

## CAPITULO XII

<b>12. INVENTARIO FORESTAL</b> .....	2
12.1. Ficha Técnica .....	2
12.2. Introducción .....	3
12.3. Objetivos .....	4
12.4. Descripción del área de estudio .....	5
12.5. Cobertura y uso del suelo .....	5
12.6. Facilidades del proyecto .....	10
12.7. Tipos de ecosistemas o formaciones vegetales .....	13
12.8. Metodología .....	15
12.9. Resultados del Inventario Forestal .....	24
12.9.1.1. PMF-1 .....	24
12.9.1.2. PMF-2 .....	28
12.9.1.3. PMF-3 .....	31
12.9.1.4. PMF-4 .....	35
12.9.2. Parámetros ecológicos .....	39
<b>12.9.3. Cuadro Resumen del Inventario Forestal</b> .....	42
12.10. Valoración económica .....	42
12.10.1. Introducción .....	42
12.10.2. Objetivos .....	43
12.10.3. Metodología .....	44
12.10.4. Valoración de los Servicios Ambientales .....	45
12.10.4.1. Regulación de gases (Producción de oxígeno y Captura de Carbono) .....	45
12.10.4.2. Belleza Escénica como Servicio Ambiental de los Bosques .....	46
12.10.5. Valoración de Bienes Ambientales .....	47
12.10.5.1. Valoración Agua .....	47
12.10.5.2. Productos maderables y no maderables del bosque .....	47
12.10.5.3. Productos medicinales derivados de la biodiversidad .....	48
12.10.5.4. Artesanías .....	48
12.10.5.5. Plantas ornamentales .....	48
12.10.6. RESULTADOS .....	49
12.10.6.1. Fijación de Carbono .....	49
12.10.6.2. Belleza Escénica .....	49
12.10.6.3. Agua .....	50
12.10.6.4. Aprovechamiento de productos maderables y no maderables .....	51
12.10.6.5. Productos Medicinales Derivados de la Biodiversidad .....	51
12.10.6.6. Plantas Ornamentales .....	52

12.10.6.7.	Artesanías .....	52
12.10.6.8.	Aportes totales por bienes y servicios ambientales.....	52
12.11.	Conclusiones.....	53

### Índice de Tablas

<b>Tabla N° 12. 1</b>	Ficha técnica del proyecto .....	2
<b>Tabla N° 12. 1</b>	Porcentaje de cobertura vegetal del área del proyecto .....	6
<b>Tabla N° 12. 2</b>	Fotografías de las áreas intervenidas en las concesiones mineras.....	11
<b>Tabla N° 12. 3</b>	Tipos de ecosistema y su área .....	14
<b>Tabla N° 12. 4</b>	Puntos de muestreo del inventario forestal .....	16
<b>Tabla N° 12. 5</b>	Esfuerzo de muestreo.....	16
<b>Tabla N° 12. 6</b>	Materiales y equipos utilizados.....	17
<b>Tabla N° 12. 7</b>	Parámetros ecológicos empleados para el análisis de la diversidad .....	21
<b>Tabla N° 12. 8</b>	Categorías asignadas a las plantas endémicas por la UICN. ....	23
<b>Tabla N° 12. 10</b>	Área Basal, Índice de valor importancia y Volumen Total de madera de punto PMF-1.....	27
<b>Tabla N° 12. 10</b>	Área Basal, Índice de valor importancia y Volumen Total de madera de punto PMF-2.....	30
<b>Tabla N° 12. 11</b>	Área Basal. Índice de valor importancia y Volumen Total de madera de punto PMF-3.....	33
<b>Tabla N° 12. 12</b>	Área Basal. Índice de valor importancia y Volumen Total de madera de punto PMF-4.....	37
<b>Tabla N° 12. 14</b>	Estado de Conservación Proyecto minero Cristinas .....	40
<b>Tabla N° 12. 15</b>	Especies de flora con usos locales en el área de estudio.....	41
<b>Tabla N° 12. 16</b>	<b>Resumen del inventario forestal</b> .....	42
<b>Tabla N° 12. 17</b>	Matriz de viabilidad para ejecutar la valoración económica de las áreas de implementación del proyecto.....	44
<b>Tabla N° 12. 18</b>	Aportes por la Fijación de Carbono (\$/año).....	49
<b>Tabla N° 12. 19</b>	Aportes por Belleza Escénica.....	50
<b>Tabla N° 12. 20</b>	Aportes por el aprovechamiento del agua como insumo (\$/año).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla N° 12. 21</b>	Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables.....	51
<b>Tabla N° 12. 22</b>	Especies de uso medicinal .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla N° 12. 21</b>	Aportes totales por Servicios y Bienes Ambientales de la Biodiversidad.....	52

### Índice de Mapas

<b>Mapa N° 12. 1</b>	Mapa Base del Proyecto .....	5
<b>Mapa N° 12. 2</b>	Cobertura vegetal y uso de la tierra.....	7
<b>Mapa N° 12. 3</b>	Ubicación de transectos.....	10
<b>Mapa N° 12. 3</b>	Ecosistemas.....	15

## 12. INVENTARIO FORESTAL

### 12.1. Ficha Técnica

Tabla N° 12. 1 Ficha técnica del proyecto

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251).			
<b>CÓDIGO DEL PROYECTO SUIA</b>	MAE-RA-2018-376300			
<b>CONCESIONES MINERAS</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>	<b>Superficie Total (ha)</b>	<b>Superficie Operativa con Registro Ambiental (ha)</b>
	ARZA	501416	297,00	297,00
	CRISTINAS	50001251	150,00	150,00
<b>FASE MINERA</b>	EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA			
<b>RECURSOS A EXPLORAR</b>	Minerales Metálicos			
<b>UBICACIÓN POLÍTICA Y ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO</b>	<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Parroquia</b>	
	Zamora Chinchiipe	Nangaritza	Zurmi	
			Tundayme	
<b>INTERSECCIÓN CON ÁREAS PROTEGIDAS, BOSQUE PROTECTOR, PATRIMONIO FORESTAL DEL ESTADO:</b>	El proyecto no interseca con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques y Vegetación Protectora ni con el Patrimonio Forestal del Estado.			
<b>SUPERFICIE DEL ÁREA A INTERVENIR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 26,82 ha corresponde a bosque natural</li> <li>• 4,33 ha corresponde a área arbustiva (rastroy)</li> <li>• 9,45 ha corresponde a áreas agropecuarias</li> <li>• Total, de Área de interés minero= 406000 m<sup>2</sup>; 40,60 ha</li> </ul>			

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

## 12.2. Introducción

El Estado Ecuatoriano, a través del Ministerio de Minas (Subsecretaría Regional de Minas Sur Zona 7), ha otorgado al Sr. Arévalo Álvarez Ramiro Roberto los títulos mineros de las concesiones Arza, código 501416, que abarca 297 hectáreas, y Cristinas, código 50001251, que comprende 150 hectáreas. Estas concesiones se ubican a 20 minutos del GAD parroquial de Zurmi, en el Cantón Nangaritza, Provincia de Zamora Chinchipe. Ambas concesiones suman una superficie de 447 hectáreas mineras contiguas y se destinarán a actividades de exploración y explotación de yacimientos de minerales no metálicos.

Mediante memorando No. MAAE-DRA-2021-1021-M de 17 de agosto de 2021 la Dirección de Regularización Ambiental remitió a la Dirección de Bosques el "ESTUDIO DE IMPACTO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EXPOST PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MATERIALES NO METÁLICOS BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251)", ubicado en la parroquia Zurmi, cantón Nangaritza, provincia de Zamora Chinchipe para la revisión y pronunciamiento del Inventario Forestal.

Mediante memorando No. MAAE-DB-2021-3700-M de 11 de septiembre de 2021 y sobre la base del Informe Técnico Nro. MAAE-DB-2021-ILOL-022 de 06 de septiembre de 2021 la Dirección de Bosques indicó a la Dirección de Regularización Ambiental que la información ingresada por el señor Ramiro Arévalo, referente al ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251), no contiene todos los capítulos que conforman el mismo para su aprobación.

Mediante el Memorando Nro. MAATE-DB-2023-3719-M, de 27 de noviembre de 2023, sobre la base del Informe técnico Nro. MAATE-DB-2023-ILOL-048, de 24 de noviembre de 2023. La Dirección de Bosques, emite su pronunciamiento acerca del Inventario Forestal del " ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251), en el cual RATIFICA las observaciones realizadas, considerando que es necesario que, el operador determine el área que cubre el polígono de interés del yacimiento y de cumplimiento a lo establecido en los Acuerdos Ministeriales 076 y 134 referentes a la inclusión del capítulo del inventario forestal y valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos dentro del EsIA en referencia por remoción de cobertura vegetal nativo.

