos, que representa el 12,5 % del total, la «Becasina de Jameson» *Gallinago jamesoni* y *Vanellus resplendens* con 4 individuos cada una, que representan el 10 % del total. Las especies menos abundantes fueron el «Carpintero Andino» *Colaptes rupicola*, la «Cachirla del Páramo» *Anthus bogotensis*, *Zonotrichia capensis*, *Catamenia inornata*, y el «Ala-Rufo Canela» *Polioxolmis rufipennis* con 1 individuo (Tabla 6.16).

Entre los registros destacan el «Caracara Cordillerano» *Phalcoboenus megalopterus* de la familia Falconidae incluido en el Apéndice II de CITES.

Tabla 6.16. Riqueza de especies y abundancia de aves en pajonales

Especie	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Total	AR (%)
<i>Asthenes flammulata</i>	6	2	2	-	10	25
<i>Orochelidon murina</i>	3	-	2	-	5	12,5
<i>Gallinago jamesoni</i>	1	1	2	-	4	10
<i>Vanellus resplendens</i>	-	4	-	-	4	10
<i>Asthenes humilis</i>	-	1	2	-	3	7,5
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	1	2	-	-	3	7,5
<i>Phrygilus unicolor</i>	1	-	1	-	2	5
<i>Agriornis montanus</i>	-	-	-	2	2	5
<i>Gallinago andina</i>	2	-	-	-	2	5
<i>Colaptes rupicola</i>	1	-	-	-	1	2,5
<i>Anthus bogotensis</i>	-	-	-	1	1	2,5
<i>Zonotrichia capensis</i>	1	-	-	-	1	2,5
<i>Catamenia inornata</i>	1	-	-	-	1	2,5
<i>Polioxolmis rufipennis</i>	-	1	-	-	1	2,5
Riqueza de especies	9	6	5	2	14	100
Abundancia	17	11	9	3	40	

AR: Abundancia relativa

Nota: en la tabla se muestran solo las especies registradas por medio de métodos cuantitativos



- **Matorral**

Se evaluaron matorrales en 4 zonas de evaluación (Zona II, Zona III, Zona IV y Zona V). En esta formación vegetal, mediante transectos lineales, se registraron 168 individuos pertenecientes a 41 especies, las mayores abundancias y riquezas registradas durante la evaluación (Tabla 6.17).

Entre las especies registradas se observaron a especies terrestres típicas de zonas asociadas con matorral o presencia de estrato arbustivo. Las especies más abundantes fueron *Zonotrichia capensis* con 18 individuos, que representa el 10,7 % del total, el «Cucarachero común» *Troglodytes aedon* con 12 individuos, que representa el 7,1 % del total, *Catamenia inornata* y el «Pincha-Flor de Garganta Negra» *Diglossa brunneiventris* con 11 individuos cada una, que representan el 6,5 % del total. En cuanto a especies menos abundantes, 9 especies registraron 2 individuos y 10 especies registraron solo 1 individuo (Tabla 6.17)

Entre los registros destacan el «Colibrí de Cola Larga Negra» *Lesbia victoriae*, el «Rayo-de-Sol Brillante» *Aglaeactis cupripennis*, el «Colibrí Gigante» *Patagona gigas*, *Metallura phoebe* y *Oreotrochilus estella* de la familia Trochilidae incluidas en el Apéndice II de CITES. También destacan el «Matorralero de Oreja Rufa» *Atlapetes rufigenis*, la «Bandurrita Serrana» *Geocerthia serrana*, el «Colibrí Negro» *Metallura phoebe* y *Microspingus alticola* que son endémicos peruanos.

Tabla 6.17. Riqueza de especies y abundancia registrada en matorrales

Especie	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V	Total	AR (%)
<i>Zonotrichia capensis</i>	-	-	2	16	18	10,7
<i>Troglodytes aedon</i>	-	1	3	8	12	7,1
<i>Catamenia analis</i>	-	-	-	11	11	6,5
<i>Diglossa brunneiventris</i>	-	-	3	8	11	6,5
<i>Catamenia inornata</i>	-	-	3	6	9	5,4
<i>Lesbia victoriae</i>	-	-	-	9	9	5,4
<i>Asthenes flammulata</i>	1	3	4	-	8	4,8
<i>Phrygilus punensis</i>	-	-	-	7	7	4,2
<i>Spinus magellanicus</i>	-	-	4	2	6	3,6
<i>Turdus chiguanco</i>	-	-	-	6	6	3,6
<i>Pipraeidea bonariensis</i>	-	-	-	5	5	3,0
<i>Agriornis montanus</i>	-	-	4	1	5	3,0
<i>Asthenes humilis</i>	2	1	2	-	5	3,0
<i>Ochthoeca leucophrys</i>	-	-	3	1	4	2,4
<i>Orochelidon murina</i>	-	-	3	-	3	1,8
<i>Cranioleuca antisiensis</i>	-	-	-	3	3	1,8
<i>Atlapetes rufigenis (E)</i>	-	-	-	3	3	1,8
<i>Phrygilus unicolor</i>	-	1	-	2	3	1,8
<i>Turdus fuscater</i>	-	-	-	3	3	1,8
<i>Falco sparverius</i>	-	-	-	3	3	1,8
<i>Geocerthia serrana (E)</i>	-	-	2	1	3	1,8
<i>Metallura phoebe (E)</i>	-	-	3	-	3	1,8
<i>Saltator aurantirostris</i>	-	-	-	2	2	1,2
<i>Nothoprocta curvirostris</i>	-	-	2	-	2	1,2
<i>Elaenia pallatangae</i>	-	-	-	2	2	1,2
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	-	2	-	-	2	1,2
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	-	-	-	2	2	1,2



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Especie	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V	Total	AR (%)
<i>Conirostrum cinereum</i>	-	-	-	2	2	1,2
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	-	-	1	1	2	1,2
<i>Anairetes parulus</i>	-	-	-	2	2	1,2
<i>Falco femoralis</i>	-	2	-	-	2	1,2
<i>Colibri coruscans</i>	-	-	1	-	1	0,6
<i>Sturnella bellicosa</i>	-	-	-	1	1	0,6
<i>Microspingus alticola (E)</i>	-	-	1	-	1	0,6
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	-	-	1	-	1	0,6
<i>Colaptes rupicola</i>	-	-	-	1	1	0,6
<i>Phrygilus fruticeti</i>	-	-	-	1	1	0,6
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	-	-	-	1	1	0,6
<i>Oreotrochilus estella</i>	-	-	1	-	1	0,6
<i>Patagona gigas</i>	-	-	-	1	1	0,6
<i>Asthenes wyatti</i>	-	-	1	-	1	0,6
Riqueza de especies	2	6	19	29	41	100
Total	3	10	44	111	168	

AR: Abundancia relativa

Nota: en la tabla se muestran solo las especies registradas por medio de métodos cuantitativos

• Roquedal

La formación vegetal Roquedal fue evaluada en 3 zonas (zona I, zona III y zona IV). Se registraron 22 especies y una abundancia de 52 individuos (Tabla 6.18).

El roquedal de la zona I registró la mayor riqueza y abundancia con 12 especies y 22 individuos, mientras que la zona IV presentó los menores valores con 8 especies y 11 individuos (Tabla 6.18).

No se observó mucha diferencia en la abundancia de las especies más abundantes. Las especies más abundante fueron *Orochelidon murina* con 8 individuos (15,4 % del total), seguida del «Arriero de Pico Negro» *Agriornis montanus* con 5 individuos (9,6 % del total), *Polioxolmis rufipennis*, *Troglodytes aedon* y *Asthenes flammulata* con 4 individuos (7,7 % del total cada una). En cuanto a especies menos abundantes, se registraron 10 especies con solo 1 individuo (1,9 % del total cada una) (Tabla 6.18).

Entre los registros destacan el «Aguilucho Variable» *Geranoaetus polyosoma* de la familia Accipitridae, *Metallura phoebe*, *Oreotrochilus estella* y *Aglaeactis cupripennis* de la familia Trochilidae incluidas en el Apéndice II de CITES. *Metallura phoebe* también es una especie endémica de Perú.

Tabla 6.18. Riqueza de especies y abundancia de aves en roquedales

Especie	Zona I	Zona III	Zona IV	Total	AR (%)
<i>Orochelidon murina</i>	7	1	-	8	15,4
<i>Agriornis montanus</i>	2	3	-	5	9,6
<i>Polioxolmis rufipennis</i>	-	3	1	4	7,7
<i>Troglodytes aedon</i>	1	1	2	4	7,7
<i>Asthenes flammulata</i>	4	-	-	4	7,7
<i>Metallura phoebe (E)</i>	1	1	1	3	5,8
<i>Asthenes humilis</i>	-	3	-	3	5,8
<i>Muscisaxicola griseus</i>	-	3	-	3	5,8
<i>Ochthoeca leucophrys</i>	-	-	2	2	3,8



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Especie	Zona I	Zona III	Zona IV	Total	AR (%)
<i>Oreotrochilus estella</i>	1	-	1	2	3,8
<i>Phrygilus unicolor</i>	-	2	-	2	3,8
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	-	-	2	2	3,8
<i>Spinus magellanicus</i>	-	-	1	1	1,9
<i>Geositta tenuirostris</i>	-	1	-	1	1,9
<i>Turdus fuscater</i>	1	-	-	1	1,9
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	1	-	-	1	1,9
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	-	-	1	1	1,9
<i>Colaptes rupicola</i>	1	-	-	1	1,9
<i>Catamenia inornata</i>	1	-	-	1	1,9
<i>Diglossa brunneiventris</i>	1	-	-	1	1,9
<i>Cinclodes albidiventris</i>	-	1	-	1	1,9
<i>Gallinago jamesoni</i>	1	-	-	1	1,9
Riqueza de especies	12	10	8	22	100
Total	22	19	11	52	

AR: Abundancia relativa

Nota: en la tabla se muestran solo las especies registradas por medio de métodos cuantitativos

f. Curva rango abundancia por formaciones vegetales y lagunas

De acuerdo a las curvas de rango abundancia, mostradas en escala logarítmica y ordenadas en secuencia de abundancia decreciente, se puede observar que en los bofedales y lagunas las distribuciones de las curvas de rango-abundancia presentaron pendientes pronunciadas (Figura 6.50), que caracterizan a comunidades con baja equidad, siendo *Vanellus resplendens* y *Asthenes flammulata* los que se encuentran en la cima de las curvas. En las demás formaciones vegetales (matorrales, pajonales y roquedales) se observa una mayor equidad, con una mayor cantidad de especies con 1 o 2 individuos.



g. Diversidad por formaciones vegetales y lagunas

Según el índice de la serie de números de Hill o números efectivos de especies, el matorral es la formación vegetal más diversa con el mayor número de especies abundantes (N¹: 29,1 especies) y muy abundantes (N²: 22,3 especies), seguido del roquedal con 17,5 especies abundantes (N¹) y 14,2 especies muy abundantes (N²). Las lagunas registraron los menores valores de los números de Hill con 3,3 especies abundantes (N¹) y 2,7 especies muy abundantes (N²) (Tabla 6.19, Figura 6.51).

Tabla 6.19. Valores de diversidad con la serie de números de Hill por formación vegetal y lagunas

Números de Hill	Bofedal	Laguna	Matorral	Pajonal	Roquedal
Abundancia	62	25	168	40	52
N ⁰	11	5	41	14	22
N ¹	9,1	3,3	29,1	10,7	17,5
N ²	8,0	2,7	22,3	8,3	14,2

N⁰: Número de especies, N¹: Número de especies abundantes, N²: Número de especies muy abundantes

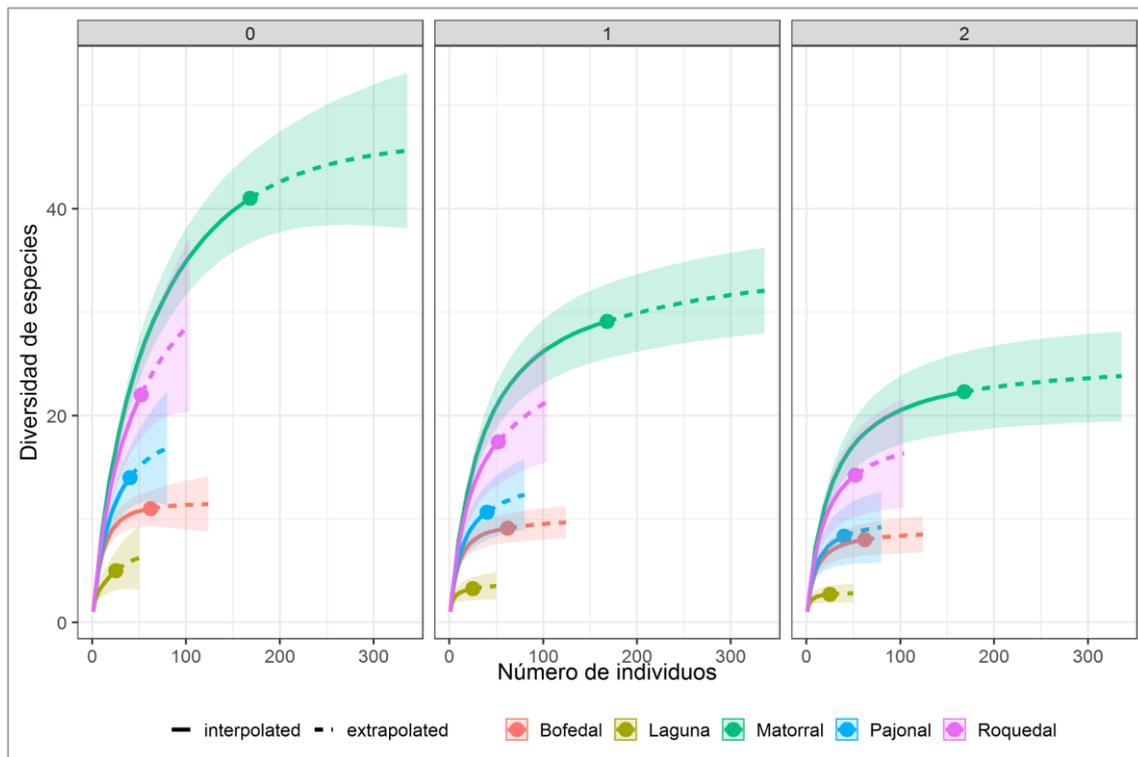


Figura 6.51. Diversidad de aves con la serie de números de Hill por formación vegetal

h. Similitud por formaciones vegetales y lagunas

Según el índice cuantitativo de Morisita, se observa que el pajonal y bofedal mostraron la mayor similitud (68 %). La segunda mayor similitud la presentan el roquedal y pajonal (62 %). Las lagunas y bofedales presentaron similitud de 50 %. Por último, se puede observar disimilitud entre las formaciones vegetales y las lagunas (Tabla 6.20, Figura 6.52).



Tabla 6.20. Valores del índice de similitud de Morisita entre las formaciones vegetales y las lagunas en el área de estudio

	Bofedal	Laguna	Matorral	Pajonal	Roquedal
Bofedal	1,00	0,50	0,21	0,68	0,31
Laguna	0,50	1,00	0,02	0,25	0,07
Matorral	0,21	0,02	1,00	0,31	0,43
Pajonal	0,68	0,25	0,31	1,00	0,62
Roquedal	0,31	0,07	0,43	0,62	1,00

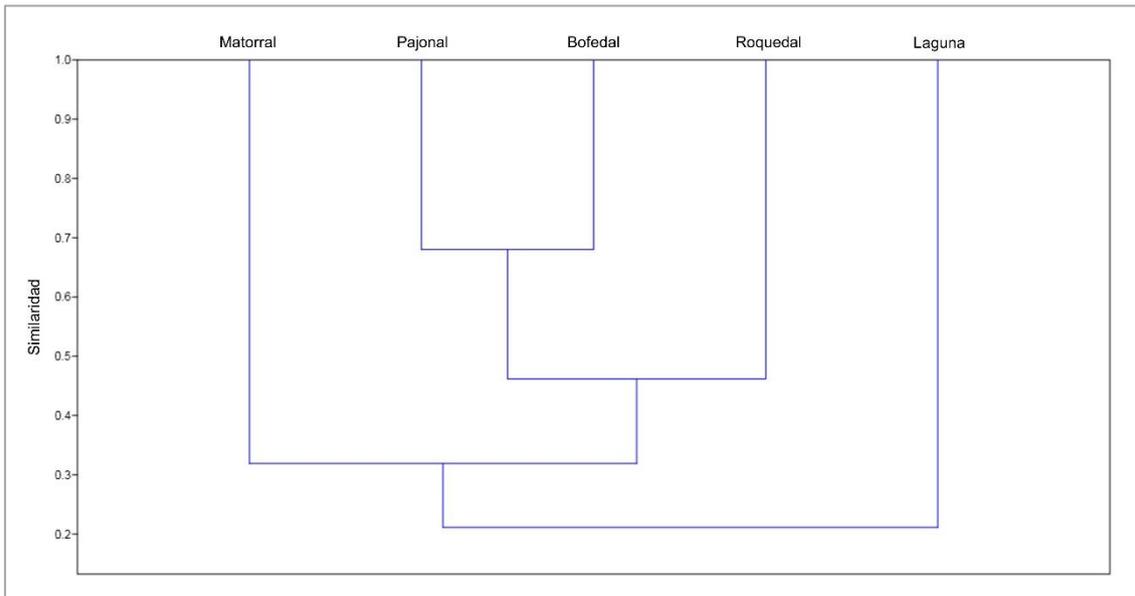


Figura 6.52. Dendrograma de Similitud de Morisita entre formaciones vegetales y lagunas

i. Análisis multivariado por formaciones vegetales y lagunas

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) muestra un valor de Stress de 0,14, lo que indica un desempeño moderado del modelo (valores de Stress < 0,1 muestran buen desempeño, Clarke, 1993), y los resultados muestran que hay diferencias significativas ($p=0,0001$) entre las agrupaciones formadas, principalmente entre las lagunas y las formaciones vegetales (Figura 6.53).

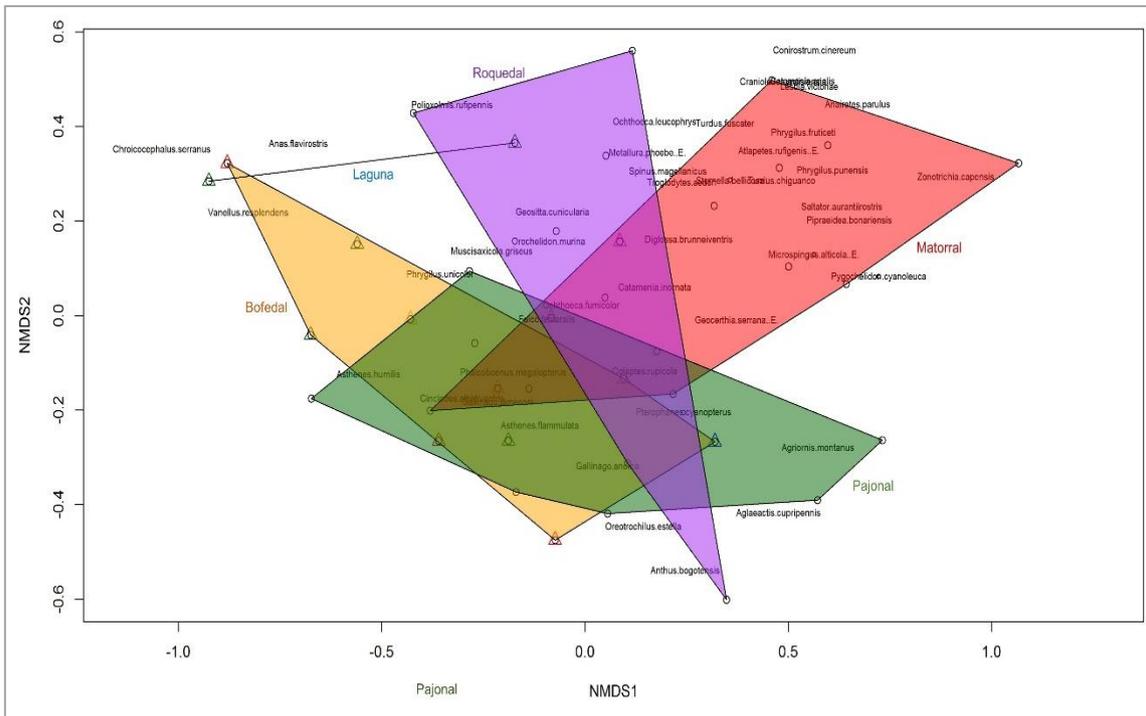


Figura 6.53. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico entre formaciones vegetales y lagunas

Para determinar la diferencia en la composición de especies de aves ponderadas por la abundancia, se realizó un análisis PERMANOVA entre las formaciones vegetales y las lagunas evaluadas. El análisis mostró un nivel de significancia de 0,0001 con un valor F de 1,956, por lo que se rechaza la hipótesis nula, indicando que existen diferencias significativas en la avifauna de las agrupaciones formadas.

El análisis de pares mediante los valores de significancia al 95 % ajustados por el método de Bonferroni indica que hay diferencias significativas entre la avifauna registrada en el matorral y el bofedal (Tabla 6.21).

Tabla 6.21. Diferencias en pares de la avifauna con respecto a las formaciones vegetales y lagunas

	Bofedal	Laguna	Matorral	Pajonal	Roquedal
Bofedal	1	1	0,009	1	0,142
Laguna	1	1	0,126	0,385	0,566
Matorral	0,009	0,126	1	0,123	0,969
Pajonal	1	0,385	0,123	1	1
Roquedal	0,142	0,566	0,969	1	1

Valores de significancia menores a 0,05 indican diferencia significativa entre formaciones vegetales y lagunas (celdas sombreadas de rojo)

Teniendo en cuenta que se registró diferencias significativas entre el bofedal y matorral, se realizó un análisis SIMPER, para evaluar la contribución porcentual de cada especie en relación a las medidas de similitud. Según esta prueba, *Vanellus resplendens*, *Zonotrichia capensis*, *Asthenes flammulata*, *Asthenes humilis*, *Troglodytes aedon*, *Catamenia inornata*, el «Semillero de Cola Bandeada» *Catamenia analis* y el «Fringilo Plomizo» *Phrygilus unicolor*, contribuyen en conjunto al 50 % de las muestras, correspondiendo a especies comunes o de mayor frecuencia.



6.2.2.3 Microcuencas y zonas de evaluación

a. Riqueza de especies y abundancia

A continuación, se presentan los análisis por zona de evaluación. En el Anexo B. Reporte de resultados, se presenta la riqueza de especies y abundancia registrada por zona de evaluación en el área de estudio obtenida mediante transectos lineales y conteos totales.

Microcuenca Chanche

La microcuenca Chanche estuvo conformada por la zona I.

- **Zona I**

La zona I está representada por formaciones vegetales de bofedal, pajonal y roquedal y por las lagunas. En esta zona se registraron 18 especies y 50 individuos en total, de las cuales, 12 fueron registradas en los roquedales, 9 en los pajonales y 3 en bofedales y lagunas respectivamente.

La abundancia de las especies varió entre 1 y 12 individuos (Tabla 6.22). Las especies más abundantes fueron *Orochelidon murina* y *Asthenes flammulata*, ambas con 12 individuos (24 % del total), seguidas del «Pato Barcino» *Anas flavirostris* y *Catamenia inornata* con 3 individuos cada una (6 % del total). Asimismo, se registraron 6 especies con 2 individuos cada una (4 % del total) y 8 especies con 1 individuo cada una (2 % del total).

Entre los registros destacan *Phalcoboenus megalopterus* de la familia Falconidae y *Metallura phoebe* de la familia Trochilidae incluidas en el Apéndice II de CITES. *Metallura phoebe* también es una especie endémica de Perú.

En la zona I también se registró a *Plegadis ridgwayi* y a la «Tortolita de Ala Negra» *Metriopelia melanoptera* mediante métodos cualitativos, motivo por el cual no se consignó en la relación de la Tabla 6.22.

Tabla 6.22. Riqueza de especies y abundancia de aves en la Zona I en el área de estudio.

Especie	Zona I				Total	AR (%)
	Bofedal	Laguna	Pajonal	Roquedal		
<i>Orochelidon murina</i>	-	2	3	7	12	24
<i>Asthenes flammulata</i>	2	-	6	4	12	24
<i>Anas flavirostris</i>	-	3	-	-	3	6
<i>Catamenia inornata</i>	-	1	1	1	3	6
<i>Agriornis montanus</i>	-	-	-	2	2	4
<i>Gallinago andina</i>	-	-	2	-	2	4
<i>Phrygilus unicolor</i>	1	-	1	-	2	4
<i>Colaptes rupicola</i>	-	-	1	1	2	4
<i>Cinclodes albidiventris</i>	2	-	-	-	2	4
<i>Gallinago jamesoni</i>	-	-	1	1	2	4
<i>Zonotrichia capensis</i>	-	-	1	-	1	2
<i>Troglodytes aedon</i>	-	-	-	1	1	2
<i>Metallura phoebe</i> (E)	-	-	-	1	1	2
<i>Oreotrochilus estella</i>	-	-	-	1	1	2
<i>Turdus fuscater</i>	-	-	-	1	1	2



Especie	Zona I				Total	AR (%)
	Bofedal	Laguna	Pajonal	Roqedal		
<i>Diglossa brunneiventris</i>	-	-	-	1	1	2
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	-	-	-	1	1	2
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	-	-	1	-	1	2
Riqueza de especies	3	3	9	12	18	100
Abundancia	5	6	17	22	50	

AR: Abundancia relativa

Microcuenca La Encañada

La microcuenca La Encañada estuvo conformada por las zonas II, III y V. Se registraron 47 especies y 236 individuos. Las especies más abundantes fueron *Vanellus resplendens* con 29 individuos (12,3 % del total), seguida por *Asthenes humilis* con 18 individuos (7,6 % del total), *Zonotrichia capensis* con 16 individuos (6,8 % del total), y *Asthenes flammulata* con 14 individuos (5,9 % del total). Con respecto a especies menos abundantes, 10 especies registraron 2 individuos, y 11 especies solo 1 individuo (Anexo B-3.3).

• Zona II

La zona II está representada por formaciones vegetales de bofedal, matorral y pajonal y por las lagunas. En esta zona se registraron 10 especies y 58 individuos en total. En bofedal y pajonal se registraron 6 especies, aunque en bofedal se obtuvo mayor abundancia (25 individuos). En las lagunas se registraron 3 especies y 19 individuos, y en los matorrales 2 especies y 3 individuos (Tabla 6.23).

La abundancia de las especies varió entre 1 y 29 individuos (Tabla 6.23). La especie más abundante fue *Vanellus resplendens* con 29 individuos, que representa el 50 % del total de individuos registrados. La segunda especie con mayor abundancia es *Anas flavirostris* con 10 individuos (17,2 % del total de individuos registrados).

Las especies menos abundantes fueron *Phrygilus unicolor*, *Polioxolmis rufipennis*, *Chroicocephalus serranus*, *Oreotrochilus estella* y *Gallinago jamesoni*, todas ellas con solo 1 individuo (1,7 % del total de individuos registrados) (Tabla 6.23).

Entre los registros destacan *Phalcoboenus megalopterus* de la familia Falconidae incluida en el Apéndice II de CITES.

Tabla 6.23. Riqueza de especies y abundancia de aves en la zona II en el área de estudio

Especie	Zona II				Total	AR (%)
	Bofedal	Laguna	Matorral	Pajonal		
<i>Vanellus resplendens</i>	13	12	-	4	29	50,0
<i>Anas flavirostris</i>	4	6	-	-	10	17,2
<i>Asthenes humilis</i>	5	-	2	1	8	13,8
<i>Asthenes flammulata</i>	1	-	1	2	4	6,9
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	-	-	-	2	2	3,4
<i>Phrygilus unicolor</i>	1	-	-	-	1	1,7
<i>Polioxolmis rufipennis</i>	-	-	-	1	1	1,7
<i>Chroicocephalus serranus</i>	-	1	-	-	1	1,7
<i>Oreotrochilus estella</i>	1	-	-	-	1	1,7
<i>Gallinago jamesoni</i>	-	-	-	1	1	1,7
Riqueza de especies	6	3	2	6	10	100



Especie	Zona II				Total	AR (%)
	Bofedal	Laguna	Matorral	Pajonal		
Abundancia	25	19	3	11	58	

AR: Abundancia relativa

• Zona III

La zona III está representada solo por las formaciones vegetales (bofedal, matorral, pajonal y roquedal). Se registraron 18 especies y 67 individuos en total. En roquedal se registró la mayor riqueza de especies (10 especies), seguida del bofedal (9 especies). En matorral y pajonal se registró la menor riqueza y abundancia (Tabla 6.24).

La abundancia de las especies varió entre 1 y 10 individuos (Tabla 6.24). Las especies más abundantes fueron *Asthenes humilis* y *Asthenes flammulata* con 10 individuos (14,9 % del total), seguidas de *Phrygilus unicolor* con 9 individuos (13,4 % del total). Las especies menos abundantes fueron *Oreotrochilus estella*, *Geositta tenuirostris*, *Metallura phoebe* y *Catamenia inornata*, cada una con 1 individuo (1,5 % del total) (Tabla 6.24).

Entre los registros destacan el «Halcón Aplomado» *Falco femoralis* de la familia Falconidae y *Metallura phoebe* de la familia Trochilidae incluidas en el Apéndice II de CITES. *Metallura phoebe* también es una especie endémica de Perú.

Tabla 6.24. Riqueza de especies y abundancia de aves en la zona III

Especie	Zona III				Total	AR (%)
	Bofedal	Matorral	Pajonal	Roquedal		
<i>Asthenes humilis</i>	4	1	2	3	10	14,9
<i>Asthenes flammulata</i>	5	3	2	-	10	14,9
<i>Phrygilus unicolor</i>	5	1	1	2	9	13,4
<i>Gallinago andina</i>	6	-	-	-	6	9,0
<i>Cinclodes albidiventris</i>	3	-	-	1	4	6,0
<i>Muscisaxicola griseus</i>	1	-	-	3	4	6,0
<i>Orochelidon murina</i>	-	-	2	1	3	4,5
<i>Anthus bogotensis</i>	3	-	-	-	3	4,5
<i>Agriornis montanus</i>	-	-	-	3	3	4,5
<i>Polioptila rufipennis</i>	-	-	-	3	3	4,5
<i>Troglodytes aedon</i>	-	1	-	1	2	3,0
<i>Falco femoralis</i>	-	2	-	-	2	3,0
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	-	2	-	-	2	3,0
<i>Gallinago jamesoni</i>	-	-	2	-	2	3,0
<i>Oreotrochilus estella</i>	1	-	-	-	1	1,5
<i>Geositta tenuirostris</i>	-	-	-	1	1	1,5
<i>Metallura phoebe (E)</i>	-	-	-	1	1	1,5
<i>Catamenia inornata</i>	1	-	-	-	1	1,5
Riqueza de especies	9	6	5	10	18	100
Abundancia	29	10	9	19	67	

AR: Abundancia relativa

• Zona V

La zona V está representada solo por el matorral. En esta zona se registraron 29 especies y 111 individuos (Tabla 6.25).



La abundancia de las especies varió entre 1 y 16 individuos (Tabla 6.25). La especie más abundante fue *Zonotrichia capensis* con 16 individuos (14,4 % del total), seguida de *Catamenia analis* con 11 individuos (9,9 % del total) y *Lesbia victoriae* con 9 individuos (8,1 % del total). En cuanto a especie menos abundantes 7 registraron 2 individuos y 9 solo 1 individuo.

Entre los registros destacan *Lesbia victoriae*, *Aglaeactis cupripennis* y *Patagona gigas* de la familia Trochilidae y *Falco sparverius* de la familia Falconidae incluidas en el Apéndice II de CITES. También destacan *Atlapetes rufigenis* y *Geocercia serrana*, especies endémicas de Perú.

Tabla 6.25. Riqueza de especies y abundancia de aves en la zona V

Especie	Zona V	AR (%)
	Matorral	
<i>Zonotrichia capensis</i>	16	14,4
<i>Catamenia analis</i>	11	9,9
<i>Lesbia victoriae</i>	9	8,1
<i>Troglodytes aedon</i>	8	7,2
<i>Diglossa brunneiventris</i>	8	7,2
<i>Phrygilus punensis</i>	7	6,3
<i>Catamenia inornata</i>	6	5,4
<i>Turdus chiguanco</i>	6	5,4
<i>Pipraeidea bonariensis</i>	5	4,5
<i>Cranioleuca antisimensis</i>	3	2,7
<i>Atlapetes rufigenis (E)</i>	3	2,7
<i>Turdus fuscater</i>	3	2,7
<i>Falco sparverius</i>	3	2,7
<i>Spinus magellanicus</i>	2	1,8
<i>Phrygilus unicolor</i>	2	1,8
<i>Elaenia pallatangae</i>	2	1,8
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	2	1,8
<i>Conirostrum cinereum</i>	2	1,8
<i>Saltator aurantirostris</i>	2	1,8
<i>Anairetes parulus</i>	2	1,8
<i>Agriornis montanus</i>	1	0,9
<i>Phrygilus fruticeti</i>	1	0,9
<i>Sturnella bellicosa</i>	1	0,9
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	1	0,9
<i>Colaptes rupicola</i>	1	0,9
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	1	0,9
<i>Geocercia serrana (E)</i>	1	0,9
<i>Patagona gigas</i>	1	0,9
<i>Ochthoeca leucophrys</i>	1	0,9
Riqueza de especies	29	100
Abundancia	111	

AR: Abundancia relativa



Microcuenca Yanacocha

La microcuenca Yanacocha estuvo conformada por la zona IV.

• Zona IV

La zona IV está representada solo por formaciones vegetales (bofedal, matorral, pajonal y roquedal). Se registraron 22 especies y 61 individuos en total. En matorral se registró la mayor riqueza (19 especies con 44 individuos), seguida del roquedal (8 especies con 11 individuos). en bofedal y pajonal se registraron 2 especies con 3 individuos en cada una de ellas (Tabla 6.26).

La abundancia de las especies varió entre 1 y 6 individuos (Tabla 6.26). La especie más abundante fue *Agriornis montanus* con 6 individuos (9,8 % del total), seguido del «Jilguero Encapuchado» *Spinus magellanicus*, *Catamenia inornata*, el «Pitajo de Ceja Blanca» *Ochthoeca leucophrys*, *Asthenes flammulata* y *Troglodytes aedon* con 5 individuos cada una (8,2 % del total).

Entre los registros destacan *Geranoaetus polyosoma* de la familia Accipitridae, *Metallura phoebe*, *Oreotrochilus estella*, *Aglaeactis cupripennis*, *Pterophanes cyanopterus* y el «Oreja-Violeta de Vientre Azul» *Colibri coruscans* de la familia Trochilidae incluidas en el Apéndice II de CITES. Asimismo, *Metallura phoebe*, *Geocerthia serrana*, *Microspingus alticola* son especies endémicas de Perú.

Adicionalmente, se registraron seis especies por medio de métodos cualitativos (motivo por el cual no se consignó en la relación de la Tabla 6.26): *Diglossa brunneiventris*, *Colibri coruscans*, *Phrygilus unicolor*, *Cathartes aura*, *Asthenes flammulata* y el «Pico de Cono Cinéreo» *Conirostrum cinereum*.

Tabla 6.26. Riqueza de especies y abundancia de aves en la zona IV

Especie	Zona IV				Total	AR (%)
	Bofedal	Matorral	Pajonal	Roquedal		
<i>Agriornis montanus</i>	-	4	2	-	6	9,8
<i>Spinus magellanicus</i>	-	4	-	1	5	8,2
<i>Catamenia inornata</i>	2	3	-	-	5	8,2
<i>Ochthoeca leucophrys</i>	-	3	-	2	5	8,2
<i>Asthenes flammulata</i>	1	4	-	-	5	8,2
<i>Troglodytes aedon</i>	-	3	-	2	5	8,2
<i>Metallura phoebe</i> (E)	-	3	-	1	4	6,6
<i>Diglossa brunneiventris</i>	-	3	-	-	3	4,9
<i>Orochelidon murina</i>	-	3	-	-	3	4,9
<i>Oreotrochilus estella</i>	-	1	-	1	2	3,3
<i>Zonotrichia capensis</i>	-	2	-	-	2	3,3
<i>Asthenes humilis</i>	-	2	-	-	2	3,3
<i>Nothoprocta curvirostris</i>	-	2	-	-	2	3,3
<i>Geocerthia serrana</i> (E)	-	2	-	-	2	3,3
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	-	1	-	1	2	3,3
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	-	-	-	2	2	3,3
<i>Anthus bogotensis</i>	-	-	1	-	1	1,6
<i>Asthenes wyatti</i>	-	1	-	-	1	1,6
<i>Colibri coruscans</i>	-	1	-	-	1	1,6



Especie	Zona IV				Total	AR (%)
	Bofedal	Matorral	Pajonal	Roquedal		
<i>Polioxolmis rufipennis</i>	-	-	-	1	1	1,6
<i>Microspingus alticola (E)</i>	-	1	-	-	1	1,6
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	-	1	-	-	1	1,6
Riqueza de especies	2	19	2	8	22	100
Abundancia	3	44	3	11	61	

AR: Abundancia relativa

b. Curva rango abundancia por zonas de evaluación

De acuerdo con las curvas de rango abundancia, mostradas en escala logarítmica y ordenadas en secuencia de abundancia decreciente, en la Figura 6.54 se puede observar lo siguiente:

- En la zona I se registraron 18 especies, siendo *Asthenes flammulata* y *Orochelidon murina* las más abundantes.
- En la zona II, *Vanellus resplendens* y *Anas flavirostris*, especies de ambientes acuáticos, fueron las especies más abundantes. En esta zona también se observa que la curva tiene pendientes pronunciadas, lo que indica la diferencia en las abundancias entre especies abundantes y menos abundantes.
- En la zona III, las especies más abundantes fueron los canasteros *Asthenes flammulata* y *Asthenes humilis*.
- En la zona IV, la especie más abundante fue *Agriornis montanus*. En la curva de esta zona se observa que hay mayor equidad en las abundancias de las especies a diferencia de las demás zonas evaluadas.
- Por último, en la zona V, donde solo se evaluó en matorrales, la especie más abundante fue *Zonotrichia capensis*.



c. Diversidad por zona de evaluación

Según el índice de la serie de números de Hill o números efectivos de especies por zonas, se determinó que la zona V y IV fueron las más diversa con el mayor número de especies abundantes ($N_{Zona V}^1 = 20,1$; $N_{Zona IV}^1 = 18,5$) y muy abundantes ($N_{Zona V}^2 = 15,3$; $N_{Zona IV}^2 = 16,2$). La zona con menor valor de diversidad fue la zona II con 4,8 especies abundantes (N1) y 3,3 especies muy abundantes (N2) (Tabla 6.27, Figura 6.55).

Tabla 6.27. Valores de diversidad con la serie de números de Hill por zona de evaluación

Números de Hill	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
Abundancia	50	58	67	61	111
N0	18	10	18	22	29
N1	11,3	4,8	13,7	18,5	20,1
N2	7,4	3,3	11,1	16,2	15,3

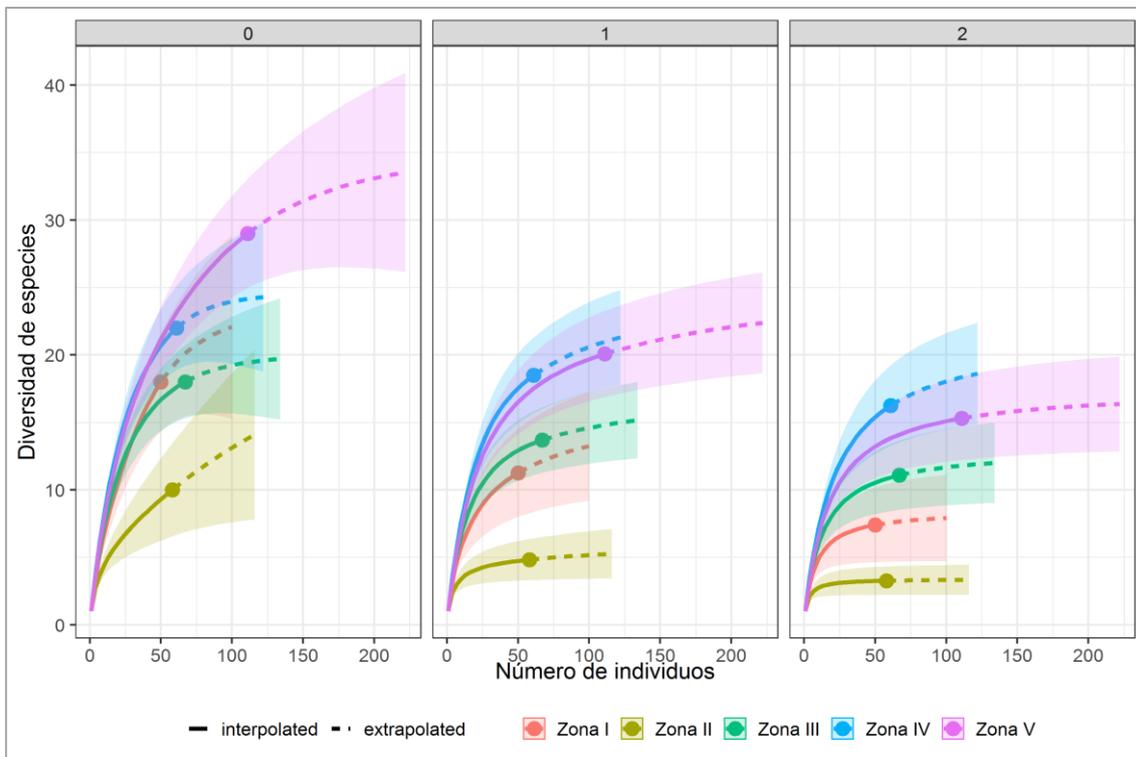


Figura 6.55. Diversidad de aves con la serie de números de Hill por zona de evaluación

d. Similitud entre zonas de evaluación

Según el índice cuantitativo de Morisita, se observa que las zonas I y III mostraron el mayor valor de similitud (59 %). A este agrupamiento se une la zona IV con similitud de 51 % con la zona I y 44 % con la zona III. Las zonas V y II presentaron los menores valores de similitud (Tabla 6.28, Figura 6.52).



Tabla 6.28. Valores del índice de similitud de Morisita entre las zonas de evaluación

	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
Zona I	1,00	0,13	0,59	0,51	0,12
Zona II	0,13	1,00	0,19	0,07	0,00
Zona III	0,59	0,19	1,00	0,44	0,08
Zona IV	0,51	0,07	0,44	1,00	0,37
Zona V	0,12	0,00	0,08	0,37	1,00

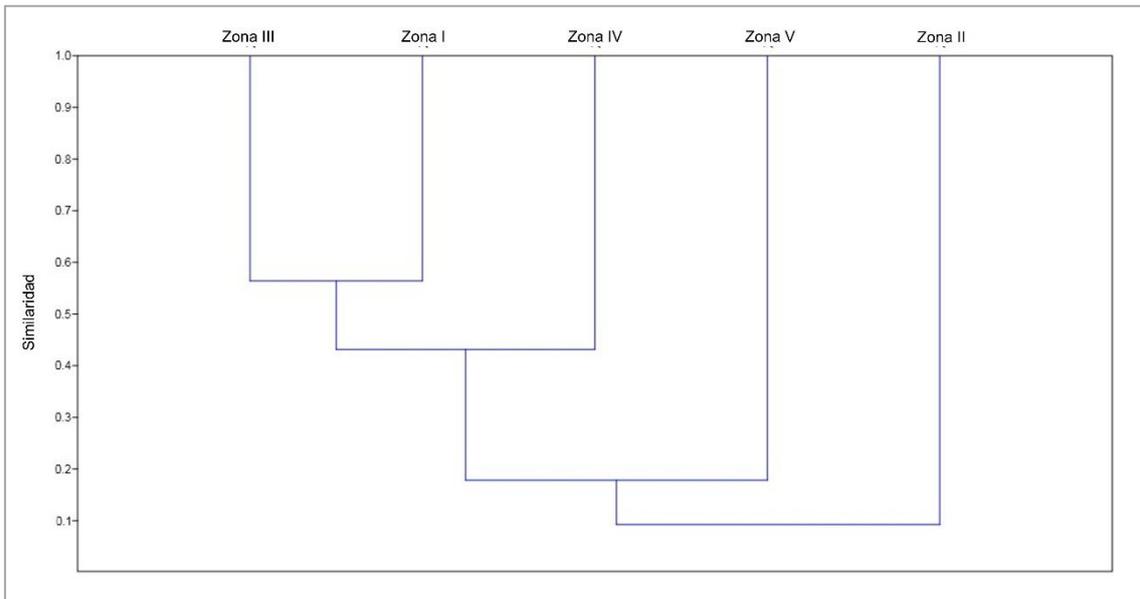


Figura 6.52. Dendrograma de similitud de Morisita entre las zonas de evaluación

e. Análisis multivariado por zonas de evaluación

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) muestra un valor de Stress de 0,14 (valores de Stress < 0,1 muestran buen desempeño, Clarke, 1993), y los resultados muestran que hay diferencias significativas ($p=0,0001$) entre las agrupaciones formadas (Figura 6.56).



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

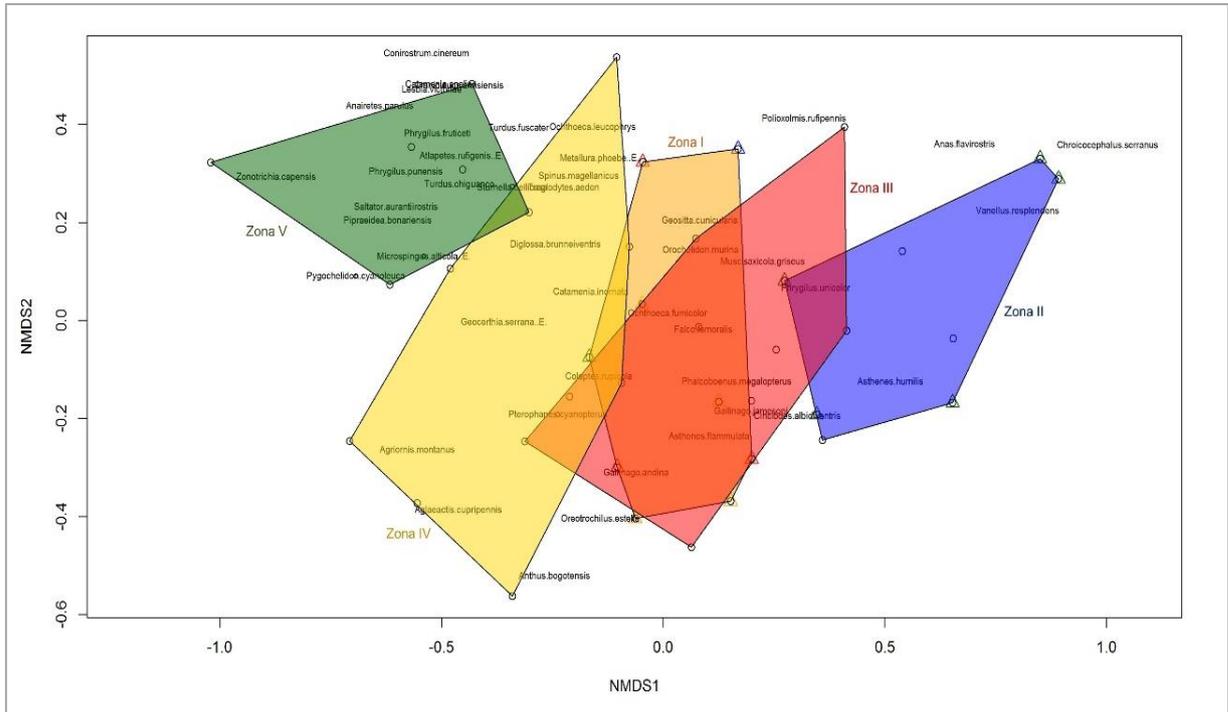


Figura 6.56. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico entre zonas de evaluación

Para determinar la diferencia en la composición de especies de aves ponderadas por la abundancia, se realizó un análisis PERMANOVA entre las zonas evaluadas. El análisis mostró un nivel de significancia de 0,0001 con un valor F de 3,727, por lo que se rechaza la hipótesis nula, indicando que existen diferencias significativas en la avifauna de las agrupaciones formadas.

El análisis de pares mediante los valores de significancia al 95 % ajustados por el método de Bonferroni indica que hay diferencias significativas entre las zonas evaluadas, principalmente entre las zonas I y II, II y III, II y IV, III y IV, y entre la zona V y todas las zonas (Tabla 6.29).

Tabla 6.29. Diferencias en pares de la avifauna con respecto a las zonas evaluadas

	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
Zona I	1	0,001	0,823	0,063	0,001
Zona II	0,001	1	0,002	0,004	0,006
Zona III	0,823	0,002	1	0,025	0,004
Zona IV	0,063	0,004	0,025	1	0,002
Zona V	0,001	0,006	0,004	0,002	1

Valores de significancia menores a 0,05 indican diferencias significativas entre zonas de evaluación (celdas sombreadas de rojo)

6.2.2.4 Curva de acumulación de especies

Para determinar la eficiencia de muestreo y el número de especies potenciales se calculó la curva de acumulación de especies de aves por medio de modelos paramétricos asintóticos de Clench y exponencial, y un modelo no asintótico logarítmico. Las especies de aves registradas mediante métodos cuantitativos fueron 53, que representan el 76 % del valor



estimado por el modelo de Clench, el mejor modelo obtenido, con 74 especies estimadas y coeficiente de determinación R^2 de 1,00 (Tabla 6.30, Figura 6.57). Adicionalmente, se registraron 3 especies mediante métodos cualitativos, para un total de 56 especies.