El inventario forestal relacionado con este proyecto está vinculado al Certificado de Intersección (Ver Anexo 5), actualizado el 26 de octubre de 2018 para las concesiones mineras. Este certificado indica que las concesiones mineras Arza y Cristinas NO intersecan con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), el Patrimonio Forestal del Estado (PFE) ni los Bosques y Vegetación Protectora (BVP).

Como parte del proyecto "ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251)", se ha desarrollado el presente Capítulo de Inventario Forestal, siguiendo las directrices del Ministerio del Ambiente (MAATE), según el Acuerdo Ministerial 076 (RO No. 766 de 14 de agosto de 2012).

Además, el Acuerdo Ministerial 134 del Ministerio del Ambiente (RO No. 812 de 18 de octubre de 2012) modifica el Acuerdo Ministerial 076, requiriendo el uso de la "Metodología para valorar económicamente los bienes y servicios ecosistémicos de los bosques y vegetación nativa en los casos a ser removidos", con el fin de calcular el aporte económico de los bosques intervenidos.

Es esencial definir el concepto de cobertura vegetal nativa sobre la cual se realizará dicha valorización económica. El Decreto Ejecutivo 3516 del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, emitido el 31 de marzo de 2003, define en su artículo 263 el glosario de términos del régimen forestal, estableciendo como Bosque Nativo al "ecosistema arbóreo, primario o secundario regenerado por sucesión natural, que se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos".

El Inventario Forestal es una herramienta fundamental para la planificación del manejo sostenible de los recursos forestales, permitiendo conocer las especies arbóreas del bosque a intervenir, la distribución diamétrica por especies, los volúmenes por especies, así como los aspectos topográficos e hídricos necesarios para planificar un aprovechamiento mejorado.

Dado que las concesiones mineras Arza y Cristinas NO intersecan con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), el Patrimonio Forestal del Estado (PFE) ni los Bosques y Vegetación Protectora (BVP), se presenta el mapa de cobertura vegetal en las áreas de implantación del proyecto.

### **12.3. Objetivos**

#### **12.3.1. Objetivo General**

Evaluar el estado actual y calcular el volumen de la cobertura forestal en la zona de las concesiones mineras Arza y Cristinas.

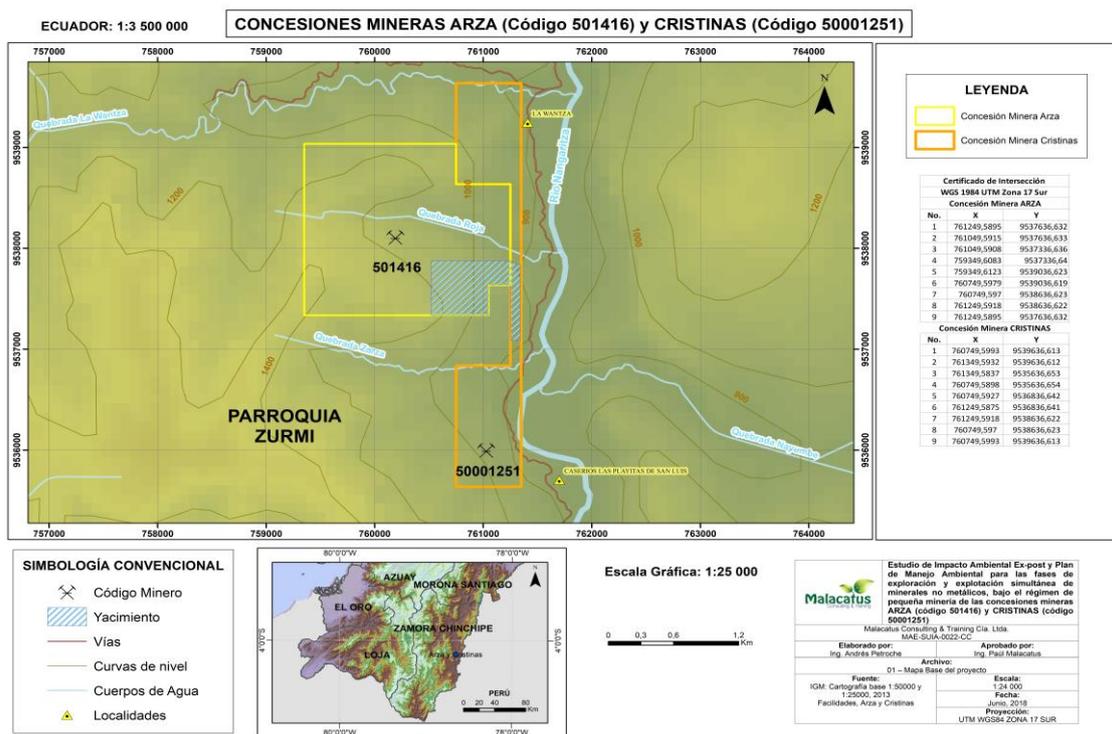
### 12.3.2. Objetivo Específico

- Inventariar los recursos forestales existentes en el área de las concesiones mineras Arza y Cristinas para la ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251).
- Valorar económicamente los bienes y servicios ambientales inventariados en el área del proyecto

### 12.4. Descripción del área de estudio

El Proyecto Minero ARZA (CÓDIGO 501416) y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251), destinado a la exploración y explotación simultánea de minerales no metálicos, está ubicado geográficamente en la parroquia Zurmi, Cantón Nangaritza, dentro de la provincia de Zamora Chinchipe. El acceso al proyecto se lleva a cabo desde Yantzaza.

A continuación, se muestra el mapa de ubicación de las concesiones mineras:



Mapa N° 12.1 Mapa Base del Proyecto

### 12.5. Cobertura y uso del suelo

La cobertura vegetal de la zona de estudio según el mapa de cobertura y uso de la tierra del MAATE año 2022 se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla N° 12. 2** Porcentaje de cobertura vegetal del área del proyecto

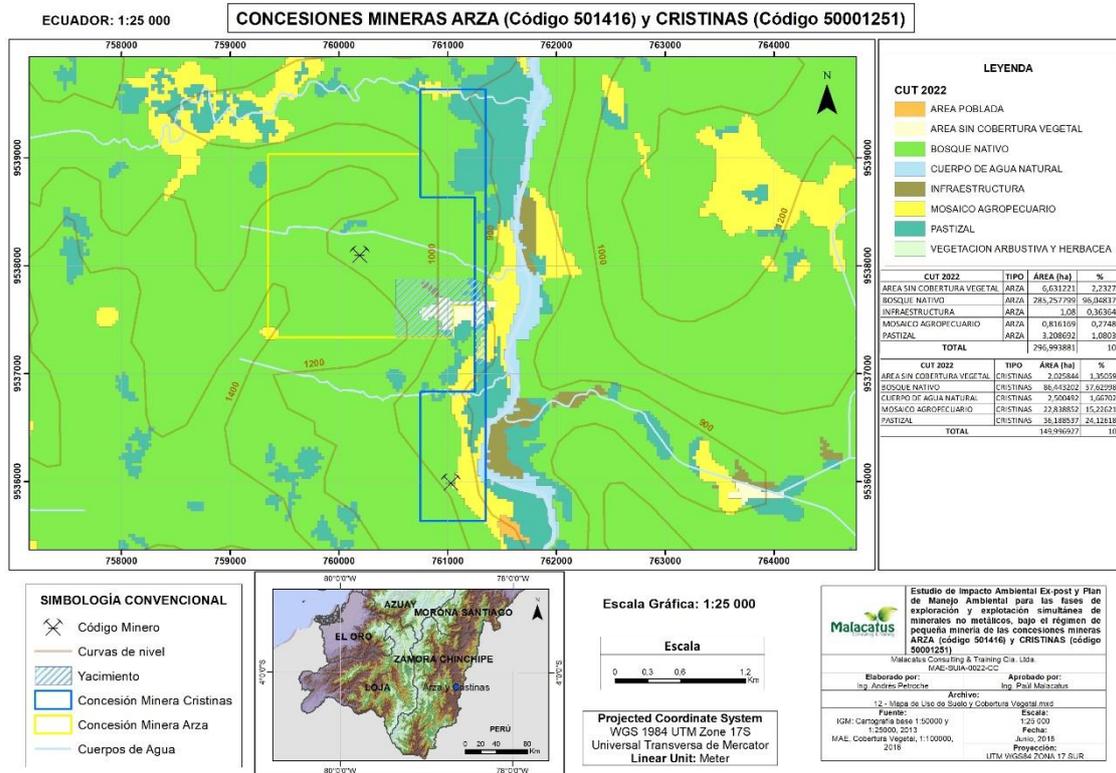
No.	Concesión Minera	Cobertura	Descripción	Superficie (ha)	% en el área del proyecto
1	ARZA	Área sin Cobertura Vegetal	Son sitios donde no presentan cobertura vegetal	6.63	1.48
2		Bosque Nativo	Comunidad vegetal que se caracteriza por la dominancia de árboles o de diferentes especies nativas, edades y portes variados con uno o más estratos.	285.26	63.82
3		Infraestructura	Áreas de construcciones, edificaciones, casas	1.08	0.24
4		Mosaico Agropecuario	Área bajo cultivo agrícola y pastos plantados, o que se encuentran dentro de una rotación entre éstos.	0.82	0.18
5		Pastizal	Los pastizales son ecosistemas caracterizados por presentar una vegetación abierta dominada por especies herbáceas.	3.21	0.72
6	CRISTINAS	Área sin Cobertura Vegetal	Son sitios donde no presentan cobertura vegetal	2.03	0.45
7		Bosque Nativo	Comunidad vegetal que se caracteriza por la dominancia de árboles o de diferentes especies nativas, edades y portes variados con uno o más estratos.	86.44	19.34
8		Cuerpo de Agua Natural	Son sitios donde existe lagos, lagunas	2.50	0.56
9		Mosaico Agropecuario	Área bajo cultivo agrícola y pastos plantados, o que se encuentran dentro de una rotación entre éstos.	22.84	5.11
10		Pastizal	Los pastizales son ecosistemas caracterizados por presentar una vegetación abierta dominada por especies herbáceas.	36.19	8.10
<b>TOTAL</b>				<b>447.00</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Cobertura y uso de la tierra (MAATE,2022)