Tabla 6.30. Parámetros de los modelos para la curva de acumulación de especies

Modelo	a	b	ρ	NTE	Log L	LR	1/LR
Clench	4,80	0,07	1,00	73,73	44,69	1,00	1,00
Logarítmico	6,15	0,05	0,99	---	38,81	0,00	356,88
Exponencial	3,97	0,07	1,00	57,00	35,68	0,00	8146,00

Dónde: ρ : valor de correlación, a y b parámetros de ajuste del modelo, LR: radio del likelihood, NTE: número total de especies estimadas, «---» valor nulo

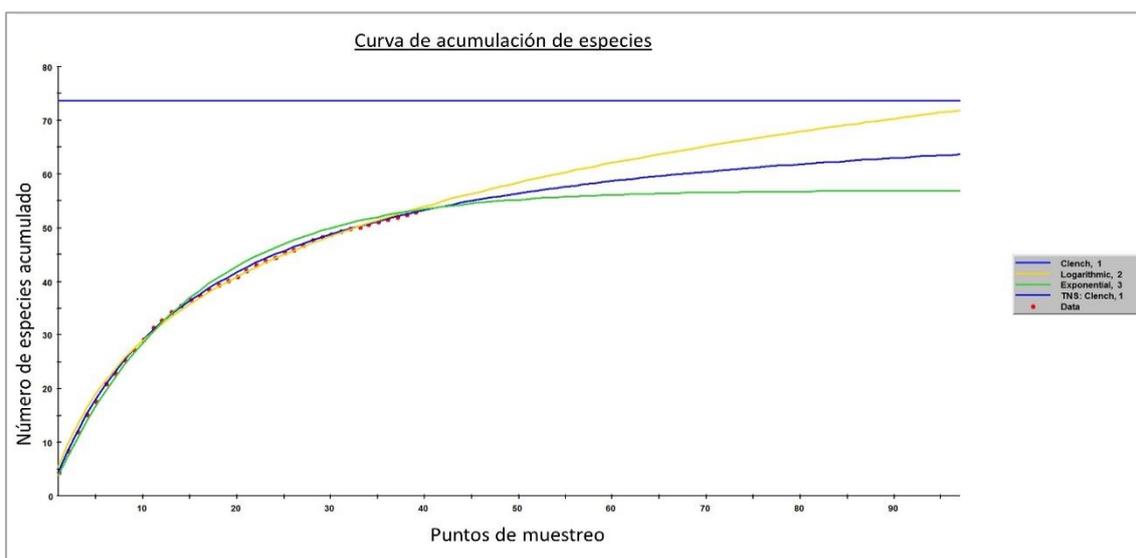


Figura 6.57. Curva de acumulación de especies presentes en el área de estudio

6.2.2.5 Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio

En el área de estudio se registraron 56 especies, de las cuales 22 se encuentran en alguna categoría de conservación y nivel de endemismo (Tabla 6.31). Estas 22 especies representan el 37,5 % de la riqueza de especies total.

Según el Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI y la IUCN, se registró 1 especie En Peligro (EN), la «Monterita de Cola Simple» *Microspingus alticola*, y 1 especie Casi Amenazada (NT), el «Matorralero de Oreja Rufa» *Atlapetes rufigenis*.

De acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), se registraron 11 especies incluidas en el Apéndice II de CITES, de las cuales, 7 pertenecen a la familia Trochilidae (colibríes), 3 a la familia Falconidae (halcones) y 1 a la familia Accipitridae (aguiluchos).

Respecto a la Convención de Especies Migratorias (CMS) se registraron 8 especies listadas a nivel de familia en el Apéndice II de CMS (2015).

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC: Subdirección Técnica
Científica

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
 “Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Finalmente, se registraron 4 especies endémicas para Perú, 3 especies endémicas al Área de Endemismos de Aves EBA 051 (EBA, por sus siglas en inglés) y 10 especies endémicas al Bioma Andes Centrales (CAN).

Tabla 6.31. Lista de especies incluidas en categorías de conservación y endemismo registradas en el área de estudio

Familia	Especie	Categorías de conservación				Endemismo		
		DS 004-2014 MINAGRI	IUCN 2019 I	CITES	CMS	EBA	BIOMA	Endémico de Perú
Trochilidae	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	-	-	II	-	-	-	-
Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	-	-	II	-	-	CAN	-
Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	-	-	II	-	-	-	-
Trochilidae	<i>Metallura phoebe (E)</i>	-	-	II	-	-	CAN	X
Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	-	-	II	-	-	CAN	-
Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	-	-	II	-	-	-	-
Trochilidae	<i>Pterophanes cyanopterus</i>	-	-	II	-	-	-	-
Tyrannidae	<i>Polioxolmis rufipennis</i>	-	-	-	-	-	CAN	-
Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	-	-	-	II	-	-	-
Furnariidae	<i>Geocerthia serrana (E)</i>	-	-	-	-	EBA 051	CAN	X
Emberizidae	<i>Atlapetes rufigenis (E)</i>	NT	NT	-	-	EBA 051	CAN	X
Thraupidae	<i>Asthenes humilis</i>	-	-	-	-	-	CAN	-
Picidae	<i>Microspingus alticola (E)</i>	EN	EN	-	-	EBA 051	CAN	X
Falconidae	<i>Colaptes rupicola</i>	-	-	-	-	-	CAN	-
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	-	-	II	II	-	-	-
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	-	-	II	II	-	-	-
Scolopacidae	<i>Phalacrocorax megalopterus</i>	-	-	II	II	-	-	-
Scolopacidae	<i>Gallinago andina</i>	-	-	-	II	-	-	-
Accipitridae	<i>Gallinago jamesoni</i>	-	-	-	II	-	-	-
Threskiornithidae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	-	-	II	II	-	-	-
Charadriidae	<i>Plegadis ridgwayi</i>	-	-	-	-	-	CAN	-
Trochilidae	<i>Vanellus resplendens</i>	-	-	-	II	-	-	-
-	22 especies	2	2	11	8	3	10	4

EN: En Peligro, NT: Casi Amenazado, II: Apéndice II de la CITES o CMS, CAN: Bioma de los Andes Centrales, EBA 051: Área de Endemismo de Aves 051 Altos Andes del Perú, X: endémico de Perú



6.2.2.6 Actividad reproductiva de las Aves

Se obtuvo registros directos e indirectos de reproducción de 6 especies. Los registros directos se refieren a la presencia de polluelos y nidos activos, y los indirectos a presencia de juveniles.

En el hábitat matorral se observó un individuo de «Monterita de Cola Simple» *Microspingus alticola* llevando material (musgo) para su nido en el pico. Con las redes de niebla se capturó un individuo de «Matorralero de Oreja Rufa» *Atlapetes rufigenis* con presencia de parche incubatriz vascularizado y un juvenil de «Fringilo Peruano» *Phrygilus punensis*.

En hábitat bofedal se observó un polluelo de «Avefría Andina» o llamado localmente «Liclique» *Vanellus resplendens* junto a sus padres. En el hábitat laguna se observó 1 juvenil de «Pato Barcino» *Anas flavirostris* (Tabla 6.32).

En el hábitat pajonal se encontró un nido con 3 huevos de color azul verdoso con manchas marrones de «Fringilo Plomizo» *Phrygilus unicolor*.

Tabla 6.32. Actividad reproductiva de las aves registradas en los puntos de evaluación

Especie	Nombre en español	Tipo de registro	Actividad reproductiva	Punto de evaluación
<i>Anas flavirostris</i>	Pato Barcino	Indirecto	Juvenil	AV28
<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría Andina	Directo	Con polluelo	AV17
<i>Microspingus alticola (E)</i>	Monterita de Cola Simple	Directo	Con material para nido en pico	AV5
<i>Atlapetes rufigenis</i>	Matorralero de Oreja Rufa	Directo	Parche incubatriz	Red 3-Zona V
<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo Peruano	Indirecto	Juvenil	Red 3-Zona V
<i>Phrygilus unicolor</i>	Fringilo Plomizo	Directo	Nido con huevos	AV9

6.2.3 Mamíferos

6.2.3.1 Composición de mamíferos mayores

Producto de las metodologías empleadas para documentar la diversidad de mamíferos en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay se lograron registrar nueve especies, pertenecientes a cinco órdenes y ocho familias.

De acuerdo a la metodología que se utilizaron para registrar a las especies de mamíferos que habitan en el área de estudio, tenemos, por medio de censos por transectos logramos registrar 24 registros (directos e indirectos) pertenecientes a 5 especies y con cámaras trampa se obtuvieron 30 registros independientes pertenecientes a 7 especies de mamíferos.

La presencia de las especies de mamíferos registrados en el área de estudio, fue confirmado por los apoyos locales que trabajaron durante la fase de campo, quienes, además de confirmar la presencia de estos mamíferos, refieren que en el área también se encuentran los felinos, sotilio (*Leopardus colocolo*) y el puma (*puma concolor*) (Tabla 6.33)

**Tabla 6.33.** Especies de mamíferos silvestres registrados en el área de estudio

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Método de evaluación			Total
			E	C	CT	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	x	-	2	2
Carnívora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	x	1	1	2
Carnívora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	x	-	-	-
Carnívora	Felidae	<i>Leopardus colocolo</i>	x	-	-	-
Carnívora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	x	12	5	17
Carnívora	Cánidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	x	4	11	15
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	x	6	6	12
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	x	1	4	5
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	x	-	1	1
Riqueza de especies			x	5	7	7
Abundancia			x	24	30	54

C: Censo, E: Entrevista, CT: Cámara trampa

A continuación, se presenta el análisis de los resultados de la evaluación de mamíferos silvestres por metodología empleada, este análisis se presenta por tipo de hábitat, por zona de evaluación y por microcuencia.

6.2.3.2 Composición de mamíferos mayores por medio de censos y transectos

Se realizaron censos de mamíferos silvestres en 17 transectos que estuvieron ubicados en los diferentes hábitats del proyecto Michiquillay tal como se observa en la tabla 6.34.

El esfuerzo total de muestreo fue 14:17:00 horas-censo y una cobertura de 13220 m (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** producto de este esfuerzo se logró registrar 24 registros de mamíferos (2 observaciones directas y 22 observaciones indirectas), pertenecientes a cinco familias, cinco géneros y cinco especies (Figura 6.58)

Las especies con mayor número de registros fueron el zorrino (*Conepatus semistriatus*) con 12 registros, seguido del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con seis registros y el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) con cuatro registros (Figura 6.59).

Tabla 6.34. Esfuerzo de muestreo en la evaluación por censos de mamíferos grandes en el área del Proyecto minero Michiquillay

Localidad	Transectos	Días invertidos	Nº de censos	Fecha	Horas censadas			Cobertura (m)
					Inicio	Final	Horas censadas	
Rodacocha	MI-MA T1	1	3	21/02/2019	8:51:00	10:40:00	1:49:00	259
Rodacocha	MI-MA T2			21/02/2019	11:11:00	12:36:00	1:25:00	336
Rodacocha	MI-MA T3			21/02/2019	12:36:00	15:39:00	3:03:00	1270
Quinuayoc	MI-MA T4	1	3	22/02/2019	8:29:00	10:21:00	1:52:00	1126
Quinuayoc	MI-MA T5			22/02/2019	10:30:00	12:00:00	1:30:00	415
Quinuayoc	MI-MA T6			22/02/2019	13:52:00	14:31:00	0:39:00	416
El Punre	MI-MA T7	1	1	23/02/2019	8:03:00	15:18:00	7:15:00	1116
Michiquillay	MI-MA T8	1	2	25/02/2019	8:33:00	13:47:00	5:14:00	1689
Michiquillay	MI-MA T9			25/02/2019	13:47:00	14:27:00	0:40:00	867
Michiquillay	MI-MA T10	1	3	27/02/2019	7:41:00	10:32:00	2:51:00	1090
Michiquillay	MI-MA T11			27/02/2019	10:38:00	11:56:00	1:18:00	607



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

Localidad	Transectos	Días invertidos	Nº de censos	Fecha	Horas censadas			Cobertura (m)
					Inicio	Final	Horas censadas	
Michiquillay	MI-MA T12			27/02/2019	12:05:00	13:15:00	1:10:00	871
Quinuayoc	MI-MA T13	1	1	28/02/2019	7:51:00	10:46:00	2:55:00	792
El Punre	MI-MA T14	1	2	02/03/2019	11:21:00	12:18:00	0:57:00	242
El Punre	MI-MA T15			02/03/2019	13:33:00	15:02:00	1:29:00	859
Hualtipata	MI-MA T16	1	2	05/03/2019	10:45:00	11:56:00	1:11:00	643
Hualtipata	MI-MA T17			05/03/2019	8:16:00	11:15:00	2:59:00	622
Total		8	17				14:17:00	13220

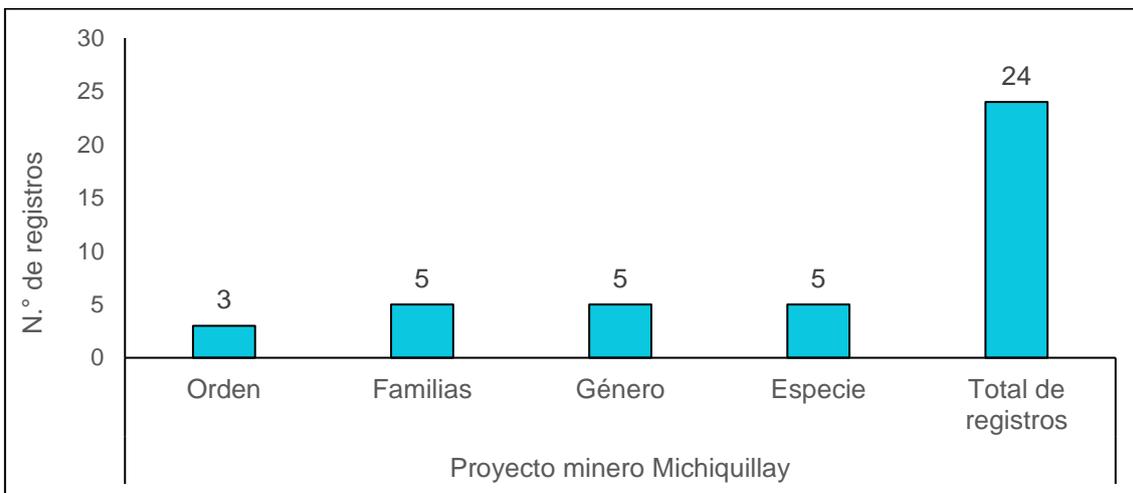


Figura 6.58. Diversidad de mamíferos silvestres registrados por censos en el área de influencia del proyecto Michiquillay

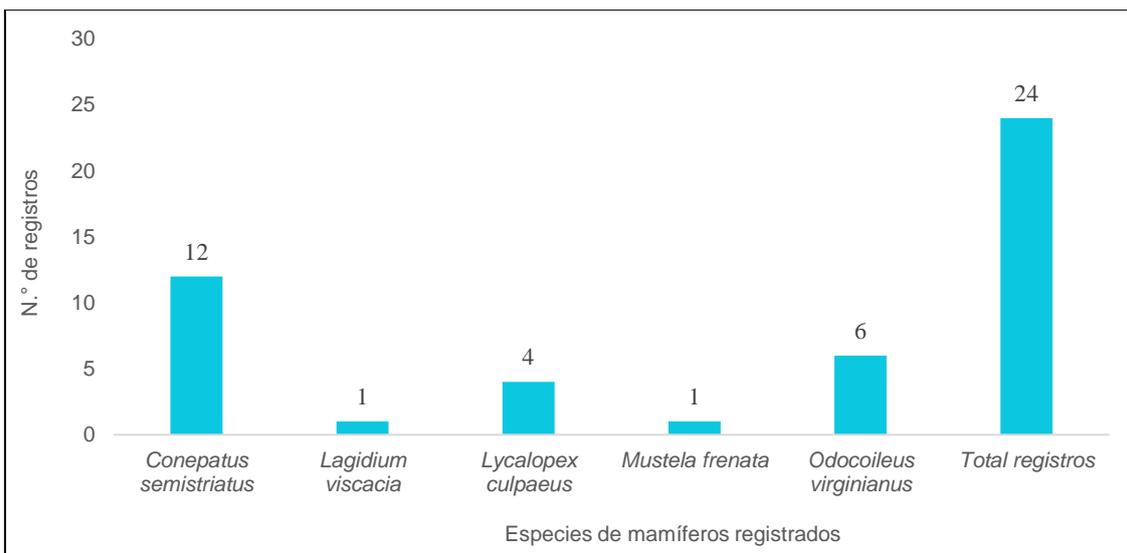


Figura 6.59. Diversidad de mamíferos silvestres registrados por censos en el área de influencia del proyecto Michiquillay



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

a. Índice de ocurrencia de mamíferos silvestres

Es oportuno reiterar que la identificación por los pobladores locales (entrevistas) es una evidencia considerada para el IO más no para el IA. Basados en este criterio para el área de evaluación se confirman nueve especies de mamíferos mayores.

Las especies que presentaron los mayores valores en términos de índice de ocurrencia son el zorrillo (*Conepatus semistriatus*) con un valor acumulado de 64 puntos, seguido del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 58 puntos y el mono Huayhuash (*Mustela frenata*) con 30 puntos (Tabla 6.35).

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC: Subdirección Técnica
Científica"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"**Tabla 6.35.** Índices de ocurrencia de las especies registradas en los censos de mamíferos en el área de influencia del proyecto Michiquillay

Orden	Familia	Especie	Transectos											Índice de ocurrencia	
			1	3	5	6	7	8	9	10	11	13	16		17
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	-	-	-	-	-	E	-	-	-	-	E	-	10
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Hu, E	-	He	-	Hu, E	Od, E	Od	-	-	He	E	-	58
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	E	-	E	-	E	-	-	-	-	Od	E	-	30
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Ra, E	-	Ra, E	Ro	-	He	Ra (2)	Ra (3)	Ra (3)	-	E	-	64
	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	E	He	E	-	E	He	-	-	-	-	E	He	28
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	Felidae	<i>Leopardus colocolo</i>	E	-	-	-	E	E	-	-	-	-	-	-	15
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	E	-	E	-	E	E	-	-	-	-	E	-	25

He: Heces, Ro: Restos óseos, Hu: Huella, Od: Observación directa, Ra: Restos alimenticios, E: Entrevistas

b. Índice de abundancia de mamíferos silvestres

Los resultados nos indican que, para el área de evaluación, tres especies presentan mayor actividad; uno corresponde al zorrillo (*Conepatus semistriatus*) con 49 puntos, el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 38 y el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) con 12 puntos (Tabla 6.36).

Tabla 6.36. Índices de abundancia de las especies registradas en los censos de mamíferos en el área de influencia del proyecto Michiquillay

Orden	Familia	Especie	Transectos											Índice de Abundancia	
			1	3	5	6	7	8	9	10	11	13	16		17
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	He	-	4
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Hu	-	He	-	Hu	Od	Od	-	-	He	-	-	38
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Od	-	-	10
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Ra	-	Ra	Ro	-	He	Ra (2)	Ra (3)	Ra (3)	-	-	-	49
	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	-	He	-	-	-	He	-	-	-	-	-	He	12

He: Heces, Ro: Restos óseos, Hu: Huella, Od: Observación directa, Ra: Restos alimentici



6.2.3.3 Composición de especies por formación vegetal

En esta sección se presenta y analiza los resultados sobre la riqueza y abundancia de especies de mamíferos por formaciones vegetales en el área de estudio.

a. Riqueza de especies y abundancia

Se evaluaron 4 formaciones vegetales (bofedal, matorral, pajonal y roquedal), donde se registraron 24 evidencias (2 directas y 22 indirectas) perteneciente a 5 especies. La riqueza varió entre 3 y 4 especies, y la abundancia entre 5 y 7 individuos. El mayor registro ocurrió en la formación vegetal matorral con 4 especies. Las formaciones vegetales con mayor número de registros fueron el matorral y el pajonal con 7 individuos (Tabla 6.37).

Tabla 6.37. Resumen de la riqueza y abundancia de mamíferos por hábitat en el área de estudio

Formación Vegetal	N° de familias	N° de especies	N° de registros
Bofedal	3	3	5
Matorral	4	4	7
Pajonal	3	3	7
Roquedal	3	3	5
Total	5	5	24

A continuación, se analizará la diversidad de mamíferos registrados en los diferentes hábitats presentes en el área de estudio

Bofedal

Los censos de mamíferos se llevaron a cabo en los bofedales de las zonas II y III, donde ocurrieron 5 registros de mamíferos, en el bofedal de la zona II, se evidenciaron 3 registros indirectos (rastros de alimentación) de añás o zorrino (*Conepatus semistriatus*) y en el bofedal de la zona II ocurrieron 2 registros uno de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y una observación directa del mono waiwash (*Mustela frenata*).

Matorral

En esta formación vegetal ocurrieron 7 registros de mamíferos todos ellos indirectos, los transectos estuvieron ubicados en los matorrales de las zonas II, III, IV y V. Los registros de añás o zorrino (*Conepatus semistriatus*) ocurrieron, 2 en matorral de la zona II, uno en la zona III y uno en la zona IV, todos los registros indirectos (rastros de alimentación), los siguientes registros corresponden al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), registrado en matorral de la zona IV y a la vizcacha (*Lagidium viscacia*) y al zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), ambos registrados en el matorral de la zona V.

Pajonal

En esta formación vegetal también ocurrieron 7 registros de mamíferos, esta formación vegetal estuvo ubicados en las zonas I, II y III, de los 7 registros, 2 pertenecen al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), registrado en la zona I y zona III, 4 pertenecieron al añás o zorrino (*Conepatus semistriatus*), 3 de ellos en el pajonal de la zona II y uno en la zona III y uno al zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), registrado en el pajonal de la zona II.

Roquedal



En esta formación vegetal ocurrieron 5 registros de mamíferos, los transectos estuvieron ubicados en los roquedales de las zonas II y IV, sin embargo, los mayores registros ocurrieron en el roquedal de la zona II, donde se evidenciaron 4 registros de mamíferos, donde se destacan 2 observaciones directas del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

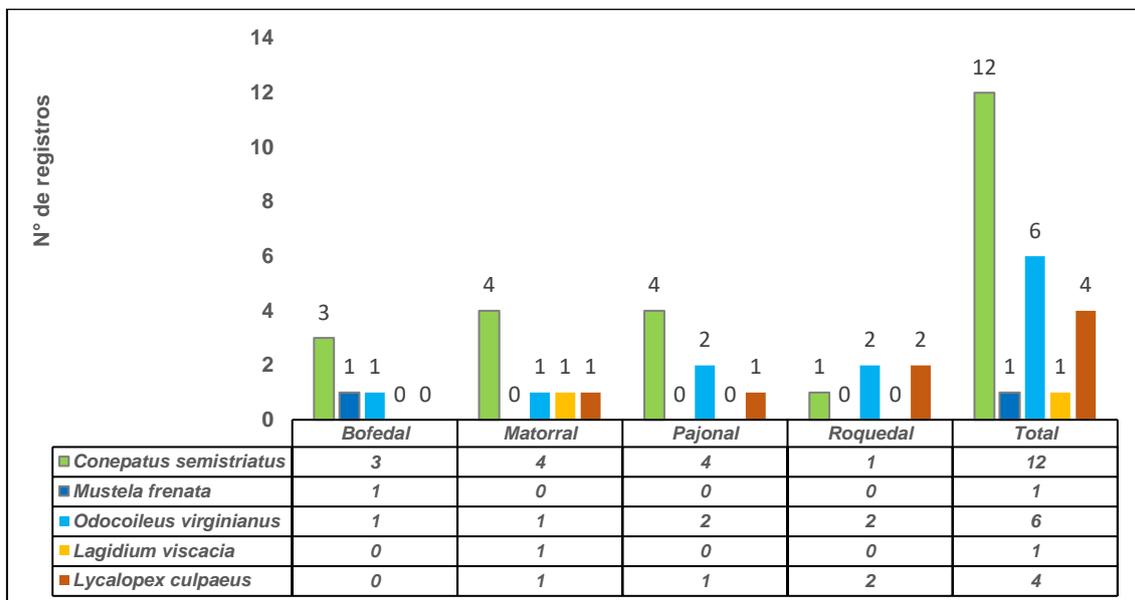


Figura 6.60. Especies de mamíferos registrados por hábitat en el área de estudio

b. Índice de diversidad y abundancia de mamíferos silvestres mayores por tipo de hábitat

De las 4 formaciones evaluadas en el área de estudio, los mayores valores en términos de diversidad ocurrieron en el matorral con un valor de 1,154, en los transectos que se ubicaron en esta formación vegetal se evidenciaron 7 registros, todos indirectos, en esta formación vegetal se encontró el único registro de vizcacha (*Lagidium viscacia*).

Otra de las formaciones vegetales con valor de diversidad alto, fue el roquedal con un valor de 1,055, en esta formación vegetal se encontraron 5 registros, donde resaltamos los registros directos del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (Figura 6.61).