**Elaborado por:** Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda.

Se puede observar que en las concesiones mineras Arza y Cristinas predomina la cobertura vegetal del tipo bosque nativo con el 96,05 % y 57,63% respectivamente, mientras que, la cobertura vegetal del tipo Mosaico agropecuario representa el 0,27 % y 15,23% respectivamente.

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251).



**Mapa N° 12. 2 Cobertura vegetal y uso de la tierra**

Además, mediante el uso de imágenes satelitales se puede evidenciar la cobertura vegetal en las concesiones mineras, así como las áreas que han sido intervenidas.

**Concesiones Mineras ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251)**



Fuente : Planet Scope Scene, SkySat Collect, junio 2022.

### Yacimiento de interés a ser explotado

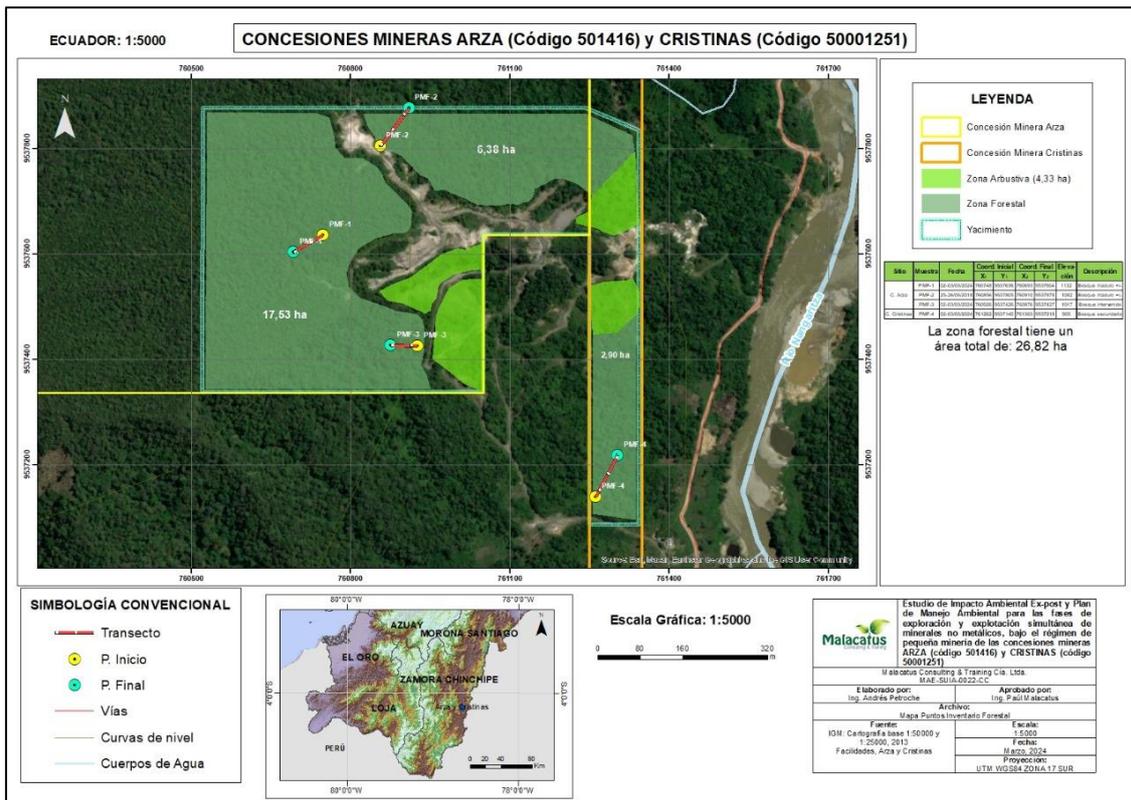


**Fuente:** Planet Scope Scene, SkySat Collect, junio 2022.

Dentro de las concesiones mineras Arza y Cristinas solamente en 40,60 ha, se ejecutarán actividades operativas (Yacimiento de interés, incluyendo obras complementarias) es decir, menos del 10% de las 447 hectáreas concesionadas.

Dentro del yacimiento de interés 26,82 ha corresponde a bosque natural, 4,33 ha corresponde a arbustos (rastrojo) y 9,45 ha corresponde a áreas agropecuarias. De estos datos solo el área correspondiente de bosque natural será considerada para el cálculo de valoración Económica de bienes y servicios ecosistémicos, esto debido a que el área arbustiva y área agropecuaria no posee especies con diámetros mayores a 10 cm de DAP, el cual se encuentra en regeneración.

A continuación, se muestra en el mapa de instalación de puntos de muestreo y áreas y cobertura de bosque dentro del yacimiento de interés.



Mapa N° 12.3 Ubicación de transectos

## 12.6. Facilidades del proyecto

Al tratarse de un estudio de impacto ambiental Expost existen áreas en las concesiones mineras que ya están intervenidas, es decir ya no existe cobertura vegetal, esto se pudo verificar en las visitas de campo efectuadas tanto en el 2018 como en el 2022. Se evidenció áreas intervenidas para la apertura de vías de acceso y colocación de infraestructura para el desarrollo de las operaciones mineras: Frentes de trabajo, Campamento, Taller de mantenimiento, Piscina de sedimentación y Escombreras.

En la siguiente tabla se muestran las fotografías de las áreas intervenidas en las concesiones mineras Arza y Cristinas.

**Tabla N° 12. 3** Fotografías de las áreas intervenidas en las concesiones mineras

 <p>20/9/2022 12:48 p. m. 17M 760982 9537542 escómbrega Arza</p>	 <p>20 sep. 2022 12:24:07 p. m.</p>
<p>Escombrera ubicada en la concesión minera Arza</p>	<p>Frentes de trabajo</p>
 <p>20 sep. 2022 12:24:51 p. m.</p>	 <p>20 sep. 2022 12:28:58 p. m. 17M 760794 9537818 106° E</p>
<p>Yacimiento de interés</p>	
 <p>CONCESIÓN MINERA ARZA Codigo: 501416</p>	 <p>16 05 2018</p>
<p>Caminos de acceso a la concesión minera Arza</p>	<p>Caminos de acceso</p>

	
<p>Piscina de sedimentación</p>	<p>Frentes de trabajo</p>
	
<p>Yacimiento de interés</p>	
	
<p>Yacimiento de interés</p>	



Fuente: Trabajo de campo Equipo consultor 2018 y 2022  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda.