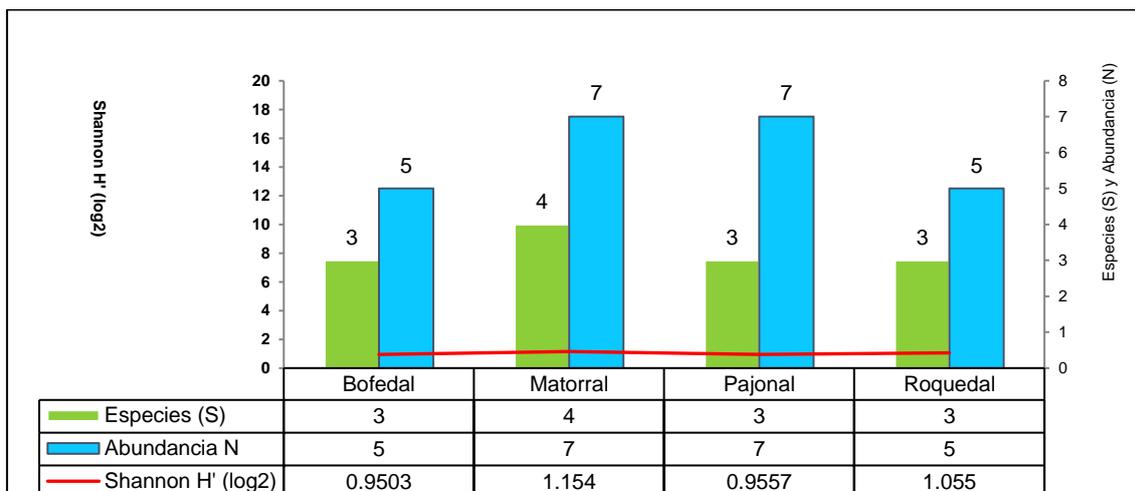


Figura 6.61. Diversidad y abundancia de mamíferos silvestres mayores registrado en los censos por transecto por tipo de hábitat.

c. Similitud por formaciones vegetales

De acuerdo al índice cuantitativo de Morisita, se observa que el matorral y el pajonal presentaron la mayor similitud (95%), estas formaciones vegetales comparten 3 especies. El segundo grupo con mayor porcentaje de similitud es el bofedal con el pajonal con similitud de 92 % estas formaciones vegetales comparten 2 especies (Tabla 6.38 y Figura 6.62)

Tabla 6.38. Valores del índice de similitud de Morisita entre las formaciones vegetales y las lagunas en el área de estudio

	Bofedal	Matorral	Pajonal	Roquedal
Bofedal	1,00	0,90	0,92	0,50
Matorral	0,90	1,00	0,95	0,61
Pajonal	0,92	0,95	1,00	0,72
Roquedal	0,50	0,61	0,72	1,00

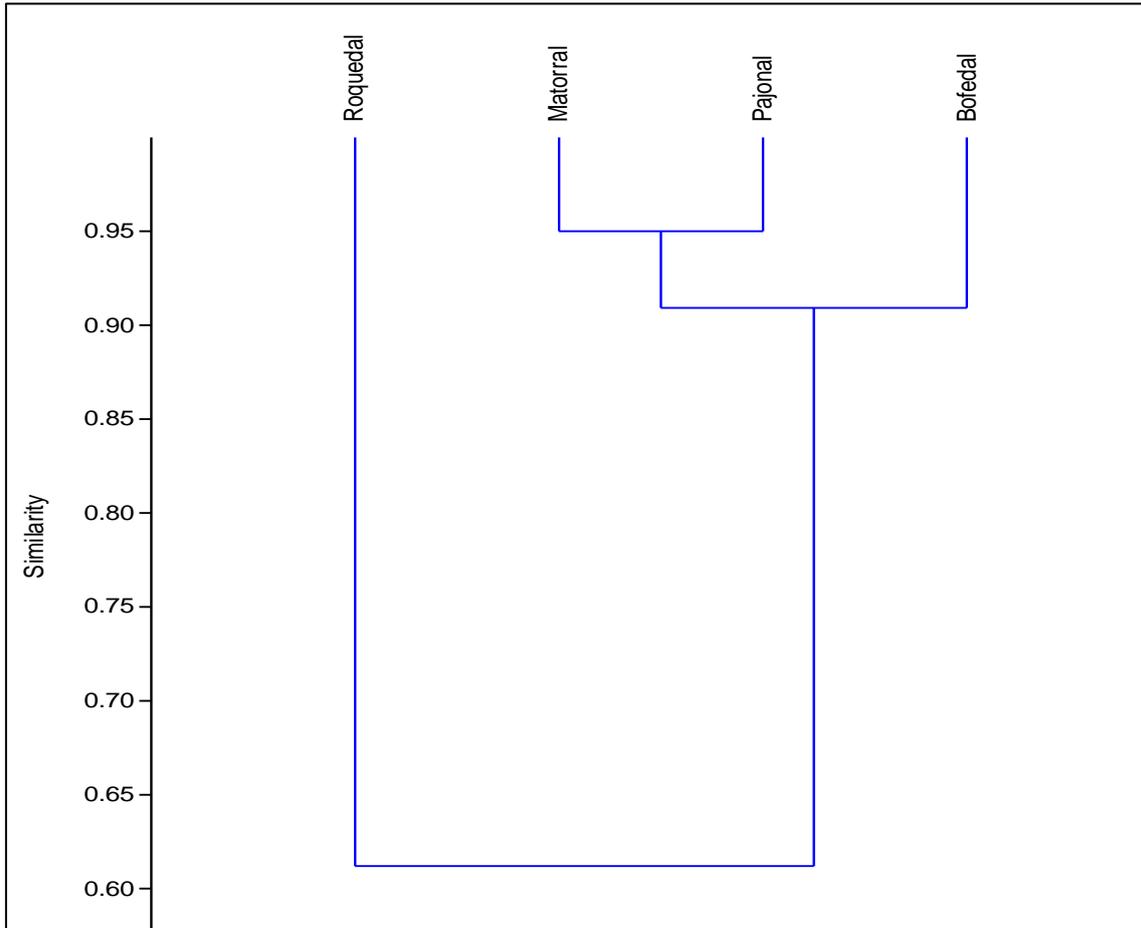


Figura 6.62. Dendrograma de Similitud de Morisita entre formaciones vegetales

6.2.3.4 Composición de especies por microcuenca y zonas de evaluación

A continuación, se presentan el análisis de los resultados por zona de evaluación (Figura 6.63)

a. Microcuenca Chanche

La microcuenca Chanche abarcó la zona I, y en ella se registró una especie (*Odocoileus virginianus*).

b. Microcuenca La encañada

Abarcó las zonas II, III y V, en dicha microcuenca se encontraron 20 registros de mamíferos silvestres, 13 de ellos ocurrieron en la zona I, registrándose a las siguientes especies: 9 registros de añás o zorrino (*Conepatus semistriatus*), 2 de zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) y 2 del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). En la zona III se registraron 5 evidencias, de ellos 2 pertenecen a añás o zorrino (*Conepatus semistriatus*), uno al mono waiwash (*Mustela frenata*) y 2 al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Finalmente, en la zona V, se registraron 2 evidencias pertenecientes a 2 especies, vizcacha (*Lagidium viscacia*) y zorro andino (*Lycalopex culpaeus*).



c. Microcuenca Yanacocha

Sólo abarcó la zona IV, en ella se registraron 3 especies de mamíferos añás o zorrino (*Conepatus semistriatus*), zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

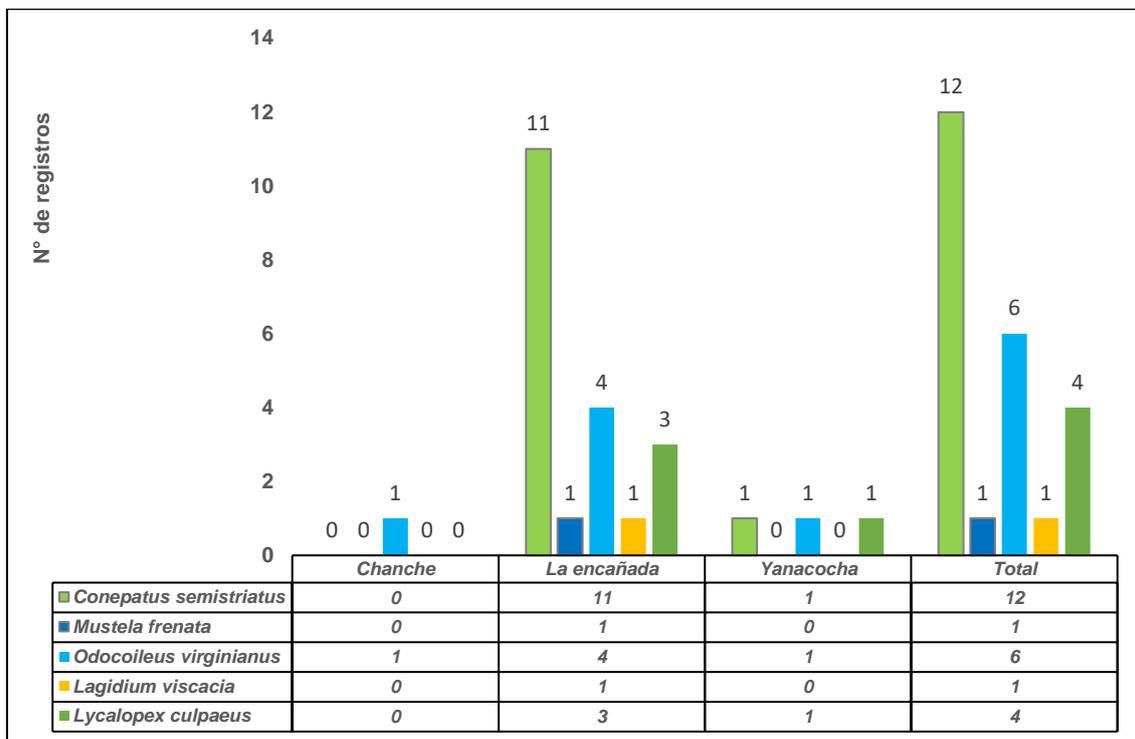


Figura 6.63. Especies de mamíferos registrados por microcuenca en el área de estudio

d. Índice de diversidad y abundancia de mamíferos silvestres mayores por microcuenca

De las 3 microcuencas evaluadas en el área de estudio, los mayores valores en términos de diversidad ocurrieron en la microcuenca La encañada con un valor de 1.235, esta microcuenca abarcó 3 de las 5 zonas evaluadas y se evidenciaron 20 registros, perteneciente a 5 especies (Figura 6.64).

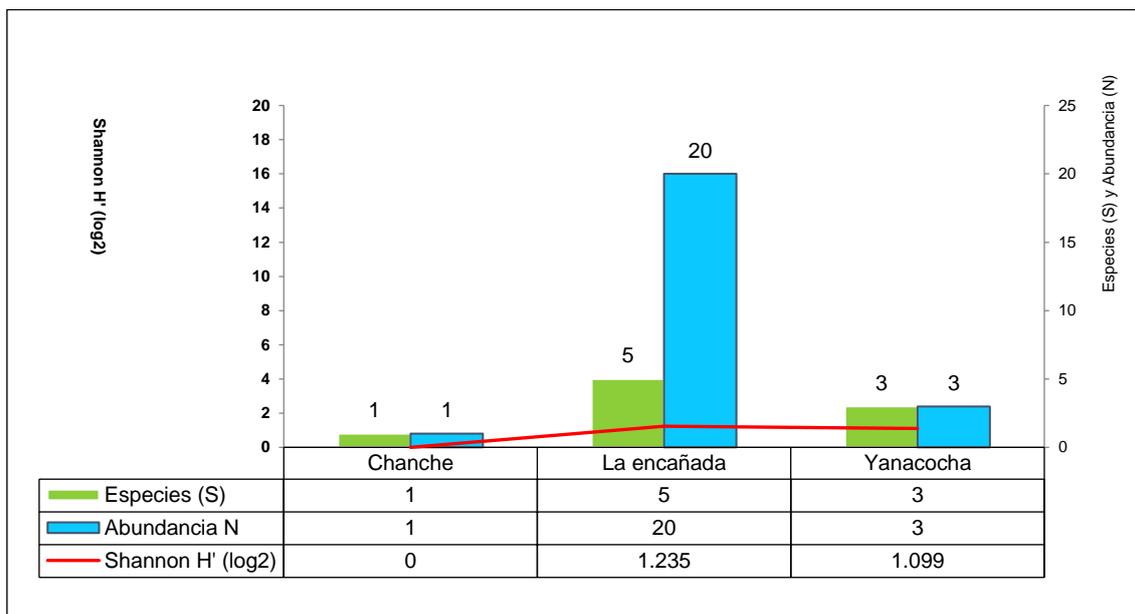


Figura 6.64. Diversidad y abundancia de mamíferos silvestres mayores registrado en los censos por transecto por tipo de hábitat.

e. Similitud por microcuenca

De acuerdo a los resultados para determinar el grado de similaridad existente, encontramos que las microcuencas Yanacocha y Michiquillay presentan el mayor valor 85%, estas 2 microcuencas comparten 3 especies, (Tabla 6.39 y Figura 6.65)

Tabla 6.39. Valores del índice de similitud de Morisita entre las microcuencas en el área de estudio

	Chanche	La encañada	Yanacocha
Chanche	1,00	0,29	0,50
La encañada	0,29	1,00	0,85
Yanacocha	0,50	0,85	1,00



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

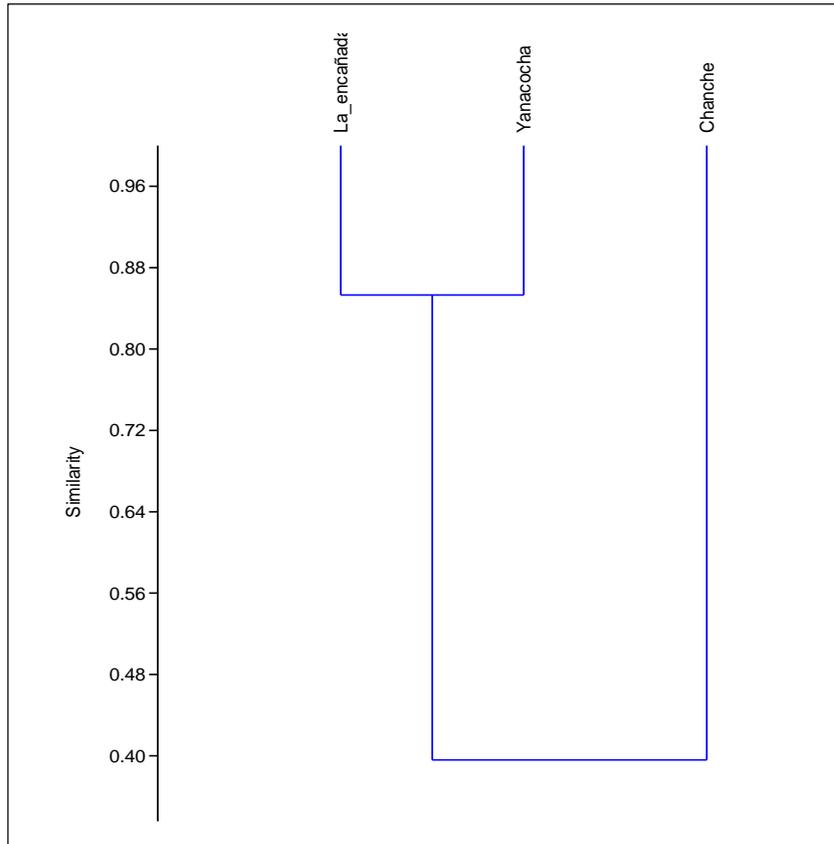


Figura 6.65. Dendrograma de Similitud de Morisita entre microcuencas

6.2.3.5 Composición de mamíferos mayores por medio de cámaras trampa

Las cámaras estuvieron activas entre 24 y 29 días, realizando un esfuerzo total de muestreo de 369 días-cámara, producto de este esfuerzo se obtuvieron 30 registros independientes de mamíferos pertenecientes a 3 órdenes, siete familias, siete géneros, y siete especies (Figura 6.66)

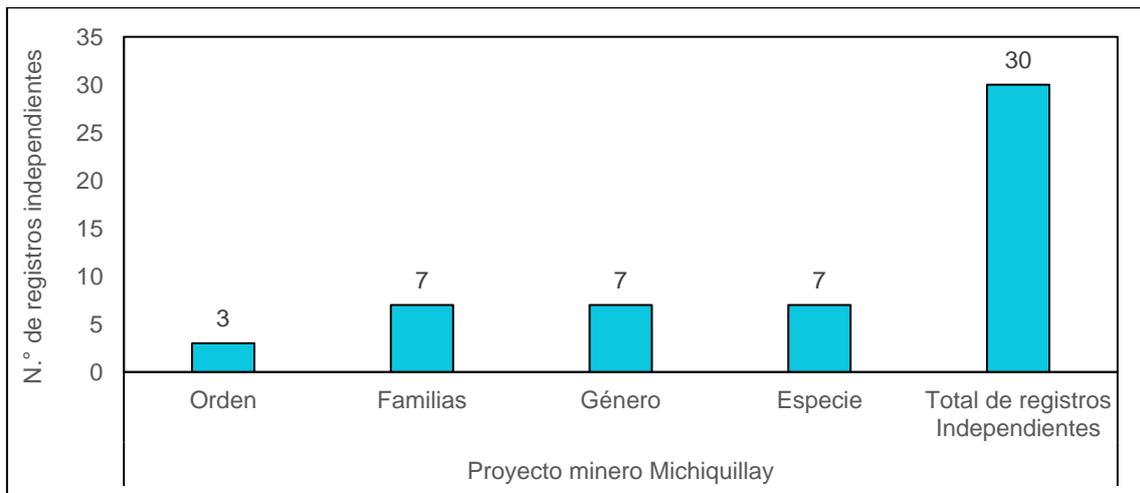


Figura 6.66. Número de registros independientes de mamíferos silvestres obtenidos por las cámaras trampa en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay



Los mayores números de registros independientes ocurrieron en las cámaras trampa codificadas como MICHI-09 (con 6 registros), MICHI-08 (con 5 registros) y MICHI-07 (con 5 registros), en las tres cámaras antes mencionadas la especie en común fue el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

En contraste a lo ocurrido en las cámaras antes mencionadas, en las cámaras codificadas como MICHI-1 MICHI-2, MICHI-4 y MICHI-13 no se obtuvieron registros independientes de mamíferos (Tabla 6.40 y Figura 6.67)

Tabla 6.40. Diversidad de mamíferos silvestres registrados por las cámaras trampa en el área de estudio

Lugar	Cámara trampa	Especie	N° de registros
Proyecto Minero Michiquillay	MICHI-1		0
	MICHI-2		0
	MICHI-3	<i>Didelphis pernigra</i>	2
		<i>Lycalopex culpaeus</i>	1
	MICHI-4		0
	MICHI-5	<i>Lycalopex culpaeus</i>	1
	MICHI-6	<i>Conepatus semistriatus</i>	2
		<i>Lycalopex culpaeus</i>	2
	MICHI-7	<i>Conepatus semistriatus</i>	2
		<i>Lagidium viscacia</i>	1
		<i>Odocoileus virginianus</i>	2
	MICHI-8	<i>Lycalopex culpaeus</i>	3
		<i>Odocoileus virginianus</i>	2
	MICHI-9	<i>Lagidium viscacia</i>	1
		<i>Lycalopex culpaeus</i>	3
		<i>Odocoileus virginianus</i>	1
		<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	1
	MICHI-10	<i>Odocoileus virginianus</i>	1
	MICHI-11	<i>Lycalopex culpaeus</i>	1
MICHI-12	<i>Conepatus semistriatus</i>	1	
	<i>Lagidium viscacia</i>	2	
	<i>Mustela frenata</i>	1	
MICHI-13		0	



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

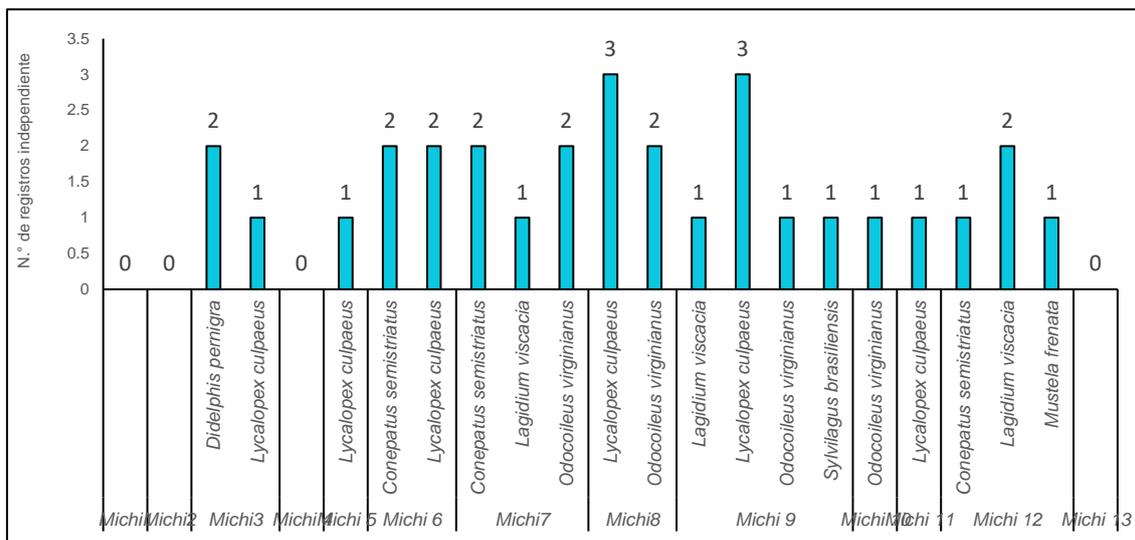


Figura 6.67. Diversidad de mamíferos silvestres registrados por las cámaras trampa en el área de estudio

6.2.3.6 Composición de especies por formación vegetal

Las cámaras trampa estuvieron instaladas en 3 formaciones vegetales, tales como matorral, pajonal y roquedal, identificadas en el área de estudio. En la tabla 6.41 se presenta un resumen la riqueza de especies y la abundancia de mamíferos registrados durante la evaluación.

En la formación vegetal matorral se registró la mayor riqueza con 19 registros independientes perteneciente a 7 especies, seguido del roquedal con 6 registros perteneciente a 4 especies y finalmente pajonal con 5 registros (Tabla 6.41).

Tabla 6.41. Resumen de la riqueza y abundancia de mamíferos por hábitat en el área de estudio

Formación Vegetal	Nº de familias	Nº de especies	Nº de registros
Matorral	7	7	19
Pajonal	2	2	5
Roquedal	4	4	6
Total	7	7	30

A continuación, se analizará la diversidad de mamíferos registrados en los diferentes hábitats presentes en el área de estudio.

a. Matorral

En esta formación vegetal ocurrieron 19 registros independientes de mamíferos (Figura 6.68), las cámaras estuvieron ubicados en los matorrales de las zonas I, II, III, y IV. El mayor número de registro ocurrió en las cámaras que estuvieron instalados en matorral de la zona I y zona III, con 7 registros independientes del zorro andino (*Lycalopex culpaeus*). En el matorral de la zona IV ocurrió el único registro del canyul (*Didelphis pernigra*), este registro ocurrió en la cámara MICHI-3, que estuvo ubicada al borde de una pequeña quebrada.



b. Pajonal

En esta formación vegetal ocurrieron 5 registros independientes, todos los registros ocurrieron en el matorral de la zona II, los registros corresponden, 3 al zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) y, 2 pertenecen al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y 2 venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (Figura 6.68).

c. Roquedal

En esta formación vegetal ocurrieron 6 registros independientes de mamíferos, en las cámaras instaladas en los roquedales de las zonas I y II, en ellas ocurrieron 2 registros de añás o zorrino (*Conepatus semistriatus*), 2 registros del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), un registro de vizcacha (*Lagidium viscacia*) y un registro del zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) (Figura 6.68)

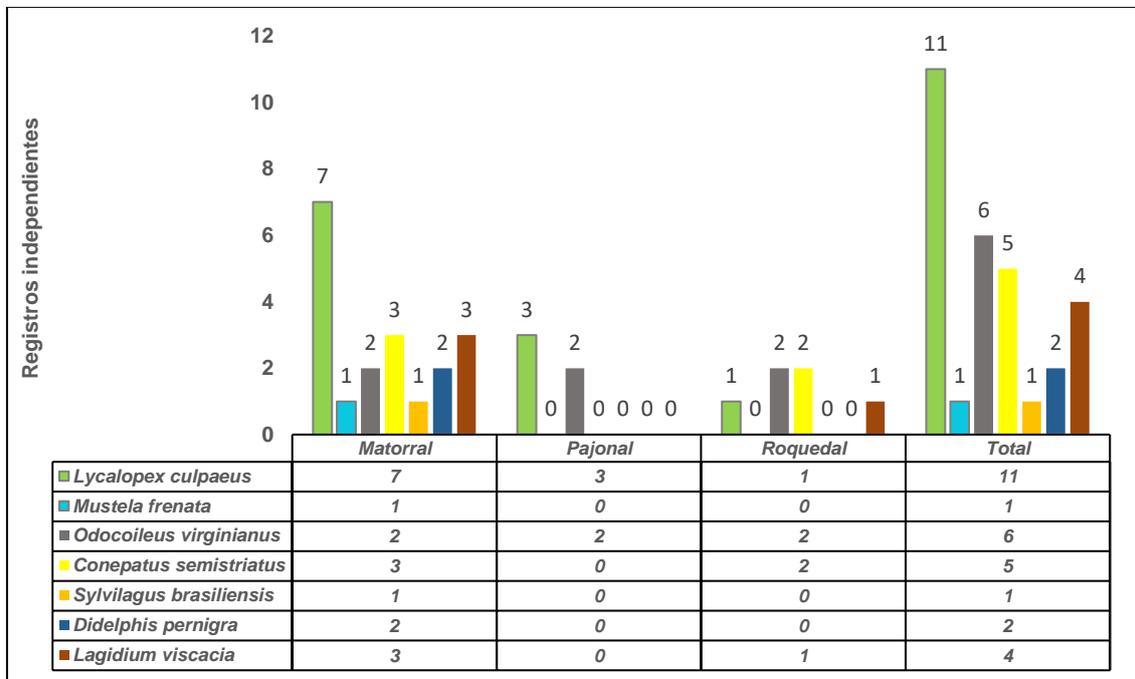


Figura 6.68. Especies de mamíferos registrados en las cámaras trampa por hábitat en el área de estudio

d. Índice de diversidad y abundancia de mamíferos registrados en las cámaras por tipo de hábitat.

De las 3 formaciones evaluadas en el área de estudio, el mayor valor en término de diversidad se registró en el matorral con un valor de 1,735, seguido del roquedal con un valor de 1.33 y finalmente en el pajonal con un valor de 0,673 (Figura 6.69).

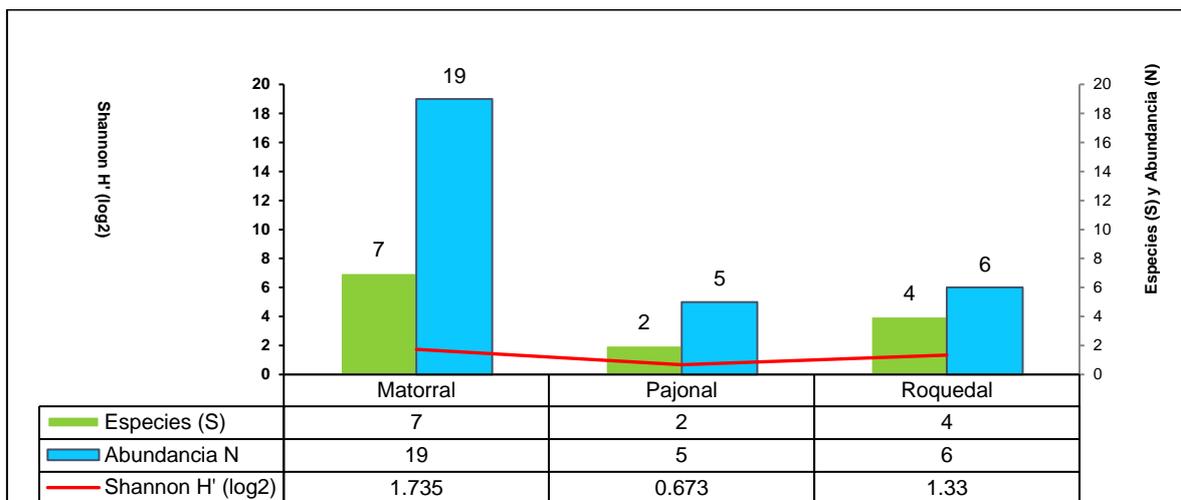


Figura 6.69. Diversidad y abundancia de mamíferos registrados por las cámaras por tipo de hábitat

e. Similitud por formaciones vegetales

De acuerdo al índice de Morisita para determinar el grado de similitud entre los hábitats evaluados, se observa que el matorral y el pajonal presentaron el mayor valor en términos desimilitud (72%), estas formaciones vegetales comparten 2 especies (*Lycalopex culpaeus* y *Odocoileus virginianus*) y el elevado valor nos indica que estas especies pueden estar presentes en ambos tipos de formación vegetal (Tabla 6.42 y Figura 6.70)

Tabla 6.42. Valores del índice de similitud de Morisita entre las formaciones vegetales y las lagunas en el área de estudio

	Matorral	Pajonal	Roquedal
Matorral	1,00	0,72	0,71
Pajonal	0,72	1,00	0,58
Roquedal	0,71	0,58	1,00

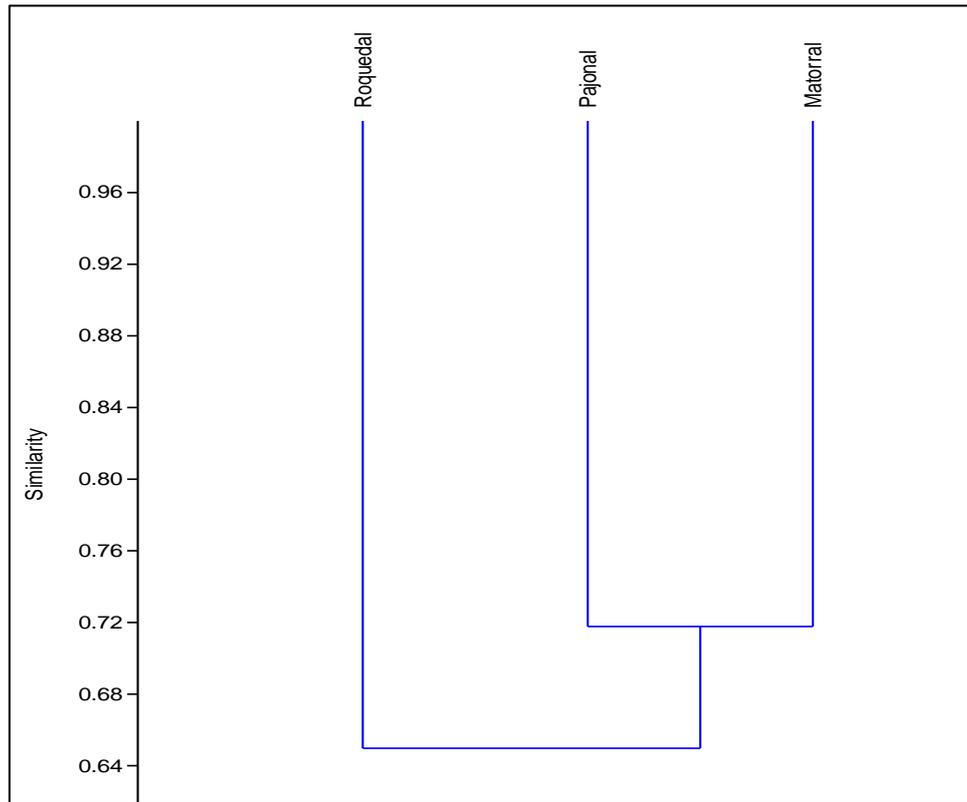


Figura 6.70. Dendrograma de Similitud de Morisita entre formaciones vegetales

6.2.3.7 Composición de especies por microcuencas y zonas de evaluación

A continuación, se presentan el análisis de los resultados por zona de evaluación (Figura 6.71).

a. Microcuenca Chanche

Esta microcuenca abarca las zonas I y II, y se registró el mayor número de registros independiente con 17 capturas, en esta microcuenca ocurrió el único registro del conejo silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*), así mismo se registró el mayor número de registros independientes del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 6 registros y del zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) con el mismo número de registros.

b. Microcuenca La encañada

Abarca las zonas II y III, en esta microcuenca se encontraron 10 registros independientes, 4 de ellos ocurrieron en la zona II y 6 en la zona III, registrándose a las siguientes especies: 4 del zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), 3 registros de añás o zorrino (*Conepatus semistriatus*), 2 de vizcacha (*Lagidium viscacia*) y uno del mono waiwash (*Mustela frenata*).



c. Microcuenca Yanacocha

Solo abarca la zona IV, en ella se registró 3 eventos independientes pertenecientes, 2 al canyul (*Didelphis pernigra*) y uno al zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) (Figura 6.71).

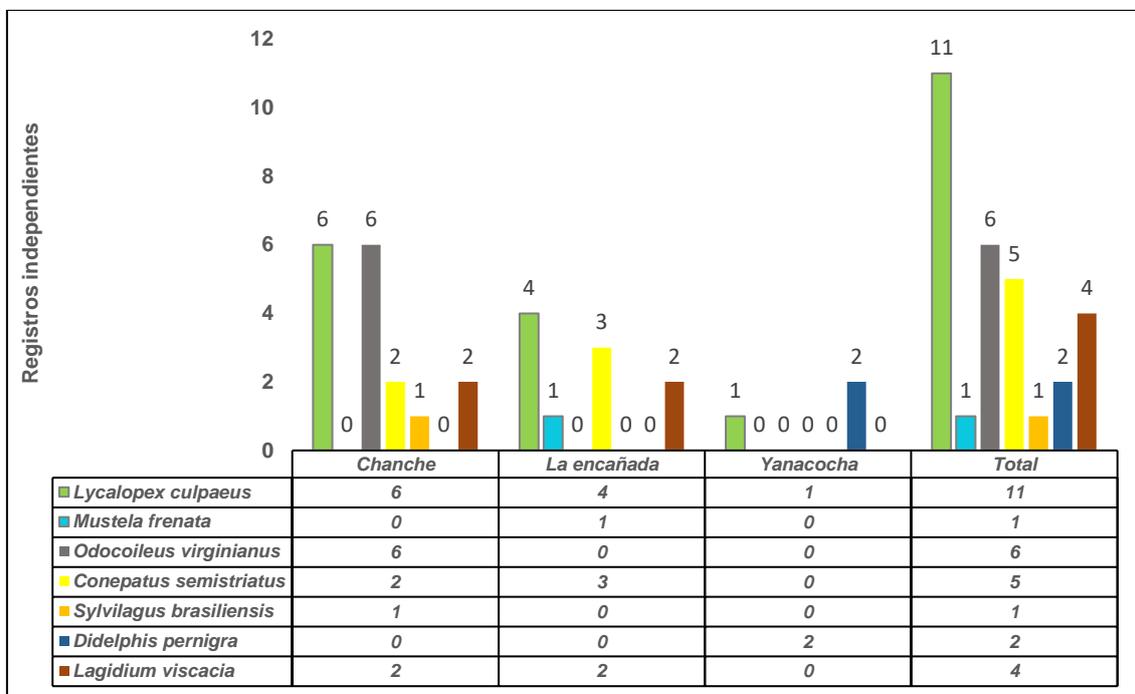


Figura 6.71. Especies de mamíferos registrados en las cámaras trampa por microcuenca

d. Índice de diversidad y abundancia de mamíferos registrados en las cámaras por microcuenca

De las 3 microcuencas evaluadas en el área de estudio, el mayor valor en término de diversidad ocurrió en la microcuenca Chanche con un valor de 1,405, seguido de la microcuenca Michiquillay con un valor de 1,28 y finalmente la microcuenca Yanacocha con un valor de 0,6365 (Figura 6.72).

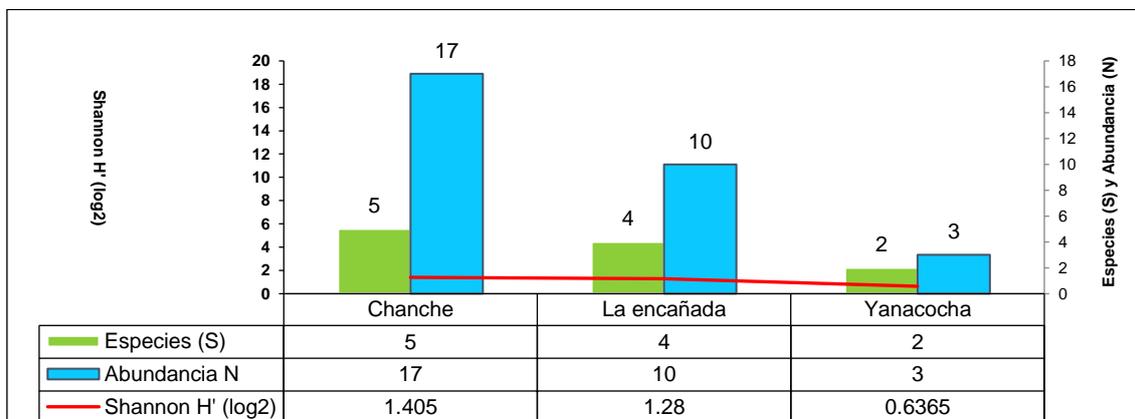


Figura 6.722. Diversidad y abundancia de mamíferos registrados por las cámaras por microcuenca



e. Similitud por formaciones vegetales

De acuerdo al índice de Morisita para determinar el grado de similitud entre las microcuencas evaluados, se observa que la microcuenca Chanche y La encañada presentaron el mayor valor en términos de similitud (69%), estas microcuencas comparten 3 especies (*Conepatus semistriatus*, *Lagidium viscacia* y *Lycalopex culpaeus*), el elevado valor nos indica que estas especies pueden estar presentes en ambas microcuencas (Tabla 6.43 y Figura 6.73)

Tabla 6.43. Valores del índice de similitud de Morisita entre las formaciones vegetales y las lagunas en el área de estudio

	Chanche	La Encañada	Yanacocha
Chanche	1,00	0,69	0,28
La encañada	0,69	1,00	0,31
Yanacocha	0,28	0,31	1,00

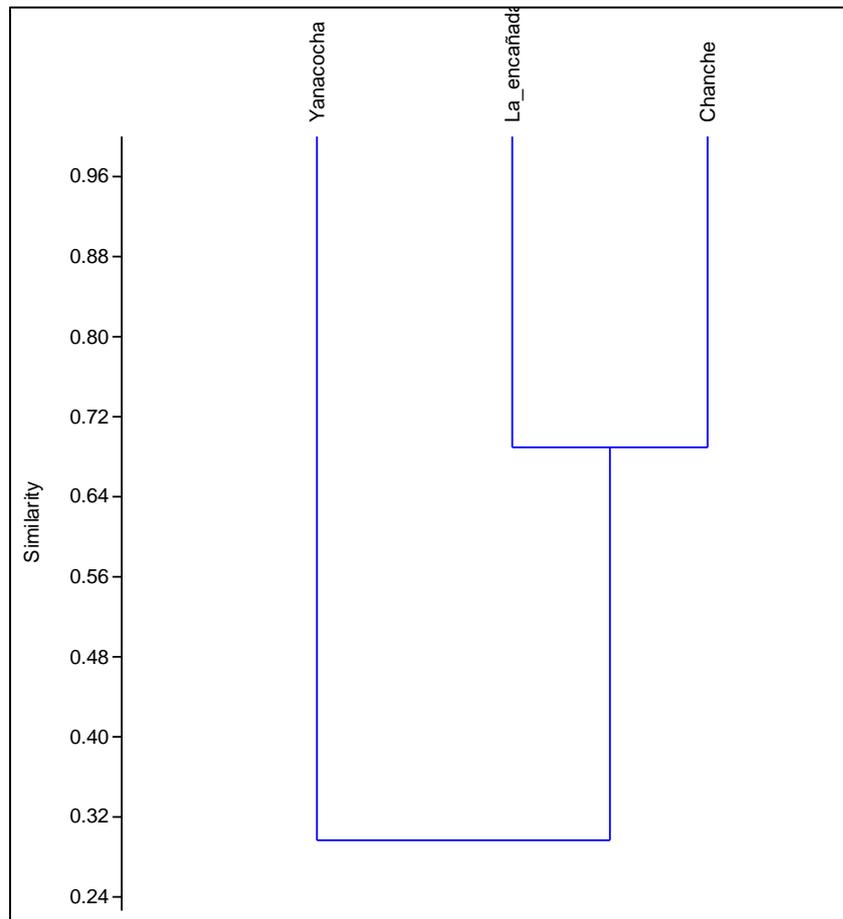


Figura 6.73. Dendrograma de Similitud de Morisita entre microcuencas



6.2.3.8 Curva de acumulación de especies

De acuerdo a los resultados de los cálculos para determinar el total de mamíferos silvestres que habitan en el área de influencia del proyecto Michiquillay, encontramos que las 7 especies reportadas en las cámaras trampa representaron el 70%, de las de especies que ocurren en la zona de evaluación (Figura 6.74).

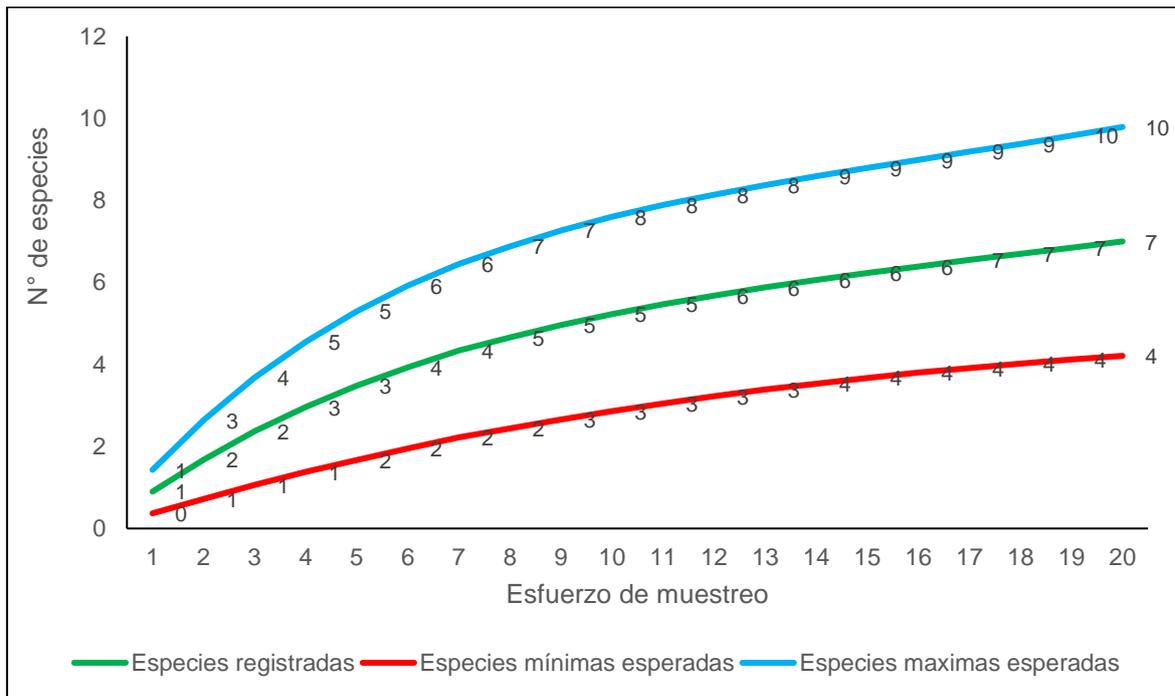


Figura 6.74. Curva de acumulación de especies de mamíferos medianos y grandes en el área de evaluación.

6.2.3.9 Especies amenazadas y categorías de conservación

De acuerdo con el Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú y al D.S. 004-2014 – AG, en el Perú existen 124 especies de mamíferos incluidos en las diferentes categorías de conservación de las cuales, 9 se encuentran en Peligro Crítico, 32 se encuentran en Peligro, 50 se encuentran como Vulnerable, 14 como Casi Amenazadas y 18 se encuentran con Datos Deficientes (Serfor 2018, MINAGRI 2014).

De acuerdo a la legislación peruana, la especie con mayor grado de amenaza es el puma (*Puma concolor*), considerado como especie casi amenazada, así mismo esta especie esta incluida en el apéndice II, la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres (CITES).

De acuerdo a la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2019), el sotillo (*Leopardus colocolo*) se encuentra incluido en la categoría de Casi amenazado (NT) y también se encuentra en el apéndice II del (CITES).

Finalmente, el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) está incluido en el apéndice II del (CITES). (Tabla 6.44).



Tabla 6.44. Especies de fauna silvestre comprendida en alguna categoría de conservación

Clase	Orden	Familia	ESPECIE	Categorización		
				(D.S. 004-2014-AG)	IUCN-2019	CITES-2019
Mmamalia	Carnívora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Casi amenazado	Least concern	II
			<i>Leopardus colocolo</i>	Datos insuficientes	Near threatened	II
		Cánidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	No aplica	Least concern	II

6.2.3.10 Especies endémicas

En el área evaluada no se registraron especies de mamíferos bajo esta condición



7. DISCUSIÓN

7.1 Flora

7.1.1. Composición, abundancia y diversidad florística en el área de estudio

El estudio de la flora permite caracterizar y comprender mejor los distintos grupos taxonómicos. A continuación, se analiza sobre los hallazgos de flora obtenidos en el área de estudio.

Las 351 especies registradas representaron la mayor cantidad de especies reportadas en el área de estudio. Cabe mencionar que en la Evaluación de Impacto Ambiental semidetallado (EIASd, 2009) se registraron 120 especies, en la primera modificatoria del EIASd (1ra MEIASd, 2013) se registraron 268 especies, en la auditoría ambiental del 2015 se registraron 58 especies y 81 especies se registraron en la auditoría ambiental del 2018. Por ello, este estudio permite tener un mejor conocimiento de la flora vascular que se desarrolla en el área de estudio y complementa la información citada por el administrado.

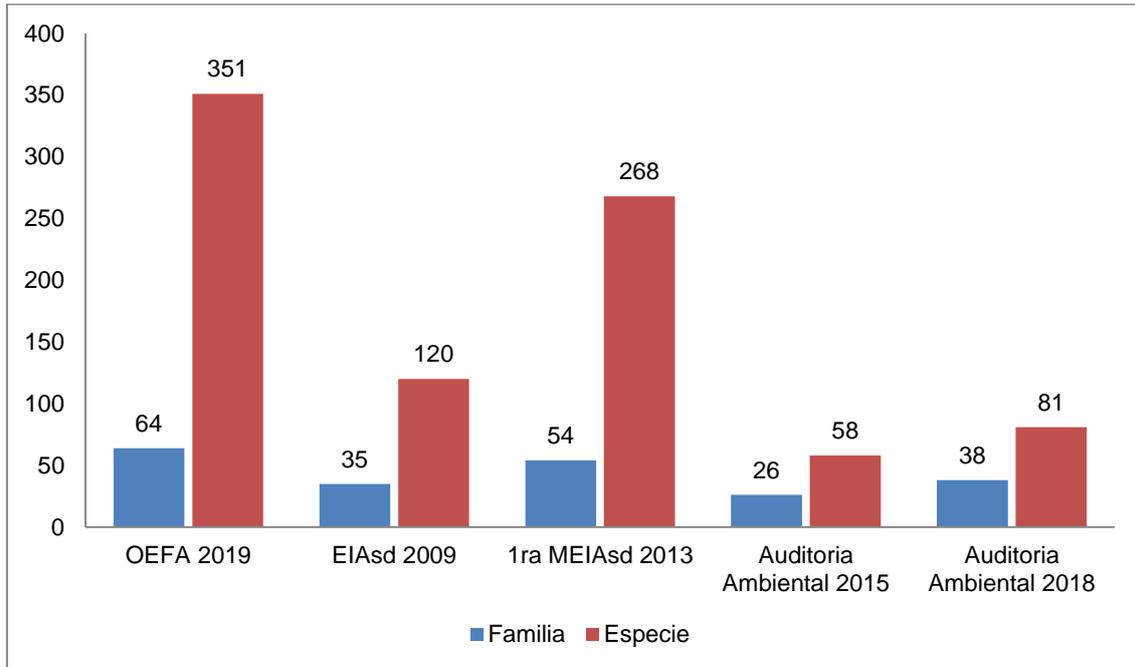


Figura 7.1. Riqueza de especies encontradas en el área de estudio. OEFA 2019 – Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA)

EIASd: Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto de exploración Michiquillay, aprobado con Resolución Directoral N° 057-2009-MEM/AAM el 12 de marzo de 2009

1ra MEIASd: Primera Modificatoria del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del proyecto de exploración Michiquillay, aprobado con Resolución Directoral N° 182-2013-MEM/AAM el 10 de junio de 2013.

Auditoría Ambiental 2015: Informe de auditoría sobre el Impacto Ambiental de las labores realizadas por la empresa Anglo American Michiquillay S.A. en el proyecto Michiquillay, realizado el 2015 por Activos Mineros S.A.C. el 2014.

Auditoría Ambiental 2018: Informe de auditoría de situación ambiental Proyecto Minero Yacimientos Cupríferos de Michiquillay, preparado por Knight Piésold Consultores S.A. en diciembre del 2018.

Se evaluaron 4 formaciones vegetales: bofedal, matorral, pajonal y vegetación de roquedal (Figura 7.2). De ellas, las más extensas en el área de estudio fueron el pajonal y matorral. El bofedal fue observado en pequeñas partes dentro de las zonas I, II, III y IV y el roquedal en las zonas I, III y IV.



Figura 7.2. Formaciones vegetales evaluadas en el área de estudio

a) Bofedal en la zona II, b) Matorral en la zona IV, c) Pajonal en la zona II, y d) Vegetación de roquedal en la zona en la zona III

Las familias más diversas, del total de especies registradas, en el área de estudio fueron Asteraceae y Poaceae, que son las más diversas en los Andes (Gentry, 1993). Resultados similares se evidenciaron en los trabajos realizados por Cano *et al.* (2010 y 2011) en suelos crioturbados, donde mencionan a estas familias como las más diversas; además, Asteraceae y Poaceae son la segunda y quinta familia respectivamente con mayor número de especies en el Perú (Brako y Zarucchi, 1993).

La mayor riqueza de especies entre las formaciones vegetales se registró en el matorral con 259 especies, que representa el 73,8 % de la flora total registrada; entre los factores que favorecen a esta alta riqueza destaca la mayor área en la que se presentó esta formación, principalmente en la zona V en donde se registraron 147 especies, además fue la formación en la que se registró el mayor índice de diversidad promedio con 2,45 nits/individuo. Las siguientes formaciones con mayor riqueza fueron el pajonal y la vegetación de roquedal con 139 y 114 especies respectivamente, la primera debe su mayor riqueza principalmente a la amplia extensión de los pajonales en la zona, mientras que la vegetación de roquedal, debe su alta diversidad a la presencia de variados microhábitats las que favorecen al desarrollo de numerosas especies herbáceas, en las que destacan especies del grupo de los helechos. El bofedal (ecosistema frágil) es el que presentó el menor número de especies con 94 especies.

El análisis de similaridad y NMDS muestran que las formaciones vegetales están bien definidas, siendo los más cercanos entre sí, el pajonal y la vegetación de roquedal, esto debido a que ambas formaciones se encuentran próximas, lo que facilita un intercambio entre las especies que las componen, además de que en su mayoría los roquedales están dominados por *Calamagrostis tarmensis*, al igual que en los pajonales. Además, queda



evidenciado que el bofedal presenta una composición florística más diferenciada con respecto a las demás.

7.1.2. Microcuenca Chanche

La flora en la microcuenca Chanche se estudió en 1 zona: zona I, ubicada en la quebrada La Boya, al sur del anexo Punre, entre 3700 – 3900 m s. n. m., en la que se evaluó en total 4 formaciones vegetales conformadas por bofedal, matorral, pajonal y vegetación de roquedal. Se pudo observar que el pajonal y la vegetación de roquedal, fueron las formaciones vegetales más extensas en el área, mientras que los bofedales, en su mayoría manejados por los pobladores, se encontraron en áreas más restringidas. El matorral, dominados por arbustos como, *Mysine dependens*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Monnina salicifolia* y *Miconia sp.*, se presentó en un pequeño y denso parche a un lado del reservorio Monte redondo.

Las familias más diversas en esta zona fueron Asteraceae y Poaceae (Figura 7.3), estas familias son las más diversas en las zonas andinas. Entre otras familias frecuentes en estas zonas se encontraron Rosaceae, Gentianaceae y Melastomataceae, todas bastantes comunes en zonas andinas.