### 12.7. Tipos de ecosistemas o formaciones vegetales

De acuerdo al Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador, Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2013), el área de estudio según el MAE 2013, la mayor parte del proyecto corresponde a Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú, seguido por el ecosistema Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú y área intervenida.

- **Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú**

Bosque denso con un dosel cerrado de 20 m de alto y en donde los árboles emergentes sobrepasan los 30 m (e.g. *Poulsenia armata*), presenta abundancia de epifitas; este ecosistema se desarrolla en las cordilleras de Cóndor y de Kutukú sobre terrenos colinados y en depresiones, en alturas que oscilan entre los 350 y 1400 msnm (MAE, 2013).

Este bosque es muy similar al bosque piemontano de las estribaciones orientales de la Cordillera Real u Oriental de los Andes; sin embargo, hacia la vertiente oriental de la cordillera de Kutukú existe una superposición con elementos florísticos provenientes del abanico del Pastaza (MAE, 2013).

**Especies diagnósticas:** *Aniba muca*, *Brosimum utile*, *Cecropia marginalis*, *Celtis schippii*, *Chimarrhis glabriflora*, *Clusia decussata*, *C. haughtii*, *Dacryodes peruviana*, *Elaeagia ecuadorensis*, *Endlicheria sericea*, *Ficus pertusa*, *Grias neuberthii*, *G. peruviana*, *Inga acreana*, *Iriartea deltoidea*, *Mabea elata*, *M. standleyi*, *Micropholis guyanensis*, *Nectandra lineatifolia*, *Neea divaricata*, *N. ovalifolia*, *Perebea xanthochyma*, *Poulsenia armata*, *Pouteria durlandii*, *Protium fimbriatum*, *Rollinia dolichopetala*, *Rustia schunkeana*, *Sapium marmieri*, *Socratea exorrhiza*,

*Sorocea trophoides*, *Tapirira guianensis*, *T. obtusa*, *Virola peruviana*, *Vochysia guianensis*, *Wettinia maynensis*, *Elaphoglossum latifolium*, *E. leptophyllum*, *Renealmia spp.*, (MAE 2013).

- **Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú**

Se encuentra entre 350 y 1400 msnm y está formado por bosques densos de 10 a 12 m de alto con individuos emergentes de hasta 15 m, en el sotobosque se observa gran cantidad de arbustos y arbolitos; las ramas de los árboles se encuentran cubiertos por briófitos, hemiepipitas, trepadoras y helechos; en el suelo del bosque es posible encontrar abundantes hierbas y una gruesa alfombra de material orgánico producto de la caída de hojas (Neill, 2007).

Estos bosques crecen en las pendientes y partes altas de las colinas en suelos de arenisca de las cordilleras de Cóndor y Kutukú, en relieves escarpados con pendientes 16 a 50% y suelos bien drenados y compuestos de arenisca.

**Especies diagnósticas:** *Alchornea glandulosa*, *A. grandiflora*, *Chrysophyllum sanguinolentum*, *Componeura moronasantiagoensis*, *Clusia alata*, *C. ducuides*, *Croton pachypodus*, *Dacryodes urutskunchae*, *Dendrothrix yutajensis*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Elaeagia mariae*, *Euterpe catinga*, *Ferdinandusa guainiae*, *Graffenrieda uribei*, *Humiria balsamifera*, *Humiriastrum mapiriense*, *Hieronyma oblonga*, *Ilex guayusa*, *Inga bourgonii*, *Lacmellea edulis*, *Lozania nunkui*, *Pagamea dudleyi*, *Phitopsis sp. nov.*, *Shuaria ecuadorica*, *Socratea exorrhiza*, *Stenopadus andicola*, *Sterigmopetalum obovatum*, *Stilpnophyllum grandifolium*, *Remijia chelomaphylla*, *Wettinia condorensis sp. nov.*, *Wettinia longipetala*, *Phainantha shuariorum*.

- **Intervención**

Son áreas producto de la conversión de uso, especialmente para el pastoreo de ganado caprino a gran escala de forma inadecuada y/o ganadería en menor proporción como también la minería ilegal (MAE, 2013).

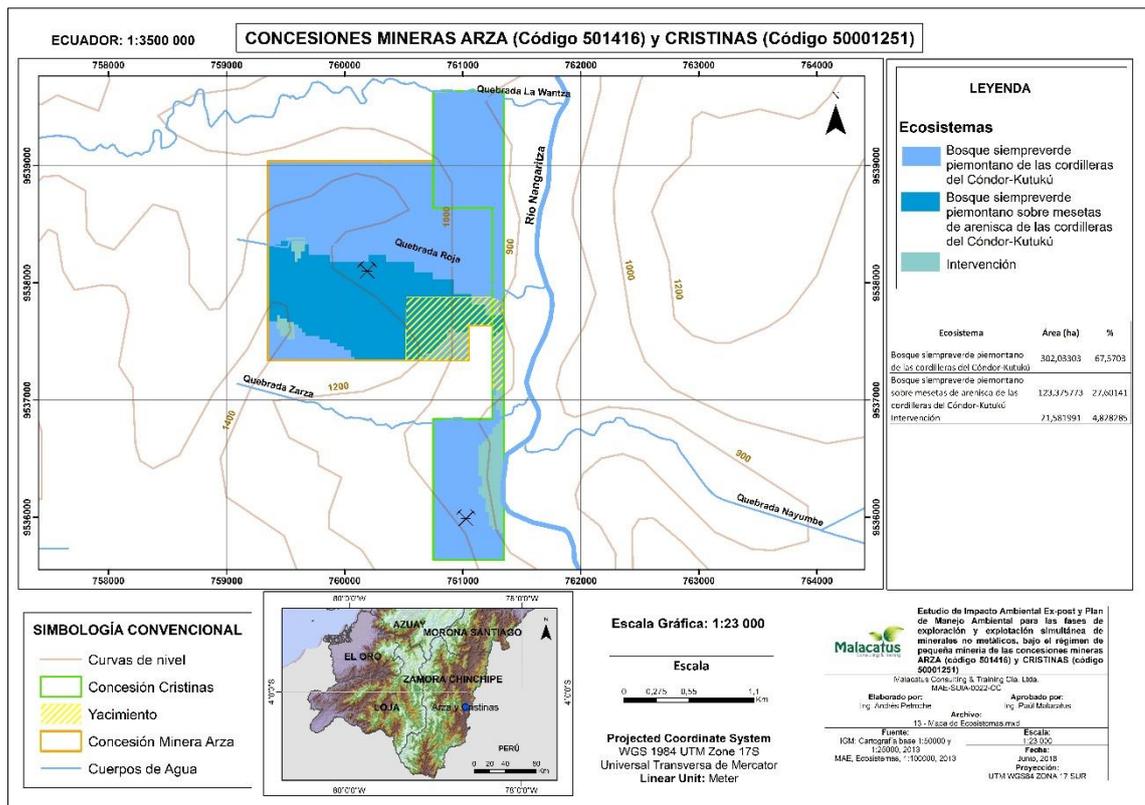
**Tabla N° 12. 4** Tipos de ecosistema y su área

No.	Tipo de ecosistema	Área del proyecto (ha)	% en el área del proyecto
1	Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú	302,03	67,57
2	Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú	123,38	27,60
3	Intervención	21,58	4,83

Fuente: (MAE,2013)

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda.

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251).**



**Mapa N° 12.4 Ecosistemas**

## 12.8. Metodología

- Fase de Campo**

Para el número de unidades de muestreo se estableció en función de lo señalado en el Acuerdo 352 Reforma al Acuerdo Ministerial No. 076 (Registro Oficial No. 766 de 14 de agosto del 2012), en cual se menciona que “Definir el porcentaje de muestreo de inventario forestal en el área afectar por el proyecto deberá representar al menos (n=1%) en el caso que el proyecto sea implementado en áreas con presencia de bosque nativo primario y secundario”.

Se utilizaron transectos lineales de 100 x 10 metros, con un total de dos transectos que abarcan 0,2 hectáreas, así como dos transectos adicionales de 50 x 10 metros que abarcan 0,05 hectáreas en dos áreas correspondientes a las Concesiones Arza y Cristinas. Cabe mencionar que se utilizaron transectos de diferentes tamaños debido a las condiciones del sitio específicamente las pendientes mayores a 45°, lo que impidió el ingreso a ciertas áreas y también impidió que las parcelas tengan la misma dimensión.