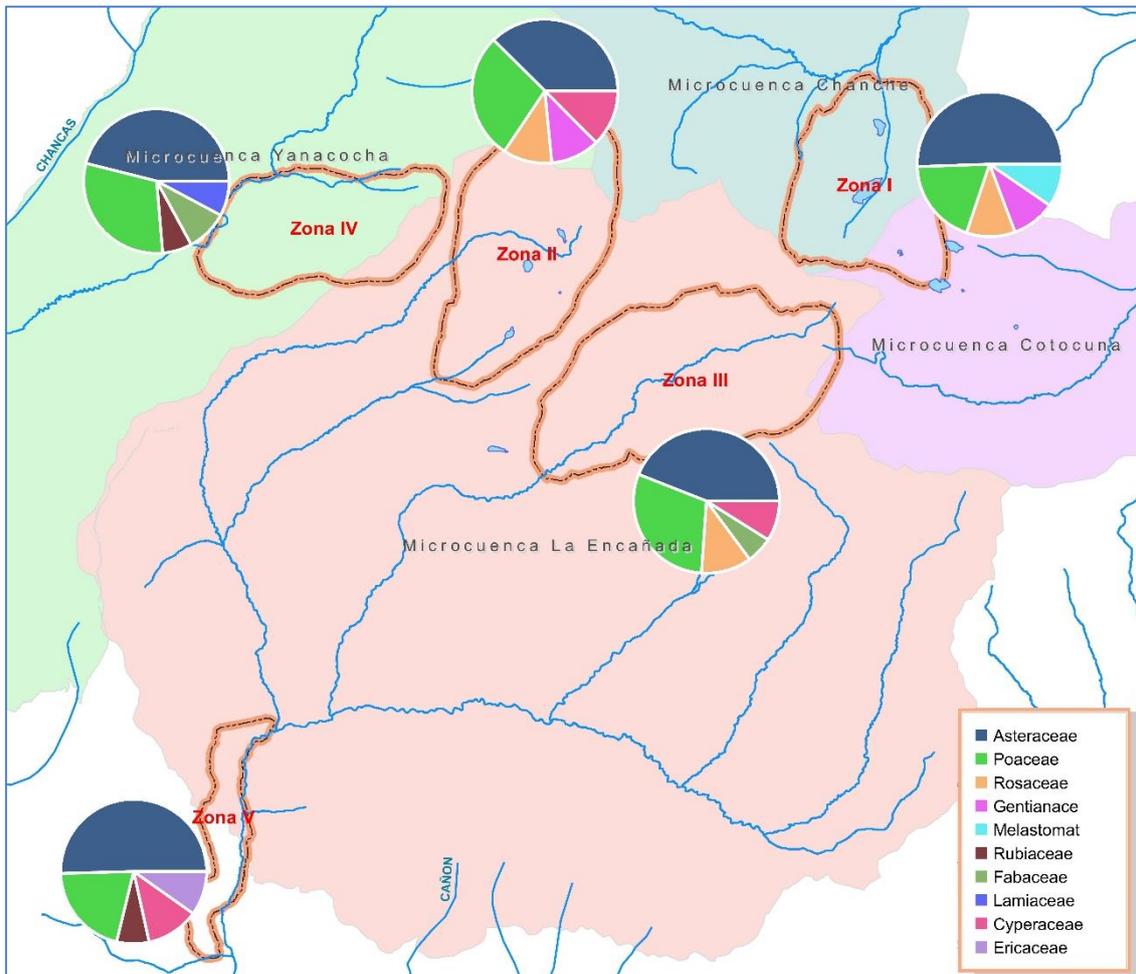


Figura 7.3. Familias más diversas por zona, en el área de estudio



En esta zona se registraron 154 especies en 41 familias y 108 géneros, aquí se registró el segundo mayor número de especies, esto debido principalmente a lo heterogéneo de los hábitats observados en esta zona. La formación vegetal con mayor riqueza de especies en esta zona fue pajonal, esto debido a lo extenso de esta formación en la zona, además de una alta disposición de recurso hídrico, producto de su continuidad con los bofedales. El bofedal estuvo compuesto principalmente por *Eleocharis geniculata* con una abundancia relativa de 36,7 %, seguido de *Plagiocheilus solivaeformis* con 21,1 %, ambas especies higrofilas propias de esta formación; el pajonal estuvo conformado principalmente por *Calamagrostis tarmensis* con 61 % y *Paspalum tuberosum* con 17,9 %, ambas especies propias de esta formación; la vegetación de roquedal estuvo compuesto principalmente por *Calamagrostis macrophylla* con una abundancia relativa de 25,7 % y *Calamagrostis tarmensis* con 18,9 %.

Del total de especies en la microcuenca Chanche 3 son amenazadas y 18 son endémicas (Figuras 7.4 y 7.5), entre ellas *Ascidiogyne wurdackii* y *Solanum jalcae* están categorizadas en peligro crítico (CR) según el Decreto Supremo N.º 043-2006-AG (Figura 7.4 a,e). Entre las especies endémicas destacan *Calceolaria percaespitosa* y *Peperomia jalcaensis*, las cuales están restringidas al departamento de Cajamarca, además *Peperomia jalcaensis* fue descrita recientemente por Samain *et. al* (2011) (Figura 7.5 a,h).



Figura 7.4. Especies amenazadas presentes en el área de estudio

a) *Solanum jalcae*, b) *Polylepis reticulata*, c) *Salvia oppositiflora*, d) *Aristeguietia discolor*, e) *Ascidiogyne wurdackii* y f) *Acaulimalva alismatifolia*



Figura 7.5. Especies endémicas presentes en la zona I

a) *Calceolaria percaespitosa*, b) *Bomarea porrecta*, c) *Halenia pinifolia*, d) *Monnina conferta*, e) *Pterichis leucoptera*, f) *Diplostephium callaense*, g) *Gentianella crassicaulis*, h) *Peperomia jalcaensis* y i) *Solanum jalcae*



7.1.3. Microcuenca La Encañada

En la microcuenca La Encañada se estudiaron 3 zonas para flora: zona II, ubicada en la quebrada Quinuayoc al noreste del caserío Quinuayoc, entre 3800 – 4950 m s. n. m., zona III, ubicada en la quebrada Michiquillay al noreste del caserío Michiquillay, entre 3650 – 3900 m s. n. m., y la zona V, ubicada el sector Hualtipata al sur del caserío Hualtipata, entre 3200 – 3300 m s.n.m.; en las que se evaluaron en total 5 formaciones vegetales conformadas por bofedal, matorral, pajonal y vegetación de roquedal. Se observó que las formaciones vegetales más extensas fueron el pajonal y el matorral. Y las familias más diversas en las 3 zonas fueron Asteraceae y Poaceae. Otras familias más diversas fueron Fabaceae, Juncaceae y Rubiaceae (Figura 7.3).

En la zona II se registraron 106 especies en 28 familias y 71 géneros. La formación vegetal con mayor número de especies en esta zona fue el pajonal con 79 especies. El bofedal estuvo compuesto principalmente por *Plantago tubulosa* con una abundancia relativa de 28,4 % y *Calamagrostis sp.* con 11,7 %, la primera es una de las especies principales de esta formación a lo largo de todos los Andes en el Perú (Weberbauer, 1945); el pajonal estuvo compuesto principalmente por *Calamagrostis tarmensis* con una abundancia relativa con 49,1 % y *Calamagrostis recta* con 24 %. Del total de especies en esta zona, 5 son amenazadas y 19 son endémicas.

En la zona III se registraron 176 especies en 42 familias y 117 géneros, aquí se presentó la menor riqueza de especies de toda el área de estudio. La formación vegetal con mayor número de especies en esta zona fue el pajonal con 75 especies. El bofedal estuvo compuesto principalmente por *Plantago tubulosa* con una abundancia relativa de 40,9 % y *Eleocharis albibracteata* con 8,9 %, la primera es una de las especies principales de esta formación a lo largo de todos los Andes en el Perú (Weberbauer, 1945); el matorral pajonal estuvo compuesto principalmente por *Hypericum laricifolium* con una abundancia relativa con 20,3 % y *Calamagrostis tarmensis* con 16,1 %; el pajonal estuvo compuesto principalmente por *Calamagrostis tarmensis* con una abundancia relativa con 51,4 % y *Calamagrostis recta* con 23,6 %; y la vegetación de roquedal estuvo compuesto principalmente por *Calamagrostis tarmensis* con una abundancia relativa con 18,8 % y *Polylepis reticulata* con 15,3 %. Del total de especies en esta zona, 5 son amenazadas y 18 son endémicas.

En la zona V se registraron 146 especies en 45 familias y 115 géneros, aquí se registró el matorral más diverso de todas las evaluadas en el área de estudio, esto debido principalmente a lo extenso de esta formación. Esta formación estuvo compuesta principalmente por *Poa sp.* con una abundancia relativa de 12,3 %, especie principal que conforma el estrato herbáceo, y *Salvia styphelos* con 10 %, especie principal del estrato arbustivo. Del total de especies en esta zona, 4 es amenazada y 15 son endémicas.

Del total de especies en esta microcuenca, 9 son amenazadas y 33 son endémicas, entre ellas *Ascidogyne wurdackii* y *Solanum jalcae* están categorizadas en peligro crítico (CR) según el Decreto Supremo N.º 043-2006-AG; además, *Polylepis reticulata* y *Plantago lanceolata* se encuentra categorizada como Vulnerable (Vu) según la IUCN (2019) (Figura 7.4 a,b,e). Entre las especies endémicas tenemos a *Acaulimalva alismatifolia* (también presente en la categoría de En Peligro según el Decreto Supremo N.º 043-2006-AG), *Jaltomata paneroi*, *Pappobolus subniveus*, *Tridax cajamarcensis*, *Peperomia jalcaensis* y *Villadia aureistella*, están restringidas al departamento de Cajamarca y las dos últimas fueron descritas recién en los últimos años (Samain *et. al*, 2011; Pino y Cieza, 2009) (Figuras 7.4, 7.5 y 7.6).

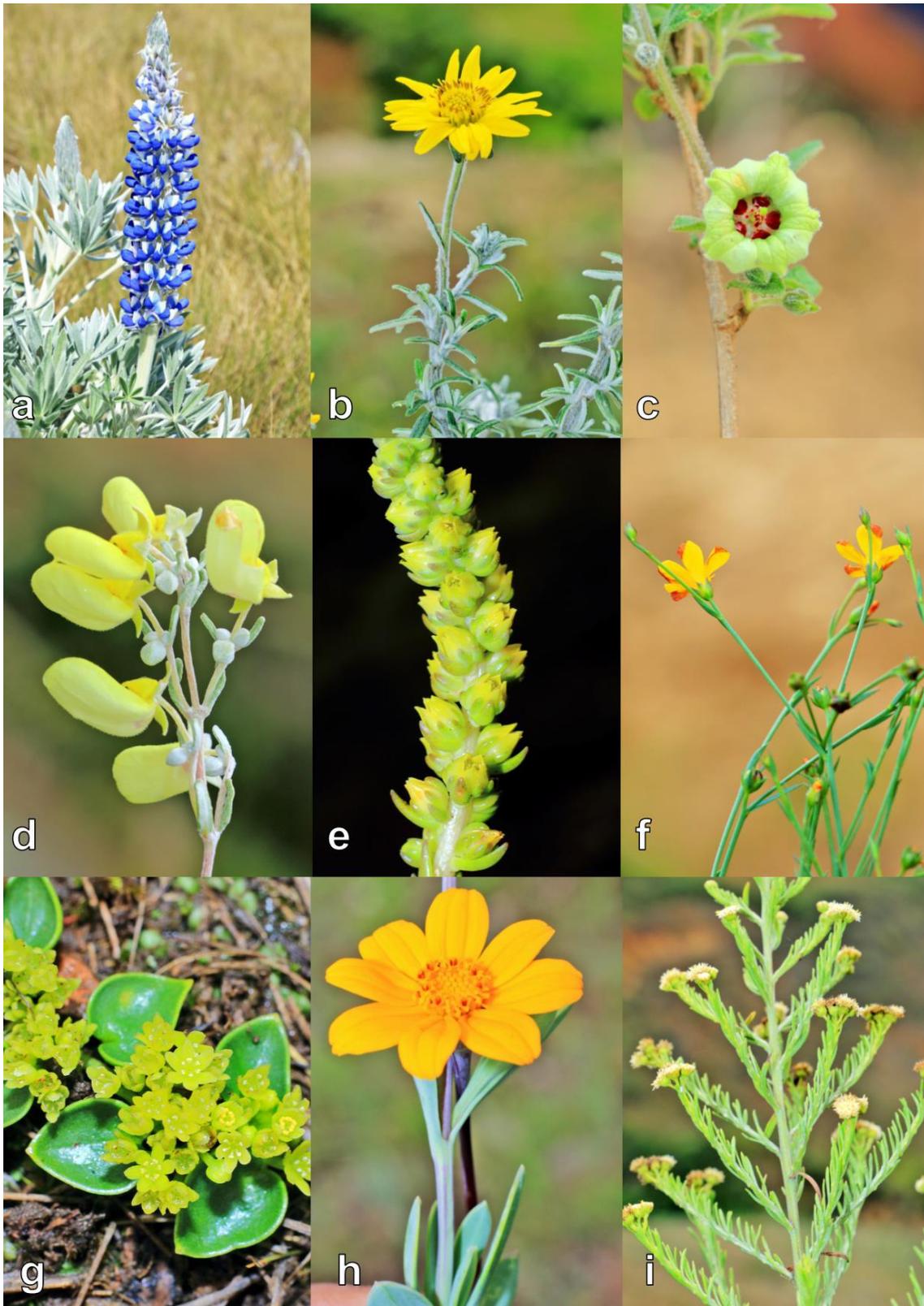


Figura 7.6. Especies endémicas presentes en la zona I

a) *Lupinus asymbepus*, b) *Pappobolus subniveus*, c) *Jaltomata paneroi*, d) *Calceolaria reichlinii*, e) *Villadia aureistella*, f) *Linum polygaloides*, g) *Dioscorea ancachensis*, h) *Coreopsis oblanceolata* i) *Baccharis hutchisonii*

7.1.4. Microcuenca Yanacocha

La flora en la microcuenca Yanacocha se estudió en 1 zona: zona IV, ubicada en el cerro Las Arenas en el sector Rodacocha al noreste del caserío Rodacocha, entre 3650 – 3900 m s. n. m., en la que se evaluó en total 4 formaciones vegetales conformadas por bofedal, matorral, pajonal y vegetación de roquedal. Se pudo observar que el matorral fue la formación vegetal más extensa en el área, mientras que los bofedales, se encontró restringida a una ladera.

Las familias más diversas en esta zona fueron Asteraceae y Poaceae (Figura 7.3), estas familias son las más diversas en las zonas andinas. Entre otras familias frecuentes en estas zonas se encontraron Cyperaceae, Ericaceae y Orchidaceae.



Figura 7.7. Especies endémicas presentes en la zona I

a) *Viola pallascaensis*, b) *Tridax cajamarcensis*, c) *Coreopsis senaria*, d) *Lupinus jelskianus*, e) *Xyris tristis*, f) *Paranephelius ferreyrii*



En esta zona se registraron 147 especies en 41 familias y 105 géneros. La formación vegetal con mayor riqueza de especies en esta zona fue el matorral, esto debido a lo extenso de esta formación en la zona. El bofedal estuvo compuesto principalmente por *Oxychloe* sp. con una abundancia relativa de 24,1 %, seguido de *Calamagrostis spicigera* con 13,8 %; el matorral estuvo conformado principalmente por *Anatherostipa obtusa* con 17 % y *Senecio laricifolius* con 10,6 %; el pajonal estuvo conformado principalmente por *Calamagrostis tarmensis* con 73,5 % y *Paspalum tuberosum* con 4,5 %; y la vegetación de roquedal estuvo compuesto principalmente por *Calamagrostis tarmensis* con una abundancia relativa de 30,9 % y *Senecio laricifolius* con 13,8 %.

Del total de especies en la microcuenca Yanacocha 3 son amenazadas y 20 son endémicas, entre ellas *Ascidiogyne wurdackii* y *Solanum jalcae* están categorizadas en peligro crítico (CR) según el Decreto Supremo N.º 043-2006-AG (Figura 7.4 a, e). Entre las especies endémicas destacan *Calceolaria percaespitosa*, *Tridax cajamarcensis*, *Lupinus jelskianus*, *Xyris tristis* y *Peperomia jalcaensis*, las cuales están restringidas al departamento de Cajamarca, además *Peperomia jalcaensis* fue descrita recientemente por Samain *et. al* (2011) (Figura 7.7).

7.2 Fauna

7.2.1 Anfibios y reptiles

Durante la presente evaluación se registraron 4 especies de anfibios y 3 especies de reptiles, que constituye una riqueza de especies mayor a la reportada en el área de influencia del proyecto en evaluaciones previas^{7,8,9 y 10}. El incremento de la riqueza de especies durante la evaluación realizada por OEFA responde a que se realizaron evaluaciones en horario nocturno y a la evaluación de zonas de menor altitud.

Se realizó un esfuerzo de muestreo importante, con un total de 84,93 horas – hombre (71 búsquedas por encuentros visuales – VES de 30 min y 7 transectos en hábitats acuáticos), la curva de acumulación de especies indica una representación del 98 % de especies potenciales y en cada una de las zonas de evaluación varía entre 75 % - 100 %. Lo que indica que el muestreo fue representativo, aunque es posible que con el incremento de esfuerzo y área de muestreo pudieran seguir registrándose más especies, como lo confirma la captura de los 3 nuevos registros obtenidos durante esta evaluación.

Las especies que se reportan por primera vez para el área de estudio corresponden a 2 ranas de la familia Craugastoridae, la especie *Pristimantis* sp. 1, hallada durante las evaluaciones nocturnas en la localidad de El Punre, zona I (Microcuenca Chanche) y un juvenil de la rana *Pristimantis* sp. 2 que constituye un registro oportunista reportado durante las evaluaciones del componente hidrobiológico, en la zona V (Microcuenca La Encañada). La revisión morfológica indica que son especies distintas entre sí, la especie *Pristimantis* sp.1 se diferencia de otras especies de *Pristimantis* de los Andes del norte de Perú, por la coloración de los ojos, coloración de la ingle, disposición de tubérculos, entre otros (Figura 7.8 b). La especie *Pristimantis* sp. 2, no pudo ser identificada hasta el nivel taxonómico de especie debido a que se trata de un juvenil, siendo difícil determinar caracteres morfológicos que determinen su identidad taxonómica.

⁷ Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del Proyecto de exploración minera Michiquillay, aprobado con Resolución Directoral N.º 057-2009-MEM/AAM, en marzo del 2009.

⁸ Primera modificatoria del estudio de impacto ambiental semidetallado del proyecto de exploración Michiquillay, aprobado con Resolución Directoral N.º 182-2013-MEM/AAM.

⁹ Auditoría sobre el impacto ambiental de las labores realizadas por la empresa Anglo American Michiquillay en el Proyecto Michiquillay. (2015)

¹⁰ Auditoría de situación ambiental Proyecto minero de yacimientos cupríferos de Michiquillay. (2018)

La mayoría de los anfibios, particularmente especies del género *Pristimantis*, tienen mayor actividad nocturna, especialmente en zonas arbustivas o boscosas, es usual encontrar individuos perchados o vocalizando sobre las hojas (Duellman & Lehr 2009). Por ello es recomendable, de ser posible, realizar evaluaciones nocturnas, ya que así se incrementaría la efectividad del muestreo en cuanto a la detección de anfibios.

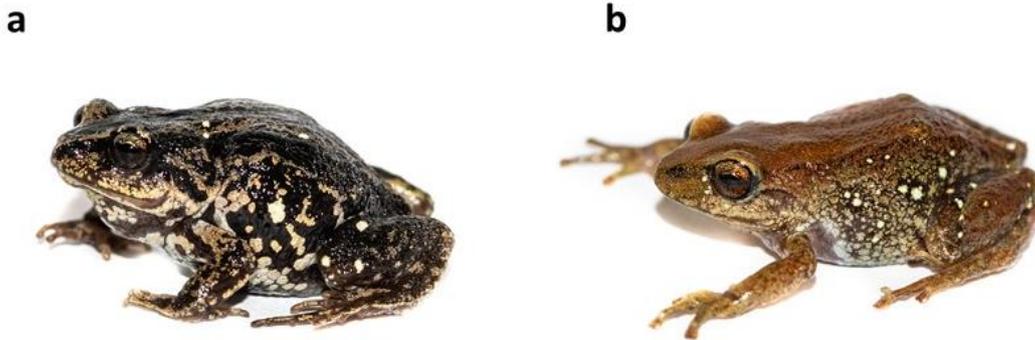


Figura 7.8. Especies de anfibios del género *Pristimantis* registrados en el área de estudio
a. *Pristimantis simonsii* ♀ y **b.** *Pristimantis* sp. 1 ♂

En cuanto a los reptiles, la especie *Stenocercus* sp. se reporta por primera vez en el área de influencia del proyecto, se registraron 8 individuos en la zona I entre los 3192 y 3784 m s. n. m en la microcuena La Encañada. Esta especie se encuentra actualmente en revisión, se caracteriza por presentar una cola espinosa con 2 divisiones por segmento autotómico, poseer escamas granulares en la parte posterior del muslo, entre otros (Figura 7.9 b).

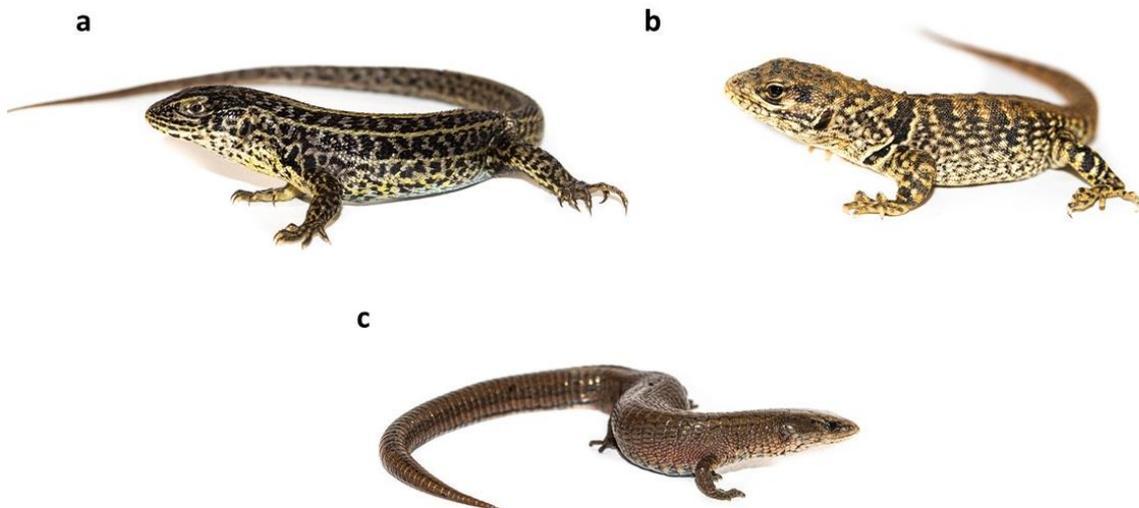


Figura 7.9. Especies de reptiles registrados en área de estudio
a. *Stenocercus stigmatus* ♂ y **b.** *Stenocercus* sp. ♂ y **c.** *Petracola ventrimaculatus* ♀

Los análisis de diversidad muestran que las formaciones vegetales que albergaron mayor riqueza de especies fueron el matorral y roquedal, ambas presentaron los valores más altos para los 3 órdenes de diversidad (Tabla 6.8, Figura 6.39). Aunque ambas formaciones tuvieron valores de similaridad altos (Figura 6.40), cada una alberga especies únicas que no fueron registradas en el bofedal y pajonal. Por ejemplo, las lagartijas *Petracola ventrimaculatus* y *Stenocercus* sp., se registraron solo en estas dos formaciones, las ranas del género *Pristimantis* se registraron solo en el matorral. Esta información es importante, ya que la pérdida o degradación de estos hábitats podría conducir a la disminución o extinción local de las poblaciones de estas especies, dado que anfibios y reptiles de pequeño tamaño tienen una capacidad de dispersión limitada.

A diferencia de las formaciones anteriores los pajonales tuvieron bajos valores de diversidad, probablemente debido a que es una formación más homogénea; sin embargo, en esta formación se registraron los mayores valores de abundancia, particularmente es importante para las lagartijas *Stenocercus stigmatus* (Figura 7.9 a) ya que en esta formación albergó el 70% de individuos de esta especie. La mayoría de los individuos fueron hallados bajo piedras o acumulaciones de piedras dispersas que brindan un microclima adecuado para defender su territorio, protegerse de depredadores, regular su temperatura corporal y desarrollar con eficacia procesos fisiológicos (Huey *et al.* 2009). Muchas especies de este género tienen tolerancia a cierto grado de intervención de su hábitat; sin embargo, como la mayoría de las especies de la región andina, que tienen poca tolerancia térmica, con limitada capacidad de aclimatación y dispersión reducida, las lagartijas de este género pueden sufrir declinaciones poblacionales debido al incremento de temperatura producidas por cambio climático (Huey *et al.* 2012).

La formación de bofedal presentó una baja diversidad y abundancia de individuos postmemórficos; sin embargo, es importante como sitio reproductivo de especies que atraviesan por una fase larval acuática. Los bofedales contribuyen a la formación y mantenimiento de pozas de agua donde se registró la mayor abundancia de renacuajos de la rana *Gastrotheca peruana* (Figura 7.10).