En la siguiente tabla, se muestran las coordenadas UTM, WGS-84 de los puntos de muestreos cuantitativos y cualitativos con su respectiva descripción.

**Tabla N° 12. 5** Puntos de muestreo del inventario forestal

Sitio	Muestra	Fecha	Coord. Inicial		Coord. Final		Elevación	Descripción
			X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>		
C. Arza	PMF-1	25-26/05/2018	760748	9537636	760693	9537604	1132	Bosque maduro +/-
	PMF-2	02-03/03/2024	760856	9537805	760910	9537878	1082	Bosque intervenido
	PMF-3	02-03/03/2024	760926	9537426	760876	9537427	1017	Bosque secundario
C. Cristinas	PMF-4	28-29/05/2018	761050	9537706	761303	9537218	905	Bosque maduro +/-

\*PMF: Transecto cuantitativo.

**Fuente:** Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024

**Elaborado por:** Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### Esfuerzo de muestreo

El trabajo de campo según datos obtenidos de la línea base componente flora, se realizó durante 6 días efectivos de muestreo cuantitativo y cualitativo entre 25-30 de mayo 2018, pero los días efectivos para nuestro caso se consideró los cuantitativos que fueron los días 25,26 y 28, 29, y los días 02,03 de marzo 2024 los transectos instalados adicional para completar el esfuerzo de muestreo. Con la participación de un ingeniero forestal y un ayudante. Para desarrollo del inventario forestal en el área de estudio, se aplicó métodos de muestreo cuantitativo (2 Transectos de 100 x 10 m y 2 Transectos de 50 x 10 m). Se realizó un esfuerzo de muestreo del 1,12 % (0,3 ha) del área total de bosque natural (26,82 ha) cumpliendo con lo que establece la autoridad ambiental del muestreo del 1%.

**Tabla N° 12. 6** Esfuerzo de muestreo

Fecha	Código	Método	No. de Días	Horas / Día	Superficie	Total, horas
25-26/05/2018	PMF-1	Cuantitativo Transecto de 100 x 10 m	2	8	0,1 ha	16
02-03/03/2024	PMF-2	Cuantitativo Transecto de 50 x 10 m	1	6	0,05 ha	6
02-03/03/2024	PMF-3	Cuantitativo Transecto de 50 x 10 m	1	6	0,05 ha	6
28-29/05/2018	PMF-4	Cuantitativo Transecto de 100 x 10 m	2	8	0,1 ha	16

\*PMF: Transecto cuantitativo.

**Fuente:** Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.

**Elaborado por:** Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

- Inventarios cuantitativos
- ✓ Materiales

**Tabla N° 12. 7** Materiales y equipos utilizados

MATERIALES EMPLEADOS PARA TOMA DE DATOS EN CAMPO		
 a) Brújula	 b) Machete	 c) Flexómetro
 d) Cámara	 e) Piola roja	 f) Binoculares
 g) GPS	 h) Estacas	 i) Guías fotográficas
 j) Cinta métrica	 k) Cinta de marcaje	 l) Mochila
 ll) Libreta de campo	 m) Pintura roja spray	 n) Mapa

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

- **Método Cuantitativo (Transectos lineales)**

La información cuantitativa fue registrada en 2 transectos lineales de 100 x 10 m (0,2 ha en total), y 2 transectos lineales de 50 x 10 m (0,05 ha) tomando en cuenta a las especies mayores a 10 cm de DAP. En cada transecto se tomaron datos de altura y DAP (Gentry 1988; Cerón 2003), de las especies presentes, la identificación taxonómica fue In Situ, mediante el empleo de láminas fotográficas de plantas de la Amazonía de Ecuador, Colombia y Perú, producidas por The Field Museum of Chicago.

Cabe mencionar que uno de los transectos (PMF-2) fue tomado de la línea base de flora para este análisis forestal considerando que está dentro del área de interés minero y corresponde a bosque natural. Todo esto influye al momento de conocer con mayor claridad la diversidad existente en el área.

- **Identificación de los tipos de bosque o hábitats**

Se lo realizó a través del empleo de imágenes satelitales (Google Earth, 2018), la observación de la topografía del suelo y la identificación de especies vegetales propias de cada hábitat, algunas especies de palmas (Arecaceae) son indicadoras de hábitats, así por ejemplo, en bosques colinados predomina la especie “ungurahua” *Oenocarpus bataua* y en zonas bajas de los bosques tropicales la especie dominante es el “pambil” *Iriartea deltoidea*, la especie “Chonta duro” *Bactris gasipaes* es una especie nativa del Neotrópico, sin embargo ha llegado a ser domesticada en su totalidad, a tal punto de no registrarse a nivel silvestre, motivo por el cual esta especie se la considera como indicadora de áreas antropizadas (Neill, Com. Pers., 2005).

- **Identificación de especies**

La identificación de las especies vegetales se la realizó por medio de la observación de las características morfológicas de las plantas, tales como formas de la raíz, tallo, hojas, flores y frutos, también es importante observar la presencia de látex, resina o sabia, y finalmente apreciar las características organolépticas tales como olores, sabores y colores de las estructuras de las plantas. En este punto juega un rol muy importante la experticia del botánico en utilizar todos estos elementos además de la experiencia en la determinación directa de las especies. Como herramienta de ayuda para la identificación se empleó láminas fotográficas de plantas de la Amazonía de Ecuador, Colombia y Perú, producidas por The Field Museum of Chicago.

Cada uno de los puntos de muestreo o transectos fueron georreferenciados con un GPS, además se fotografiaron las especies conspicuas es decir las que se encontraron en estado fértil o las que presentaron características relevantes.

- **Fase de gabinete**

Los datos forestales colectados en campo se sistematizaron en una libreta de campo para luego ser digitalizadas en hojas de cálculo Excel, además, se realizó la identificación de las especies con la utilización de láminas ilustradas a color, de las distintas familias y libros de taxonomía vegetal.

Una vez que las especies fueron identificadas, se procedió a determinar parámetros estadísticos como la riqueza y abundancia.

La sistematización y tabulación de datos obtenidos en el campo, ayudan a establecer los resultados concernientes a frecuencia de especies, índice de valor de importancia e índice de diversidad, para los cuales se utilizó las fórmulas propuestas por (Cancino, 2012), descritas a

continuación: Riqueza, Abundancia, Volumen comercial y total, Índice de Valor de Importancia (IVI), Índices de diversidad e índice de Similitud usados son herramientas ampliamente usadas y reconocidas en el análisis estadísticos para valorar la composición florística de un área y por ende son los usados en el presente estudio.

- **Estructura diamétrica**

Se realizó la estructura diamétrica, para lo cual se consideró intervalos.

- **Estructura Vertical**

La estructura vertical del bosque corresponde a las alturas de los árboles que lo componen, los cuales, a raíz de sus diferentes demandas lumínicas, se ordenan en diferentes posiciones a lo largo del perfil vertical del bosque, ya que la intensidad lumínica va disminuyendo a medida que penetra hacia los niveles inferiores del dosel, pues la luz es absorbida por la vegetación presente. De esta manera, especies con mayor demanda lumínica se posicionan en la parte superior del dosel, mientras que las especies más tolerantes a la sombra tienden a posicionarse a alturas más bajas dentro del bosque. (Richards, 2018). Se establecieron cuatro clases: Sotobosque, subdosel, Dosel y Emergente; con la finalidad de establecer el estado de sucesión en el que se encuentra la vegetación.

- **Riqueza**

La Riqueza (S) (número de especies), es un atributo frecuentemente utilizado, a la hora de expresar una idea rápida de la diversidad de área de estudio (Magurran, 2004), donde las especies integrantes pueden enumerarse para su posterior ordenamiento en la Clase, Orden y Familia y especie.

- **Abundancia**

La abundancia es igual al número de individuos de una misma especie y número de individuos total del muestreo.

Se obtiene directamente a través del muestreo dando como resultante el número de individuos de la unidad muestreada (Martella et al., 2012).

Ambos parámetros (riqueza y abundancia) determinan la diversidad de especies relacionada a su equitatividad dentro de la muestra analizada.

- **Parámetros dasométricos**

Para calcular el volumen de madera en pie se consideró los parámetros dasométricos que se describen a continuación:

**Área Basal:** Expresada en m<sup>2</sup>; se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo; este parámetro, para una especie determinada en la parcela, es la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP ≥ 10 cm.

$$AB = \frac{\pi * DAP^2}{4}$$

Donde:

AB = Área basal

$\pi$  = 3,1416

DAP = Diámetro altura del pecho (cm)

**Volumen Comercial y Total:** Determina el volumen de madera total y el comercial de cada especie. Si el fuste tuviera la forma de un cilindro su volumen comercial correspondería simplemente al producto del área basal y la altura total o comercial. Como normalmente los fustes tienen cierta conicidad, difiriendo más o menos de la forma del cilindro, es necesario considerar la forma como un tercer parámetro de estimación (factor de forma). En este estudio el factor de forma utilizado es de 0,7 con las fórmulas descritas a continuación.

$$Vt = AB * Ht * ff$$

Donde:

AB = Área Basal

Ht = altura total

ff = factor de forma

$$Vc = AB * Hc * ff$$

Donde:

AB = Área Basal

Hc = altura comercial

ff = factor de forma

- **Parámetros Ecológicos**

Los parámetros ecológicos que se calcularon son: Densidad relativa (DnR), Dominancia relativa (DmR), Índice de valor de importancia (IVI), diversidad alfa. Las fórmulas que se utilizaron para calcular cada uno de estos parámetros se presentan en la siguiente Tabla 5. Para el análisis de este parámetro se utiliza el Software Past Versión 2.03 (2010), como una ayuda rápida y precisa del índice.

**Tabla N° 12. 8** Parámetros ecológicos empleados para el análisis de la diversidad

Parámetro	Modelo	Descripción	Interpretación
Densidad relativa (DnR)	$DnR = \frac{N^{\circ} \text{ individuos por especies}}{N^{\circ} \text{ total de individuos}} \times 100$	Es el número total de individuos de una especie expresada como una proporción del número total de individuos de todas las especies.	La especie con mayor densidad relativa es la que tiene el porcentaje más alto.
Dominancia relativa (DmR)	$DmR = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$	Es la proporción del área basal de esa especie, con respecto al área basal de todos los individuos del transecto.	-----
Índice de Valor de Importancia (IVI)	$IVI = DR + DmR$	Indica que tan importante es una especie dentro de la comunidad.	Las especies con el IVI más alto, ecológicamente es dominante.
Índices de Diversidad	Índice de Simpson (1-D) ( $\sigma$ ): $\sigma = \frac{1}{\sum (Pi)^2}$	$\sigma$ : Índice de dominancia $Pi$ : Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N) $n$ : Número de individuos de la especie $N$ : Número total de especies	Diversidad baja: 0 – 0,33 Diversidad media: 0,34 – 0,66 Diversidad alta: > 0,67
	Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ): $H' = - \sum_{i=1}^s (Pi) (Ln Pi)$	$S$ : número de especies $Pi$ : proporción total de la muestra que corresponde a la especie $i$ $Ln$ : logaritmo natural	Diversidad baja: 0 - 1,35 Diversidad media: 1,36 - 3,5 Diversidad alta: > a 3,5

**Fuente:** (Aguirre Z., Aguirre N., 1999), (Eguiguren P., T. Ojeda., 2009), (Aguirre Z., C. Yaguana, 2012), (Magurran A., 2004) y (Yáñez, 2014)

**Elaborado por:** Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

**Índice Chao 1:** Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Moreno, 2001). Siendo S el número de especies en una muestra, a el número de especies representadas solo por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y b el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons).

$$Chao\ 1 = S + a^2 / 2b$$

Donde:

S = Número de especies de la muestra.

a = Número de especies representadas solo por un único individuo en la muestra.

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

**Índice de Jaccard (IJ):** Mide la similitud, disimilitud o distancias que existen entre dos estaciones de muestreo. Es un índice usado en ecología. La formulación es la siguiente:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = es el número de especies presentes en la estación A.

b = es el número de especies presentes en la estación B.

c = es el número de especies presentes en ambas estaciones, A y B.

El coeficiente de similitud de Jaccard expresa el grado de semejanza entre dos muestras de acuerdo con las especies presentes en ellas. Va de 0, cuando no hay especies compartidas, hasta 1 cuando dos estaciones tienen la misma composición de especies.

### **Curvas de Abundancia de Especies**

La abundancia hace referencia al número de individuos por especie. Son gráficos representativos de la abundancia de las especies dentro de la parcela, permiten identificar rápidamente las especies dominantes y las raras, en función del número neto de individuos por especie.

### **Aspectos ecológicos**

Los estudios de vegetación son importantes desde la perspectiva de la dinámica del bosque, ya que la cantidad de especies que pueden coexistir en equilibrio en un ambiente dado refleja, a su vez, la cantidad de formas en que las plantas y animales pueden sobrevivir en ese ambiente; es decir, si la cantidad de nichos ecológicos que ese hábitat puede ofrecer es alta en los trópicos, la posibilidad de ofrecer mayores expectativas de vida es también alta (MacArthur, 1996). Los aspectos ecológicos que se evaluarán se indican a continuación:

### Especies endémicas

Son aquellas especies que están restringidos a una ubicación geográfica muy concreta y fuera de esta ubicación no se encuentra en otra parte. Se examinó con el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición (León-Yáñez et al.,2011), y la base de datos de Trópicos (Tropicos, 2023) y en Adiciones a la Flora del Ecuador segundo suplemento (Neill & Ulloa, 2011).

### Especies Dominantes

Las especies dominantes corresponden a aquellas plantas cuyas características morfológicas marcan fisionómicamente la vegetación, determinándose en base a los tipos biológicos de mayor representatividad en cada formación vegetal (Hernández, Serra, & Yancas, 2000).

### Especies Indicadoras

Una especie indicadora es aquella que, gracias a sus características de distribución, abundancia o dinámica poblacional, al ser evaluada puede representar el estado de ciertos parámetros ambientales, es decir que define la característica del ecosistema (Fleishman, Murphy, & Blair, 2001).

### Estado de Conservación de Especies

El estado de conservación fue revisado de acuerdo a la categorización de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) <https://www.iucnredlist.org/>. Además, se consideró el endemismo y categoría de amenaza de las especies se examinó con el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición (León-Yáñez et al., 2011), la base de datos (Tropicos, 2023) y en Adiciones a la Flora del Ecuador segundo suplemento (Neill & Ulloa, 2011) y (CITES, 2019).

**Tabla N° 12. 9** Categorías asignadas a las plantas endémicas por la UICN.

Categoría UICN	Abreviación	Significado
En Peligro Crítico	CR	Corren un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre
En Peligro	EN	Corren un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre
Vulnerable	VU	Corren un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.
Casi amenazada	NT	Está cerca de clasificar para una categoría de amenaza en un futuro cerca
Preocupación menor	LC	Ampliamente distribuidos.
No evaluada	NE	No ha sido evaluada
No identificada	DD	No identificada

Fuente: (UICN, 2022)

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

## Uso de las especies

Se refiere a uso que dan las comunidades a los recursos. También se señalan los nombres y utilidades de algunas de las especies botánicas. La información recopilada se verificó con la Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macias, & Balslev, 2008).

### 12.9. Resultados del Inventario Forestal

#### 12.9.1. Caracterización por punto de muestreo

##### 12.9.1.1. PMF-1

Este punto de muestreo corresponde a un Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú, su coordenada de ubicación es: X: 760748, Y: 9537636; X: 760693, Y: 9537604.

#### a. Riqueza y abundancia

Se registró un total de 52 individuos, correspondientes a 12 familias, 15 géneros y 15 especies, con diámetros  $\geq 10$  cm.