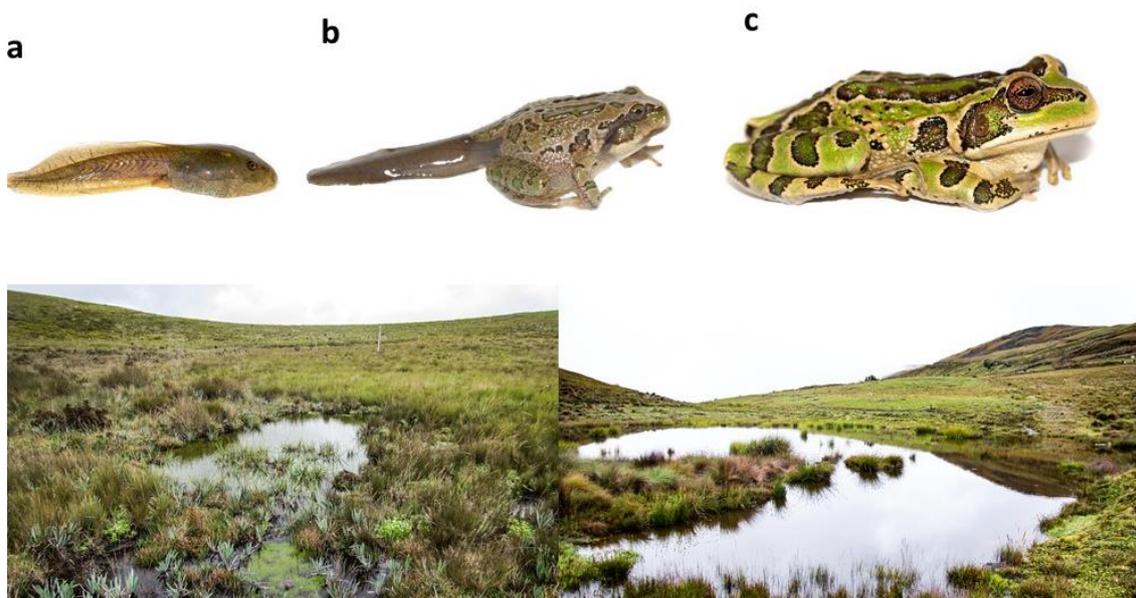


Figura 7.10. Fases de desarrollo de la especie *Gastrotheca peruana*
a. Renacuajo o larva, b. Morfo y c. Adulto ♀



La altitud y zonas de muestreo deben ser consideradas como fuentes de variabilidad para la abundancia y detectabilidad de las especies en los programas de monitoreo. Se registró que la zona I (microcuenca Chanche – Cotocuna) y zona IV (microcuenca Yanacochoa), obtuvieron los mayores valores de diversidad con 4 especies. Por el contrario, las zonas II, III y V (Microcuenca La Encañada), con 3 y 2 especies, presentaron menores valores de diversidad (Tabla 6.9, Figura 6.45). Cada una de las zonas presentó una composición de especies diferentes, lo que se evidencia en los índices de similaridad que presentan valores menores a 0,70 (Figura 6.46). El análisis de ordenamiento además muestra que la composición de especies puede responder a una distribución altitudinal, las zonas que se encuentran por encima de los 3700 m s. n. m. presentan una composición diferente de la zona V que se encuentra por debajo de los 3300 m de altitud.

Todas las especies registradas durante la evaluación son endémicas de Perú y 2 especies están consideradas en alguna categoría de amenaza. Entre los anfibios la rana *Pristimantis simonsii* (Figura 7.8 a) esta categorizada como Vulnerable por la UICN y como especie En Peligro (EN) según la legislación peruana (D.S. N.º 004-2014-MINAGRI), debido a que tiene un rango de distribución restringido y presenta una continua disminución de sus poblaciones, debido a la perturbación y pérdida de hábitat como resultado de la expansión de la agricultura y ejecución de proyectos mineros (IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2018a). En cuanto, a los reptiles, la lagartija *Petracola ventrimaculatus* (Figura 7.8 a) se encuentra en la categoría de Vulnerable (VU) según la legislación nacional, esta especie también tiene un rango de distribución pequeño que abarca los departamentos de Cajamarca, Amazonas, Piura, San Martín y Lambayeque (Kizirian *et al.*, 2008). Se recomienda continuar con los monitoreos de estas, así como de aquellas registradas por primera vez en el área de estudio.

7.2.2 Aves

La avifauna registrada está compuesta por 56 especies y 23 familias, cuya composición es característica de la sierra norte de Perú, donde las familias con mayor representatividad fueron Thraupidae (tangaras y semilleros), Tyrannidae (insectívoros o atrapamoscas), Furnariidae (canasteros) y Trochilidae (picaflores). Las especies, según Schulenberg *et al.*, (2010) concuerdan con las especies distribuidas en la sierra norte de Perú, y estas familias son las más predominantes reportadas para la Jalca (Stotz *et al.*, 1996; Sánchez 2006, Roncal y Barrantes 2013).

El número de especies de aves registradas en el área de estudio (56 especies) fue similar al reportado por Sánchez (2006), quien registró 50 especies de aves en un estudio realizado en la Jalca, en Cajamarca. Sin embargo, Roncal y Barrantes (2013) reportan 76 especies en la laguna San Nicolás y alrededores (Cajamarca).

Los estudios anteriores en el área de estudio reportan 75 especies en el año 2009, 49 especies en la evaluación del 2011, 41 especies en el 2015, y 51 especies en el 2018. Estos estudios presentaron una importante riqueza de especies, donde se puede apreciar 52 especies en común, un valor bastante alto que indica que la presente evaluación corresponde a un inventario confiable (Figura 7.11).



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

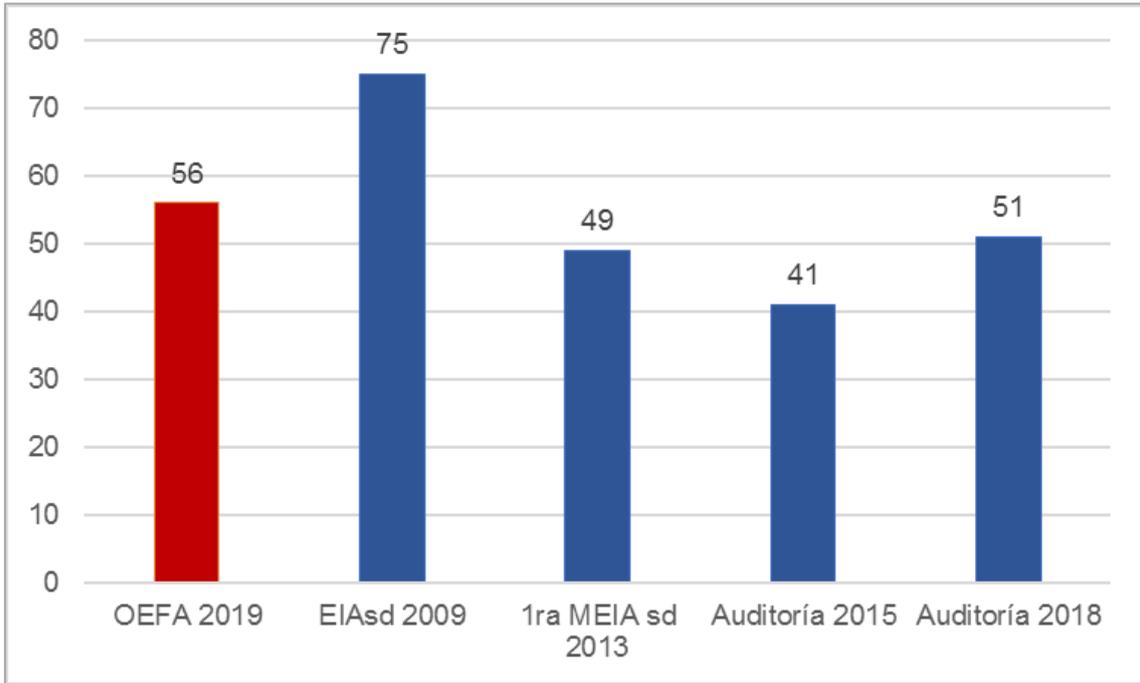


Figura 7.11. Riqueza de especies encontradas en el área de estudio. OEFA 2019 – Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA)

EIASd: Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del Proyecto de exploración minera Michiquillay, aprobado con Resolución Directoral N.º 057-2009-MEM/AAM, en marzo del 2009.

1ra MEIASd: Primera modificatoria del estudio de impacto ambiental semidetallado del proyecto de exploración Michiquillay, aprobado con Resolución Directoral N.º 182-2013-MEM/AAM.

Auditoría sobre el impacto ambiental de las labores realizadas por la empresa Anglo American Michiquillay en el Proyecto Michiquillay. (2015)

Auditoría de situación ambiental Proyecto minero de yacimientos cupríferos de Michiquillay. (2018)

La presente evaluación adiciona 4 especies no reportadas previamente en el área de estudio: un picaflor, el «Ala-Zafiro Grande» *Pterophanes cyanopterus*, la «Becasina de Jameson» *Gallinago jamesoni* (Figura 7.12 a), el «Pastorero Peruano» *Sturnella bellicosa* y el «Matorralero de Oreja Rufa» *Atlapetes rufigenis* (Figura 7.12 b). Esta última especie es endémica de Perú y se encuentra en la categoría de Casi Amenazada según la legislación nacional (D.S. N°004-2014-MINAGRI) e internacional (IUCN, 2019). Asimismo, estas especies se encuentran dentro de su distribución conocida (Schulenberg *et al.*, 2010).

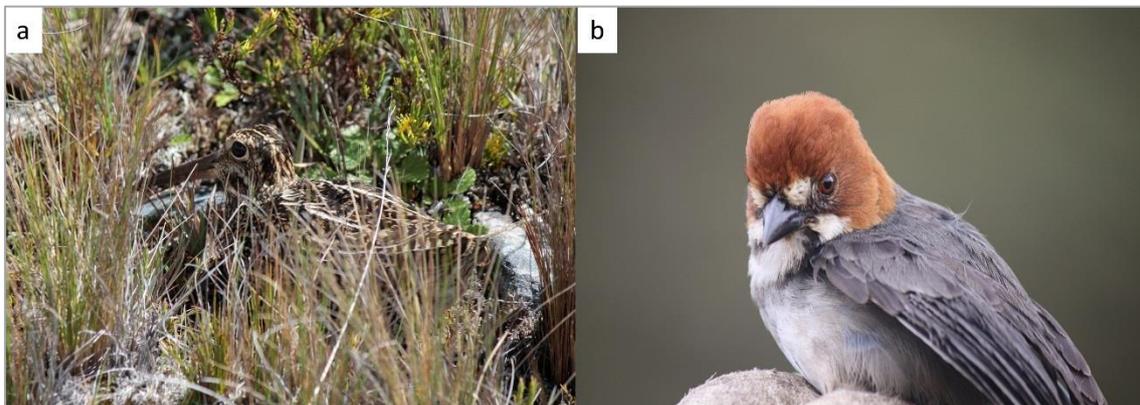


Figura 7.12. Especies registradas en el área de estudio y no reportadas en los IGA



a: «Becasina de Jameson» *Gallinago jamesoni*. b: «Matorralero de Oreja Rufa» *Atlapetes rufigenis*

Las especies registradas en el área de estudio fueron consideradas residentes; es decir, se reproducen dentro del territorio peruano, por lo que no se registró especies migratorias boreales ni australes (Schulenberg *et al.*, 2010). Sin embargo, se conoce que los patos de la familia Anatidae, realizan desplazamientos altitudinales dentro del territorio y utilizan las lagunas para reproducirse, siendo consideradas aves acuáticas según *Wetlands International* (2012).

De acuerdo a los números efectivos de especies o números de Hill, el matorral presenta el mayor número de especies abundantes y muy abundantes ($N_{Matorral}^1 = 29,1$ especies, $N_{Matorral}^2 = 22,3$ especies), seguido del roquedal ($N_{Roquedal}^1 = 17,5$ especies, $N_{Roquedal}^2 = 14,2$ especies), quienes también fueron las que presentaron las mayores riquezas de especies ($N_{Matorral}^0 = 41$ especies, $N_{Roquedal}^0 = 22$ especies).

El hábitat matorral, que presentó la mayor riqueza de especies con 41 especies, representa el 73,21 % de la riqueza total. En este hábitat se registraron 4 especies endémicas de Perú (*Metallura phoebe*, *Geocerthia serrana*, *Microspingus alticola* y *Atlapetes rufigenis*) (Schulenberg *et al.*, 2010), de las cuales, 2 se encuentran amenazadas. Asimismo, se registraron 7 especies de colibríes incluidos en el apéndice II de CITES (Figura 7.13 d-e). Este hábitat es importante para la avifauna endémica y amenazada.

El hábitat roquedal presentó el segundo mayor valor de riqueza de especies (23 especies (22 por medio de métodos cuantitativos y 1 por métodos cualitativos)), que representa el 41,07 % de la riqueza total (56 especies). En este hábitat se registró 1 especie endémica de Perú (*Metallura phoebe*) (Schulenberg *et al.*, 2010), y 3 especies de colibríes incluidas en el apéndice II de CITES (Figura 7.13 d-e).

Las 3 lagunas registraron 6 especies (5 por medio de métodos cuantitativos y 1 por métodos cualitativos)), de las cuales, 4 son especies acuáticas. En la Laguna Caballero se registraron 3 especies acuáticas, siendo la mayor riqueza registrada en las lagunas. Además, en Laguna Monte Redondo 1, se observó un registro reproductivo del «Pato Barcino» *Anas flavirostris*. Esto evidencia la importancia de las lagunas para la reproducción de las aves acuáticas que ha sido mencionado por la importancia para la reproducción de las aves en este hábitat por Franke (2011). Este ecosistema frágil fue el menos representativo en el área de estudio (Figura 7.13b).

Los bofedales evaluados en 4 zonas (zona I, zona II, zona III y zona IV) registraron 11 especies, que representan el 19,64 % de la riqueza total, encontrando 3 especies acuáticas (Figura 7.13) y 8 especies terrestres. El estudio más amplio respecto a la relación entre las especies y los hábitats que estas prefieren o frecuentan fue realizado por Stotz *et al.*, (1996), indicando que 15 especies de aves son típicas de bofedales. Asimismo, Gibbons *et al.*, (2016), establecieron asociaciones de las aves con su hábitat con énfasis en los bofedales de la zona altoandina del centro y sur del Perú, indicando que 19 especies tenían estrecha relación con los bofedales, ambos trabajos reportan un total de 27 especies asociadas a los bofedales (Franke, 2017), de las cuales, 4 especies fueron registradas en el área de estudio (*Gallinago andina*, *Vanellus resplendens* (Figura 7.13 a), *Asthenes humilis*, *Phrygilus unicolor*).

Los bofedales actúan como acumuladores locales, dado que mantienen aves asociadas a ríos y lagunas, prados húmedos y estepas de gramíneas (Telleria *et al.*, 2006). Esto se confirma en la evaluación encontrando especies como el «Pato Barcino» *Anas flavirostris* (Figura 7.13 b), el «Churrete de Ala Castaña» *Cinclodes albidiventris*, el «Canastero



Multilistado» *Asthenes flammulata*, entre otras, que son características de los hábitats mencionados anteriormente.



Figura 7.13. Especies registradas en los bofedales: a. «Avefría Andina» *Vanellus resplendens*, b. «Pato Barcino» *Anas flavirostris*; Especies Cites: c. «Estrella Andina» *Oreotrochilus estella*, d. «Colibrí de Cola Larga Negra» *Lesbia victoriae*, e. «Colibrí Negro» *Metallura phoebe*. f. «Caracara Cordillerano» *Phalcoboenus megalopterus*.

La «Becasina de la Puna» *Gallinago andina* y el «Avefría Andina» *Vanellus resplendens* son especies acuáticas cuyo hábitat preferido son los bofedales (Stolz *et al.*, 1996; Gibbons *et al.*, 2016). Esta información se confirma con la evaluación de campo, ya que, de los 5 hábitats evaluados, *Gallinago andina* fue registrada en el hábitat bofedal (6 individuos) y pajonal (2 individuos) y *Vanellus resplendens* registrada en bofedal (13 individuos), borde de laguna (12 individuos) y pajonal (4 individuos). De esta última especie se observó un



polluelo con sus padres, lo que evidencia la importancia de los bofedales para la reproducción de las aves acuáticas (Figura 7.13 a).

El hábitat pajonal es uno de los hábitats que caracteriza a la jalca peruana conformada mayormente por herbáceas. En este hábitat se registraron 15 especies que representaron el 26,78 % de la riqueza total y obtuvo el tercer mayor valor de riqueza de especies. Las especies registradas son típicas de la jalca del departamento de Cajamarca (Sánchez, 2006), teniendo especies terrestres al «Canastero Multilistado» *Asthenes flammulata* y la «Golondrina de Vientre Pardo» *Orochelidon murina* como las más abundantes. Además, se registró 3 especies consideradas acuáticas (*Vanellus resplendens*, *Gallinago andina*, *Gallinago jamesoni*) según *Wetlands International* (2012).

La riqueza de especies y abundancia de aves en las zonas estuvo influenciada por la presencia de los hábitats evaluados en cada uno de ellos. Los resultados muestran que las zonas que presentaron la mayor riqueza, abundancia y diversidad fueron la Zona IV y la Zona V. En la Zona IV se evaluaron 4 tipos de hábitat (bofedal, matorral, roquedal y pajonal), mientras que en la Zona V se evaluó solo matorral de gran tamaño. Estas zonas albergaron la mayor diversidad de hábitats y presentaron áreas con cobertura arbustiva y áreas rocosas. Por el contrario, las zonas que presentaron la menor riqueza de especies (Zona I, II y III) fueron las zonas que presentaron menor cobertura arbustiva.

Las especies registradas que se comparten en los hábitats y zonas son comunes de ecosistemas altoandinos en el norte de Perú, características de lagunas altoandinas, pajonal, bofedal, roquedal, áreas arbustivas y agroecosistemas (Schulenberg *et al.*, 2010). Las 2 especies consideradas amenazadas presentaron bajas abundancias durante el periodo de evaluación (febrero-marzo de 2019), tenemos a la «Monterita de Cola Simple» *Microspingus alticola* (Figura 7.14 a), registrada en el hábitat matorral, donde se reportó 1 individuo en la Zona IV. Esta especie también fue reportada en estudios anteriores. Esta especie se encuentra restringida a una pequeña región de los Andes del oeste, en el norte y centro de Perú, entre los 3100 y 4600 m s.n.m., en las regiones de Cajamarca, La Libertad, Ancash y Huánuco (Schulenberg *et al.*, 2010; SERFOR, 2018). Esta especie es endémica de Perú y amenazada en la categoría En Peligro (EN) según la legislación peruana y la IUCN a nivel internacional.

El «Matorralero de Oreja Rufa» *Atlapetes rufigenis* es una especie considerada Casi Amenazada (NT) según la legislación peruana (Decreto supremo N°004-2014-MINAGRI) y la IUCN (2019) (Figura 7.14 b). Se registraron 3 individuos mediante transectos lineales y 1 individuo capturado en las redes de niebla en la Zona V en el hábitat matorral. Esta especie no había sido reportada anteriormente en el área de estudio. *A. rufigenis* es una especie poco común en el matorral montano, bosque ripario y bosques de *Polylepis*, en el lado este y oeste de la parte superior del valle del río Marañón, encontrándose entre los 3200 y 4600 m s.n.m. (Schulenberg *et al.*, 2010).



Figura 7.14. Especies categorizadas y endémicas de Perú: a. «Monterita de Cola Simple» *Microspingus alticola*, En Peligro (EN); b. el «Matorralero de Oreja Rufa» *Atlapetes rufigenis* Casi Amenazada (NT).

En el área de estudio se registraron 10 especies CITES que son de gran importancia ecológica; de los cuales 7 corresponden a los picaflores (polinizadores), 3 a rapaces diurnas, que son carnívoros ubicados en lo alto de la cadena alimenticia (Figura 7.12 c-f). Los registros de estas especies en el área de estudio son de importancia por la riqueza que proporcionaron y por el equilibrio ecosistémico que generan.

7.2.3 Mamíferos

De acuerdo a los diferentes instrumentos de gestión ambiental realizados, en el área de estudio se registraron ocho especies de mamíferos, cinco de ellos considerado mamíferos grandes y tres de ellos mamíferos menores, con los resultados encontrados en la presente evaluación, la diversidad de mamíferos mayores se incrementó a nueve, debido a que cuatro especies son nuevos registros para el sitio evaluado, entre estas especies se encuentran el canyul (*Didelphis pernigra*), el puma (*Puma concolor*), la vizcacha (*Lagidium viscacia*) y el conejo silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*)





Figura 7.15. Especies de mamíferos silvestres registrados en el área de estudio. **A y B)** Zorrino (*Conepatus semistriatus*), registrado en las cámaras MICHI-6 y MICHI-12. **C y D)** Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) registrado por las cámaras MICHI-8 y MICHI-10. **E)** Vizcacha (*Lagidium viscacia*), registrado en la cámara trampa MICHI-12. **F)** Zorro andino (*Lycalopex culpaeux*) registrado en la cámara trampa MICHI-09.

En el año 2018, en la evaluación ambiental temprana realizada en el área de influencia del proyecto minero El Galeno, se registraron siete especies de mamíferos grandes, en dicho estudio se documentaron a todas las especies que presentamos en la presente evaluación más una ardilla identificada por los pobladores locales conocido como huayguash (*Scirus* sp.), (OEFA, 2018).

A unos 5 000 m al norte de nuestra área de evaluación, se realizó un estudio con cámaras trampa en dos épocas (húmeda y seca) y con un esfuerzo de muestreo de 2002 días/cámara en la época seca y 1264 días/cámara en la estación húmeda, este esfuerzo de muestreo les permitió registrar ocho especies de mamíferos entre ellos el majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*), tigrillo (*Leopardus pardalis*), zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), manco o tayra (*Eira barbara*), zorrino (*Conepatus chinga*), comadreja (*Mustela frenata*) y venado gris (*Odocoileus virginianus*) (Jiménez *et al.*, 2010).

Una de la especie con mayores números de registros fue el añás o zorrino (*Conepatus semistriatus*), esta especie se registró tanto en censos como en las cámaras trampa, en los censos se encontraron 12 evidencias con registros indirectos (rastros de alimentación). En las cámaras trampa se registraron 5 registros independientes. Esta especie de carnívoro hace uso de diferentes tipos de hábitats y diferentes altitudes; en Brasil, lo registraron desde el Cerrado y la Caatinga hasta las ecorregiones de tipo sabana y matorral a 500 m s.n.m (Noguiera, *et al.*, 1998). En el sur de México, Medellín *et al.* 1992 lo registro en una gran



selva tropical primaria, en Panamá, todas las observaciones de *C. semistriatus* ocurrieron en paisajes perturbados, como bordes de bosques y claros junto a tierras agrícolas y plantaciones de café rodeadas por pastos y fragmentos de bosque secundario (Araúz 2005 en: Esser 2012). Esta característica también fue observada en el presente estudio, la mayoría de los registros ocurrieron en bosque secundario como borde de matorrales, borde de carretera y pastizales.

Finalmente, reportamos al Cérvido conocido localmente como venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), que fue registrado tanto en los censos por transectos y en las cámaras trampa, durante los censos registramos 6 evidencias y en las cámaras trampa se obtuvieron 6 registros independientes. Esta especie se distribuye desde el sur de Canadá, Estados Unidos, por toda América Central, Venezuela, Colombia, Perú y el norte de Brasil (Flores-Arenillas, *et al.*, 2013). Esta especie de cérvido también fue reportado en los bosques nublados y páramos del Bosque de Protección Pagaibamba (Jiménez *et al.* 2010). El venado de cola blanca es considerado como una especie de gran plasticidad adaptativa, tolerante a las actividades humanas y se presenta en áreas altamente perturbadas como zonas agrícolas y ganaderas (Flores-Arenillas, *et. al.* 2013).

8. CONCLUSIONES

8.1 Flora

- El presente estudio permitió el registro de 351 especies agrupadas en 64 familias botánicas y 210 géneros, donde las familias más diversas fueron Asteraceae y Poaceae, y los géneros más diversos fueron *Calamagrostis* y *Baccharis*. El matorral fue la formación con mayor riqueza con 259 especies; seguida del pajonal con 139 especies.
- Las especies con mayor abundancia relativa en el área de estudio fueron *Plantago tubulosa* en el bofedal y *Calamagrostis tarmensis* en el pajonal, matorral y vegetación de roquedal.
- Las formaciones vegetales más diversas fueron el matorral y la vegetación de roquedal, con 2,45 y 2,06 nits/individuos respectivamente.
- El análisis de escalonamiento multidimensional no métrico (NMDS) y de similitud evidenciaron que las formaciones vegetales evaluadas están bien definidas, siendo las más relacionadas entre sí, el pajonal y la vegetación de roquedal.
- En la microcuenca Chanche (zona I) se registraron 154 especies; en la microcuenca La Encañada se registraron 106 especies en la zona II, 176 especies en la zona III y 147 en la zona V; y en la microcuenca Yanacocha (zona IV) se registraron 147 especies.
- De las 351 especies, 9 están en categoría de amenaza y casi amenaza (6 según D.S. N.º 043-2006 AG y 3 según la IUCN, 2019), 13 especies están dentro del Apéndice II del CITES, y 38 son endémicas al Perú.

8.2 Fauna

8.2.1 Anfibios y reptiles

- En las evaluaciones realizadas en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay, se registró un total de 7 especies de anfibios y reptiles, de las cuales 4 pertenecen a la clase Amphibia y 3 a la clase Reptilia.