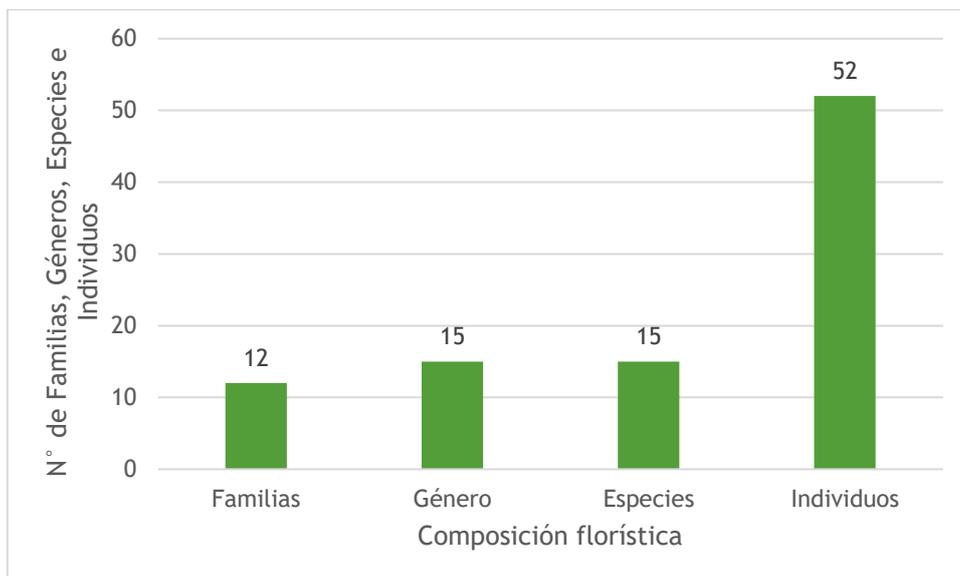


Figura 12-1 Riqueza registrada en PMF-1

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

En el estudio realizado en este punto de muestreo, se ha identificado una variedad de familias botánicas junto con el número de especies pertenecientes a cada una. La familia Clusiaceae, Lauraceae y Sapotaceae destacan al tener cada una 2 especie representada en el área estudiada.

Además, se registró la presencia de una especie de cada una de las siguientes familias: Araliaceae, Arecaceae, Chloranthaceae, Combretaceae, Humiriaceae, Lacistemataceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Rutaceae. Aunque estas familias tienen una representación de una sola especie cada una, su presencia agrega a la riqueza general de especies dentro del área estudiada.

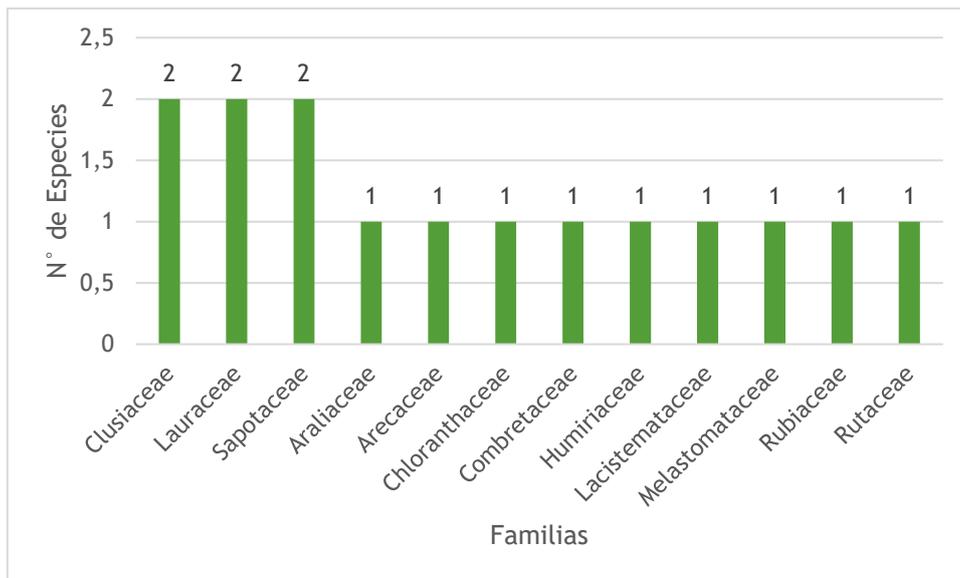


Figura 12-2 Familias dominantes presentes en PMF-1

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

En el estudio de la biodiversidad vegetal, se identificaron varias especies con diferentes niveles de abundancia. La especie más numerosa fue *Lozania cf. nunkui*, con un total de 18 individuos, lo que representa aproximadamente el 35% de la población total de plantas registradas en el área estudiada. Le sigue *Clusia alata* con 9 individuos, constituyendo alrededor del 17% de la población, seguida de cerca por *Endlicheria aurea* *Cinchona* sp. con 6 individuos, representando el 12% de la muestra. Otras especies como *Tovomita weddelliana*, *Aniba* sp., *Chrysophyllum sanguinolentum* *Humiriastrum cf. mapiriensis* y *Wettinia maynensis*, que presentaron 4 y 2 individuos respectivamente, contribuyendo con el 8% y el 4% cada una a la diversidad vegetal observada. Además, se registraron varias especies con una presencia más limitada, como *Hedyosmum sprucei*, *Miconia* sp1., *Pouteria* sp., *Schefflera* sp., *Terminalia amazonica*, y *Zanthoxylum riedelianum*, cada una con 2 individuos o menos, representando un 4% o menos de la población total. Este análisis detallado permite comprender la estructura y la distribución relativa de las especies vegetales en el ecosistema estudiado.

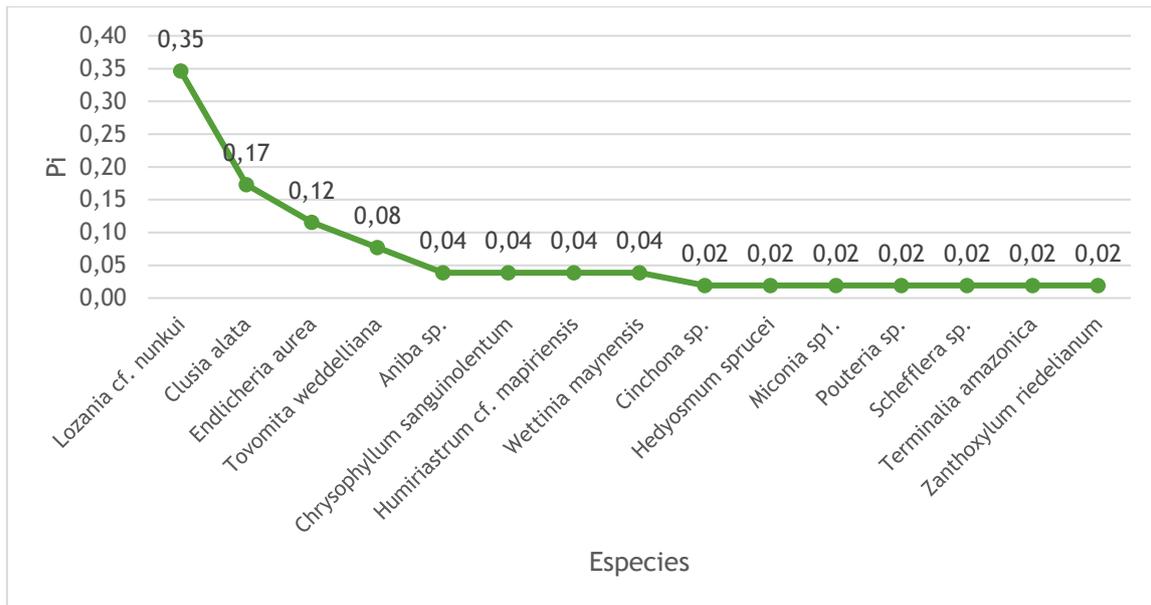


Figura 12-3 Curva de dominancia de especies de flora registradas en PMF-1  
Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

#### b. Índice de Valor de Importancia

La tabla proporciona una detallada descripción de varias especies vegetales encontradas en un área específica, junto con datos relevantes sobre su importancia en el ecosistema. En ella se incluyen detalles como la familia botánica a la que pertenecen, su nombre científico y local, así como diversos parámetros que indican su presencia y contribución al entorno.

Entre las especies enumeradas, se destacan algunas como *Lozania cf. nunkui* de la familia Lacistemataceae, con una frecuencia de 18 individuos y una dominancia relativa de 48.25 %, indicando su importancia en el área estudiada. Por otro lado, *Miconia sp1.* de la familia Arecaceae muestra una menor dominancia relativa pero aún contribuye significativamente al ecosistema con un índice de valor de importancia (IVI) del 2.71 %.

Otras especies como *Clusia alata*, *Endlicheria aurea* y *Tovomita weddelliana* también se presentan en la tabla, cada una con su propia frecuencia, área basal, densidad relativa y volumen total de madera. Estos datos son esenciales para comprender la diversidad vegetal, su distribución y su papel en la estructura del bosque o la vegetación en estudio.

El análisis de estos parámetros permite evaluar la importancia relativa de cada especie en el ecosistema, proporcionando información valiosa para la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales. Asimismo, la simbología proporcionada facilita la interpretación de los términos utilizados en la tabla, brindando una visión más clara de los datos presentados y su relevancia en el contexto ecológico.