- En cuanto a los anfibios, se registraron 4 especies del orden Anura, pertenecientes a 2 familias. La familia Craugastoridae fue la más diversa y abundante con 3 especies del género *Pristimantis* que agrupó el 85 % del total de individuos post-metamórficos. La familia Hemiphractidae, registró 1 especie con una abundancia menor que representa el 15 % del total.
- Respecto a los reptiles, se registraron 3 especies pertenecientes al orden Squamata, diferenciadas en 2 familias: Tropicuridae y Gymnophthalmidae. Destacaron las lagartijas de la familia Tropicuridae que fue la más abundante con 2 especies, *Stenocercus stigmosus* que se registró en zonas por encima de los 3700 m s. n. m. y *Stenocercus* sp. hallado en la zona V entre los 3300 y 3650 m s. n. m. La familia Gymnophthalmidae registró solo la especie *Petracola ventrimaculatus*, que fue abundante en las formaciones de matorral y roquedal.
- Las formaciones vegetales más diversas fueron el matorral y roquedal, con 6 especies de anfibios y reptiles, cada una de estas formaciones presentaron una composición particular, albergando especies únicas que no se registraron en las demás formaciones. El pajonal y bofedal presentaron menores valores de diversidad con 3 y 2 especies respectivamente; sin embargo, constituyen hábitats importantes para la conservación de anfibios y reptiles, debido a que el pajonal albergó la mayor abundancia de las especies *Pristimantis simonsii* y *Stenocercus stigmosus*. Igualmente, los bofedales son importantes para la reproducción de especies semiacuáticas, en esta formación se registró la mayor proporción de larvas de la especie *Gastrotheca peruana*.
- La diversidad y composición de especies de anfibios y reptiles estuvieron relacionadas a la distribución de las zonas de estudio, distribución que a su vez está influenciada por el gradiente altitudinal. Las zonas I, II, III y IV se encuentran en rangos altitudinales por encima de los 3700 m s. n. m. albergaron una composición de anfibios y reptiles diferentes a los hallados en la zona V ubicada entre los 3300 y 3600 m s.n.m.
- Se registraron 2 especies en categoría de amenaza según la legislación del estado peruano o listados internacionales. La rana *Pristimantis simonsii* categorizada como especie Vulnerable (VU) por la IUCN y En Peligro (EN) según la legislación nacional. Respecto a los reptiles, la lagartija *Petracola ventrimaculatus* se encuentra incluida como especie Vulnerable (VU) según la legislación nacional.
- Todas las especies registradas en el área de estudio son endémicas de Perú, además de las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza, es importante realizar el monitoreo de las especies que fueron registradas por primera vez en el área de estudio *Pristimantis* sp. 1, *Pristimantis* sp. 2 y *Stenocercus* sp., pues su distribución parece estar restringida a las zonas de evaluación I y V en las formaciones de matorral y roquedal.

8.2.2 Aves

- En el área de estudio, la avifauna registrada es típica de ecosistemas altoandinos. Se registraron 56 especies pertenecientes a 23 familias y 11 órdenes. Los órdenes que presentaron mayor número de especies fueron los Passeriformes (35 especies), Apodiformes (7 especies) y Charadriiformes (4 especies). Las familias con mayor número de especies fueron Thraupidae (10 especies), Trochilidae (7 especies) y Falconidae (3 especies).



- El matorral fue la formación vegetal con mayor riqueza, abundancia y diversidad de aves de todas las formaciones vegetales evaluadas. La zona V fue la zona con mayor riqueza, abundancia y diversidad de aves. Existen diferencias significativas en la composición de la avifauna entre formaciones vegetales y zonas de evaluación.
- Se registró 1 especie En Peligro y 1 especie Casi Amenazada según el D.S. N°. 004-2014-MINAGRI y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), y 11 especies incluidas en el Apéndice II de CITES.
- Se registraron 8 especies listadas a nivel de familia en el Apéndice II de la Convención de Especies Migratorias (CMS).
- Se registraron 4 especies endémicas para Perú, 3 especies endémicas al Área de Endemismos de Aves EBA 051 Altos Andes del Perú, y 10 especies endémicas al Bioma Andes Centrales (CAN).

8.2.3 Mamíferos

- Producto de las metodologías empleadas para documentar la diversidad de mamíferos en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay se lograron registrar nueve especies de mamíferos mayores, pertenecientes a cinco órdenes y ocho familias.
- Para los censos por transectos se realizó un esfuerzo total de muestreo de 14:17:00 horas-censo y una cobertura de 13220 m
- Por medio de censos por transectos se registraron 24 observaciones de los cuales 22 fueron indirectas y 2 fueron directas, pertenecientes a 5 familias, 5 géneros y 5 especies de mamíferos mayores. Las especies con mayor número de registros fueron el zorrino (*Conepatus semistriatus*) con 12 registros, seguido del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 6 registros y el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) con 4 registros.
- Las especies que presentaron los mayores valores en términos de índice de ocurrencia fueron el zorrino (*Conepatus semistriatus*) con 64 puntos, seguido del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 58 puntos y el mono Huayhuash (*Mustela frenata*) con 30 puntos.
- Las especies que presentaron los mayores valores en términos de índice de abundancia fueron, el zorrino (*Conepatus semistriatus*) con 49 puntos, el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 38 y el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) con 12 puntos.
- De acuerdo a la diversidad de especies por formación vegetal, los mayores registros ocurrieron en matorral con 4 especies (*Conepatus semistriatus*, *Lagidium viscacia*, *Lycalopex culpaeus* y *Odocoileus virginianus*) y el pajonal con 3 especies (*Conepatus semistriatus*, *Lycalopex culpaeus* y *Odocoileus virginianus*) con 7 individuos cada uno.
- De acuerdo al índice de similitud por tipo de habitat, el matorral y el pajonal presentaron la mayor similitud (95%), estas formaciones vegetales comparten 3 especies (*Conepatus semistriatus*, *Lycalopex culpaeus* y *Odocoileus virginianus*). El segundo grupo con mayor porcentaje de similitud es el bofedal con el pajonal con un índice de 92 %, estas formaciones vegetales comparten 2 especies (*Conepatus semistriatus* y *Odocoileus virginianus*).



- De acuerdo al índice de diversidad por microcuenca, La Encañada fue la más diversa con 1,235 nits/individuo; esta microcuenca abarcó 3 de las 5 zonas evaluadas y se evidenciaron 20 registros, perteneciente a 5 especies.
- De acuerdo al índice de similitud por microcuenca, encontramos que las microcuencas Yanacocha y La Encañada presentaron el 85 % de similitud; estas 2 microcuencas comparten 3 especies (*Conepatus semistriatus*, *Lycalopex culpaeus* y *Odocoileus virginianus*).
- Con la metodología de cámaras trampa se realizó un esfuerzo total de muestreo de 369 días-cámara, producto de este esfuerzo se obtuvieron 30 registros independientes de mamíferos pertenecientes a 3 ordenes, 7 familias, 7 géneros y 7 especies.
- En la formación vegetal matorral se registró la mayor riqueza con 19 registros independientes perteneciente a 7 especies, seguido del roquedal con 6 registros perteneciente a 4 especies y finalmente pajonal con 5 registros.
- De acuerdo al índice de diversidad por formación vegetal, el mayor valor se registró en el matorral con un valor de 1,735 nits/individuo, seguido del roquedal con un valor de 1,33 nits/individuo y el pajonal con un valor de 0,673 nits/individuo.
- De acuerdo al índice de similitud entre los hábitats evaluados, se observa que el matorral y el pajonal presentaron el mayor valor en términos de similitud (72%), estas formaciones vegetales comparten 2 especies (*Lycalopex culpaeus* y *Odocoileus virginianus*) y el elevado valor nos indica que estas especies pueden estar presentes en ambos tipos de formación vegetal.
- De acuerdo al índice de diversidad por microcuenca, el mayor valor se registró en la microcuenca Chanche con un valor de 1,405 nits/individuo, seguido de la microcuenca La Encañada con un valor de 1,28 nits/individuo y finalmente la microcuenca Yanacocha con un valor de 0,6365 nits/individuo.
- De acuerdo al índice de similitud entre las microcuencas, encontramos que la microcuenca Chanche y La Encañada presentaron el mayor valor en términos de similitud (69%), estas microcuencas comparten 3 especies (*Conepatus semistriatus*, *Lagidium viscacia* y *Lycalopex culpaeus*), el elevado valor nos indica que estas especies pueden estar presentes en ambas microcuencas.
- La curva de acumulación de especies registradas en las cámaras trampa representaron el 70 % del total de especies que habitan en la zona de evaluación.
- De acuerdo al D.S. N.º 004-2014-MINAGRI, una especie se encuentra en la categoría de Casi amenazado (NT) y se trata del puma (*Puma concolor*).
- En la lista de la IUCN, el oscollo (*Leopardus colocolo*) se encuentra comprendida en la categoría de Casi amenazado (NT)
- Finalmente, tres especies se encuentran comprendidas en los Apéndices II del CITES, el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), el oscollo (*Leopardus colocolo*) y el puma (*Puma concolor*).



9. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar la revisión taxonómica de las especies *Valeriana* sp. y *Pristimantis* sp., que podrían constituir especies nuevas para la ciencia.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AmphibiaWeb. (2018). AmphibiaWeb, University of California, Berkeley, CA, USA. [07 de octubre de 2019]. Recuperado de: <https://amphibiaweb.org>
- Anderson MJ, RN Gorley, KR Clarke. (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods. Plymouth, United Kingdom. PRIMER-E. 214 p.
- Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha, and E. La Marca (Eds). (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C.
- Bazan-Zurita, H., I. Sánchez-V., M. Cabanillas S. & A. Miranda-L. (eds.) (1998). La jalca de oro: Biodiversidad, medio ambiente y minería en la Sierra de Cajamarca-Perú. Minera Yanacocha, Cajamarca.
- Bibby, C. J., Burgess, N.D., Hill, D.A., and Mustoe, S.H. (2000). Bird Census Techniques, 2nd ed. Academic Press, London.
- Bibby C., Jones, M., Marsden, S. (1998). Expedition Field Techniques; bird surveys, expedition advisory centre, London.
- Brako L, Zarucchi J. L. (1993). Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. *Monographs in Systematic Botany from Missouri Botanical Garden*, Vol 45. p 579-590.
- Boddicker, M.; Rodriguez, J. J. y J. Amanzo. (2002). Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. *Environmental Monitoring and Assessment* 76: 105 - 123.
- Cano, A., Mendoza, W., Castillo, S., Morales, M. La Torre, M.I., Aponte, H., Delgado, A., Valencia N. y Vega, N. (2010). Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en la Cordillera Blanca, Ancash, Perú. *Rev per biol.* 17(1): 095 – 0103.
- Cano, A., Delgado, A., Mendoza. W., Trinidad, H., Gonzáles, P., La Torre, M.I., Chanco, M., Aponte, H., Roque, J., Valencia, N. y Navarro, E. (2011). Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en los alrededores del abra Apacheta, Ayacucho - Huancavelica (Perú). *Rev. peru. biol.* 18(2): 169 - 178
- Cerrate, E. (1969). Manera de preparar Plantas para el Herbario. Museo de Historia Natural, Serie de Divulgación, N°1. 10 pp.
- Chao A, Chiu CH, Jost L. (2014). Unifying species diversity, phylogenetic diversity, functional diversity, and related similarity and differentiation measures through Hill numbers. *Ann Rev Ecol Evol Syst* 45:297–324. doi:10.1146/annurev-ecolsys-120213-091540.



- Clarke, K. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*. 18:117-143
- Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres - CITES. (2017). Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III. Recuperado en: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/> (Acceso 6 de junio 2018).
- Convención de especies migratorias - CMS. (2015). Appendices I and II. [Internet] [citado 2019 Oct 18]. Disponible en: http://www.cms.int/pdf/en/CMS_Species_6lng.pdf.
- Consejo nacional del ambiente (CONAM). (2001). Perú: Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica. Lima, Perú.
- Crump, M.L. & N.J. Scott. (1994). Visual Encounter Surveys. En: W.M. Heyer, A. Donnelly, R.A. McDiarmid, L.C. Hayec & M.C. Foster (eds). *Measuring and Monitoring Biological*
- Cuadras, M. (2014). *Nuevos Métodos de Análisis Multivariante*. Barcelona: CMC Editions.
- Díaz–Frances, E. & Soberón, J., (2005). Estatistical estimation and model selection of species–acumulation functions. *Conservation Biology*, Vol 19, 569–573 pp.
- Dodd, C.K.J. (2010) *Amphibian Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*, Oxford University Press. C. Kenneth Dodd Jr., Oxford
- Duellman, W.E., & L. Trueb. (1986). *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill, New York, 670 pp
- Duellman, W. E., and E. Lehr. 2009. *Terrestrial-breeding frogs (Strabomantidae) in Peru*. Münster, Germany: Nature und Tier Verlag.
- Earle, L. R., Warner, B. G., & Aravena, R., (2003): *Rapid development of an unusual peat-accumulating ecosystem in the Chilean Altiplano*. *Quaternary Research*, 59: 2–11 pp.
- Eisenberg, J. F. y Redford, K. H. (1999). *Mammals of the neotropics: Volume 3. The University of Chicaco Press, USA. Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil*. 609 pp.
- Esser, H J. Liefting Y, Kays R. And. Jansen P.A. (2012). A record of Striped Hog-nosed Skunk *Conepatus semistriatus* in central Panama, between two known sub-ranges. *Small Carnivore Conservation*, Vol. 47: 62–64, December 2012.
- Emmons, L. H. y F. Feer. 1996. *Neotropical rainforest mammals, a field guide*. 2da ed. The University of Chicago Press.
- Ferreyra, R. (1946). A revision of the Peruvian species of *Monnina* (Polygalaceae). *J. Arnold Arbor*. 27(2): 123-167.
- Flores-Armillas, V.H. Botello F. Sánchez-Cordero V. García-Barrios R. Jaramillo F. Gallina-Tessaro S. (2013). Caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en los bosques templados del Corredor Biológico



Chichinautzin y modelación de su hábitat potencial en Eje Transvolcánico Mexicano THERYA, agosto, 2013 Vol.4(2):377-393 DOI: 10.12933/therya-13-118.

- Franke I. (2011). Importancia de las Lagunas Pequeñas para la Avifauna de la Zona Altoandina. Recuperado en <http://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2011/11/importancia-de-los-humedales-pequenos.html>.
- Franke I. (2017). Las aves de los bofedales altoandinos peruanos. Recuperado <http://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2017/04/las-aves-de-los-bofedales-altoandinos.html?q=bofedales>.
- Frost, Darrel R. (2019). Amphibian Species of the World: An Online Reference. Vers. 6.0. American Museum of Natural History, New York, USA [7 de agosto 2019]. Recuperado de: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- Gentry, A. H. (1993). Overview of Peruvian Flora. In Brako, L. & J. Zarucchi, Catalogue of Flowering Plants and Gymnosperms. Missouri Botanical Garden, Monographs in Systematic Botany 45: 29-39.
- Gibbons, R. E., Zi Jia & Isabel Villalba Valdivia. (2016). Hábitat use and seasonality of birds in the Peruvian puna with an emphasis on peatlands (bofedales). Boletín de la Unión de Ornitólogos del Perú (UNOP), 11 (2): 42-62.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & P. D. Ryan, (2005). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontologia Electronica 4(1): 9pp.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H. & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). Methods Ecol. Evol. doi:10.1111/2041-210X.12613.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54:427–432.
- Huey, R., C. Deutsch, J. Tewksbury, L. Vitt, P. Hertz, H. Álvarez y T. Garland. 2009. Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. Proceedings of the Royal Society - Biological Sciences. doi: 10.1098/rspb.2008.1957
- Huey, R.B., Kearney, M.R., Krockenberger, A., Holtum, J.A., Jess, M., Williams, S.E., 2012. Predicting organismal vulnerability to climate warming: roles of behaviour, physiology and adaptation. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B: Biol. Sci. 367, 1665–1679. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0005>
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019.1. <http://www.iucnredlist.org>
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2018a. *Pristimantis simonsii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T57227A89212498. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T57227A89212498.en>



- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2018b. *Gastrotheca peruana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T55352A61397218. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T55352A61397218.en>
- Jiménez–Valverde, A. & Hortal, J., (2003). *Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos*. Revista Ibérica de Aracnología, 8: 151–161 pp.
- Jiménez., C., Quintana, H., Pacheco, V., Melton, D., Torrealva, J., and Tello, G. (2010). Camera trap survey of medium and large mammals in a montane rainforest of northern Peru. Rev. Peru. biol. 17(2): 191 – 196, Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.
- Jost, L. (2007). *Partitioning diversity into independent alpha and beta components*. Ecology 88:2427–2439.
- Jost, L., A. Chao, and R. L. Chazdon. (2011). *Compositional similarity and b (beta) diversity*. Pp. 66–84 in A. E. Magurran and B. J. McGill, eds. Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. Oxford Univ. Press, Oxford, U.K.
- Krebs, C. J. (1989). Ecological methodology. Harper Collins Publ. 654 pp.
- Kizirian, D., Bayefsky-Anand, S., Eriksson, A., Le, M., Donnelly, M.A., 2008. *A new Petracola and re-description of P. ventrimaculatus (Squamata: Gymnophthalmidae)*. Zootaxa 1700,53 - 62
- Lande, R. (1996). *Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities*. Oikos, Vol: 76: 5-13 pp.
- León B., J. Roque, C. Ulloa-Ulloa, N. Pitman, P.M. Jorgensen y A. Cano. (2006). El libro rojo de las especies endémicas del Perú. Revista Peruana de Biología. Número especial (13)2. 971 pp.
- Luteyn, J. L. (1992): *Páramos: why study them?* In Balslev, H., and Luteyn, J. L. (eds.), *Páramo: An Andean Ecosystem under Human Influence*. London: Academic Press, 1–14 pp.
- Macbride, J. F. (1936-1954). Flora del Perú. Chicago: Publ. Field Museum Natural History. Bot. Ser.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- Medellín, R., Cancino, G., Clemente, A., Guerrero, R. 1992. Noteworthy records of three mammals from México. Southwestern Naturalist 37(4):427-430.
- Ministerio de Agricultura - MINAG. (2006). Categorización de Especies de Flora Silvestre Amenazada El Peruano, Normas Legales, DS 043-2006-AG. 92p.
- Ministerio del Ambiente – MINAM. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación.
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI. (2014). Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI. El Peruano. Pp: 520497-520504.



- Molau U. (1990). The genus *Bartsia* (Scrophulariaceae-Rhinanthoideae). *Opera Bot.* 102, p 1-99.
- Molina, C. (2003). Ecología de *Mannophryne herminae* (Boettger 1893) (Anura: Dendrobatidae) en la Cordillera de la Costa, Venezuela. Tesis doctoral, Postgrado de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 204 páginas.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la Biodiversidad. 1era Edición. Manuales y Tesis. Editado por CYTED (Programa Iberoamericano de ciencia y Tecnología para el Desarrollo). Volumen 1: 83 pp.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz- Bolivia, Ed. El País. 87 pp.
- Nogueira F. Nogueira R. Sampaio V. S. B. E Cássia R. P. (1998). Composição florística em trechos de vegetação de caatinga e brejo de altitude na região do Vale do Pajeú, Pernambuco. *Revta brasil. Bot.*, São Paulo, V.21, n.1, p.7-15, abr. 1998.
- Odum, E. (1972). Ecología. Editorial Interamericana. México. 639 pp.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA (2018). INFORMEN°322-2018-OEFA/DEAM-STEC. Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto de exploración minera El Galeno de Lumina Copper S.A.C, durante el 2017 y 2018.
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, and H. Wagner. (2017). *vegan*: Community ecology package. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Pacheco, V., R. Cadenillas, E. Salas, C. Tello y H. Zeballos. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 16(1): 5-32.
- Peres, C. (1999). General guidelines for standarizing line transect surveys of tropical primates. *Neotropical Primates* 7: 11 – 16.
- Plenge M. (2019). Lista de las Aves de Perú. Lima, Perú. [Internet]. [citado 2019 octubre 15]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>
- Pino, G. & Cieza, N. (2009) *The Crassulaceae of Cajamarca, Perú*. *Haseltonia* 15: 3-26 pp.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL
- Redford K.H., J.F. Eisenberg. (1999). *Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics*, Volumen 3. Ecuador, Perú, Bolivia, Brazil. The University of Chicago Press, Chicago.
- Remsen J, Cadena D, Jaramillo A, Nores M, Pacheco J, Pérez J, et al. (2019). *A classification of the bird species of South America*. *American Ornithologists' Union*



[Internet] [citado 2019 octubre 15] Disponible en:
<http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Roncal, B. M & Barrantes, V. M (2013). Laguna San Nicolás, Namora, Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. Impreso en Martínez Compañón Editores S.R.L.
- Rolando JL, Turin C, Ramírez DA, Mares V, Monerris J, Quiroz R (2017): Key ecosystem services and ecological intensification of agriculture in the tropical high-Andean Puna as affected by land-use and climate changes. *Agric Ecosyst Environ* 2017, 236:221-233.
- Rodriguez, J. R. y J. Amanzo. (2001). Medium and large mammals of the southern Vilcabamba region, Peru. En: *Biological and Social Assessments of the Cordillera de Vilcabamba, Peru*. L. E. Alonzo, T. S. Schulenberg y F. Dollmeier (eds), pp. 117 – 126. Rapid Assessment Program 12. Smithsonian Institution, Monitoring and Assessment of Biodiversity Program.
- Rundel, P. W., Smith, A. P., & Meinzer, F. C. (1994): *Tropical Alpine Environments: Plant Form and Function*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 375 pp.
- Sagástegui, A. & Leiva, S. (1993). Flora invasora de los cultivos del Perú. Trujillo, Editorial Libertad EIRL. 539 p.
- Samain, M-S., Mathieu, G., Pino, G., Symmank, L., Cieza, N., Neinhuis, C., Goetghebeur, P. & Wanke, S. (2011). *The geophytic Peperomia subgenus Tildenia (Piperaceae) in the Andes with the description of new species in a phylogenetic framework*. *Plant Ecology and Evolution* 144 (2): 1–29 pp.
- Sánchez, I. & M. O. Dillon. (2006). Jalcas. En: *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Editores: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Pág. 77-90.
- Schulenberg T.S., Stotz, D.F., Lane D.F., O'Neill J. P. & Parker III, T. A. (2010). Aves de Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Centro de Ornitología y Biodiversidad-CORBIDI. Lima, Perú.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. (2018). Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú. Primera edición. SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre), Lima. Perú, pp. 1- 532 páginas.
- Smith A., Young T. (1987). *Tropical Alpine Plant Ecology*. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 137–158.
- Smith, A.; Pryer, R.; Kathleen M.; Schuettpelz, E.; et al. (2006). A classification for extant ferns. *Taxon*. Vol. 55, nº 3, 705-731 pp.
- Smith, A. P., & Young, T. (1994): *Tropical alpine plant ecology*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 137–158.



- Soberón, J. & J. Llorente (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488.
- Squeo, F. A., Warner, B. G., Aravena, R., & Espinoza, D., (2006). *Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes*. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79: 245–255 pp.
- Stattersfield, A.; Crosby, M; Long, A. y D. Wege. (1998). *Endemic Bird Area of the World: Priorities for Biodiversity Conservation*. BirdLife Conservation Series N. 7. Cambridge U.K: BirdLife International.
- Stotz, D.F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T.A. & Moskovits, D. K. (1996). *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago, EE.UU. Chicago University Press.
- Telleria, J. L., J. L. Venero & T. Santos. (2006). Conserving birdlife of Peruvian highland bogs: effects of patch-size and hábitat quality on species richness and bird numbers. *Ardeola* 53:271-283.
- Tovar, O. (1993). Las Gramíneas (Poaceas) del Perú. *Ruizia* 13: 1-481 pp.
- Tobler, M. (2013). Camera Base Version 1.6, User guide. Available on line at <http://www.atriumbiodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBaseDoc1.6.pdf>
- Troll, C. (1968). *The cordilleras of the tropical Americas: aspects of climatic, phytogeographical and agrarian ecology*. In Troll, C. (ed.), *Geocology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas*. Bonn: Colloquium Geographica, 9: 15–56.
- Uetz, P., Freed, P. & Jirí Hošek (eds.). (2019). *The Reptile Database* [7 de febrero del 2018]. Recuperado de: <http://www.reptile-database.org>.
- Valqui, T. (2005). Perú, edén natural de aves. Graph & Consult, Lima. Pp. 200.
- Venegas, Pablo J.; Lourdes Y. Echevarría & Silvana C. Alvarez 2014. *A new species of spiny-tailed iguanid lizard (Iguania: Stenocercus) from northwestern Peru*. *Zootaxa* 3753 (1): 047–058
- Walter, H., (1985). *Vegetation of the Earth, and Ecological Systems of the Geo-biosphere*. 5th edition. New York: Springer-Verlag, 318 pp.
- Weberbauer, A. (1945). *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos*. Estudio Fitogeográfico. Lima, Edit. Lumen. Ministerio de Agricultura. 776 pp.
- Wetlands International (2012). *Waterbird Population Estimates, Fifth Edition. Summary Report*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands. Recuperado en <http://wpe.wetlands.org/bundles/voidwalkerswpe/images/wpe5.pdf>
- Whittaker R.H. (1965). Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147: 250–260.
- Whittaker, R. (1975). *Communities and Ecosystems*. Macmillan Publishing Co., Inc, New York. 385 pp.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad”

- Wilcox, B. P., Wood, M. K., Tromble, J. T., and Ward, T. J., (1986): Grassland communities and soils on a high elevation grassland of central Peru. *Phytologia*, 61: 231–250.
- Young, K. R., B. León & A. Cano. (1997). *Peruvian Puna*. In S. D. Davis, V. H. Heyewood, O. Herrera-Macbride, J. VillaLobos and A. C. Hamilton (Eds.), *Centres of Plant Diversity. A Guide and Strategy for their Conservation*. Vol. 3, The Americas. The World Wide Fund and IUCN - The World Conservation Union. 470-476 pp.

11. ANEXOS

Anexo A: Reporte de campo N.º RC_014-2019-STEC

Anexo B: Reporte de resultado N.º RR_033-2019-STEC

Atentamente.

[LFAJARDO]

[LANCCO]

[JALVAREZT]

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

[DRAMOS]



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 05645524"



05645524