**Tabla N° 12. 10** Área Basal, Índice de valor importancia y Volumen Total de madera de punto PMF-1.

N°	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE LOCAL	F	AB	DNR	DMR	IVI	VT	VC
1	Lacistemataceae	<i>Lozania cf. nunkui</i>	Juan colorado	18	0.48	34.62	48.25	82.87	5.20	1.85
2	Clusiaceae	<i>Clusia alata</i>	Yarazo	9	0.11	17.31	11.30	28.61	0.85	0.34
3	Lauraceae	<i>Endlicheria aurea</i>	Canelón	6	0.13	11.54	12.66	24.20	1.38	0.58
4	Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	Amarillo	4	0.04	7.69	3.67	11.36	0.32	0.12
5	Humiriaceae	<i>Humirium cf. mapiriensis</i>	Juan colorado	2	0.04	3.85	3.94	7.78	0.38	0.14
6	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	No se reportó	2	0.03	3.85	3.43	7.27	0.33	0.11
7	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum sprucei</i>	Capulí	1	0.05	1.92	5.29	7.21	0.52	0.22
8	Lauraceae	<i>Aniba sp.</i>	Canelón	2	0.03	3.85	2.55	6.40	0.29	0.10
9	Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	Sacha palma	2	0.02	3.85	1.58	5.42	0.15	0.06
10	Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	Fósforo	1	0.02	1.92	1.75	3.67	0.20	0.10
11	Combretaceae	<i>Terminalia amazonica</i>	Yumbingue	1	0.02	1.92	1.54	3.47	0.13	0.04
12	Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Sacha romerillo	1	0.01	1.92	1.48	3.40	0.14	0.07
13	Rubiaceae	<i>Cinchona sp.</i>	Cinchona	1	0.01	1.92	0.95	2.88	0.07	0.03
14	Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Yarazo	1	0.01	1.92	0.82	2.74	0.08	0.03
15	Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	No se reportó	1	0.01	1.92	0.79	2.71	0.05	0.03
<b>TOTAL</b>				<b>52</b>	<b>1.00</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200.00</b>	<b>10.08</b>	<b>3.81</b>

**Simbología:** F: Frecuencia; AB: Área Basal en m<sup>2</sup>; DNR: Densidad Relativa; DMR: Dominancia Relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia; VT: Volumen Total de madera; VC: Volumen Comercial de la madera.

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### c. Índice de Diversidad

#### - Índice de Shannon y Simpson

La diversidad, evaluada mediante el índice de Simpson (1-D) y Shannon (H), muestra valores de 0,82 y 2,15 respectivamente. Estos valores sugieren una diversidad alta y media respectivamente, indicando que la comunidad está dominada por unas pocas especies y que hay una distribución más uniforme entre ellas.

#### - Índice de Chao

El valor obtenido para este estimador es 19 especies esperadas, lo que significa que, en comparación con las 15 especies registradas, en esta área se ha realizado en un 78,94 %, determinándose como un registro poco significativo según mencionado índice.

La presencia de índices como Chao-1 (19) sugiere que la riqueza de especies podría ser mayor, considerando posibles especies no detectadas en el muestreo.

### d. Volumen total y volumen comercial

El volumen total registrado en el área de muestreo es de aproximadamente 10.08 metros cúbicos (m<sup>3</sup>), mientras que el volumen comercial, que se refiere al volumen de madera aprovechable para fines comerciales, es de alrededor de 3.81 metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Esto indica que una parte

significativa del volumen total registrado no es considerada comercialmente aprovechable, posiblemente debido a factores como la calidad de la madera, su diámetro o características específicas que afectan su valor comercial.

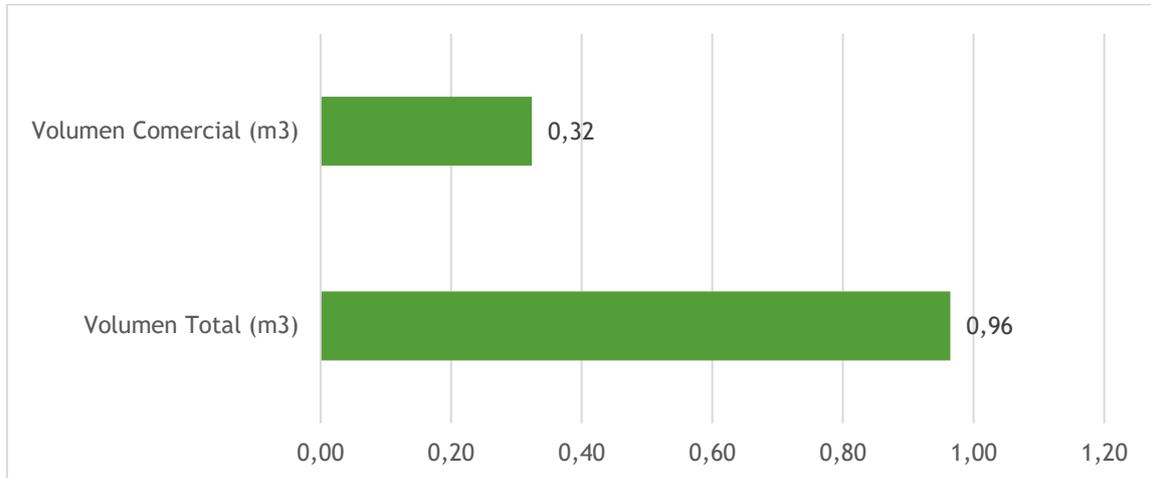


Figura 12-4 Biomasa total y volumen comercial presentes en PMF-1

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

#### 12.9.1.2. PMF-2

Este punto de muestreo corresponde a un Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú, su coordenada de ubicación es: X: 760856, Y: 9537805; X: 760910, Y: 9537878.

##### a. Riqueza y abundancia

Se registró un total de 15 individuos, correspondientes a 5 familias, 5 géneros y 5 especies, con diámetros  $\geq 10$  cm.

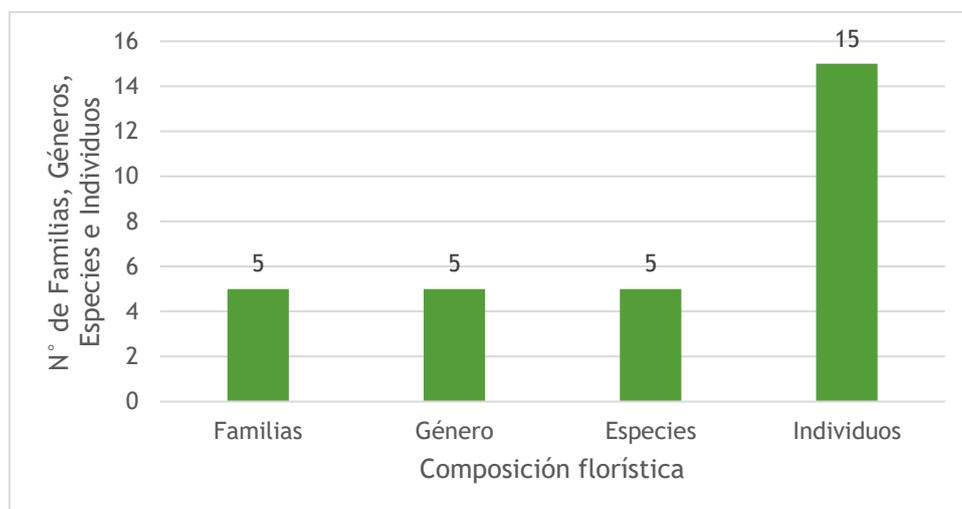


Figura 12-5 Riqueza registrada en PMF-2

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

La familia Asteraceae está representada por una especie única, lo que indica una diversidad relativamente baja dentro de esta familia en el área o período estudiado. La presencia de una sola especie de la familia Urticaceae sugiere un nivel similar de especialización o concentración en términos de biodiversidad. La presencia de una especie de la familia Combretaceae señala otra contribución a la riqueza de especies en el conjunto de datos, aunque limitada a una sola especie. Además, la familia Hypericaceae está representada por una especie, lo que añade a la variedad taxonómica pero también indica una presencia única dentro de esta familia en el contexto estudiado. Finalmente, la Melastomataceae completa la lista de familias presentes, con una especie que contribuye a la diversidad biológica pero también refleja una singularidad dentro de esta familia en la muestra analizada.

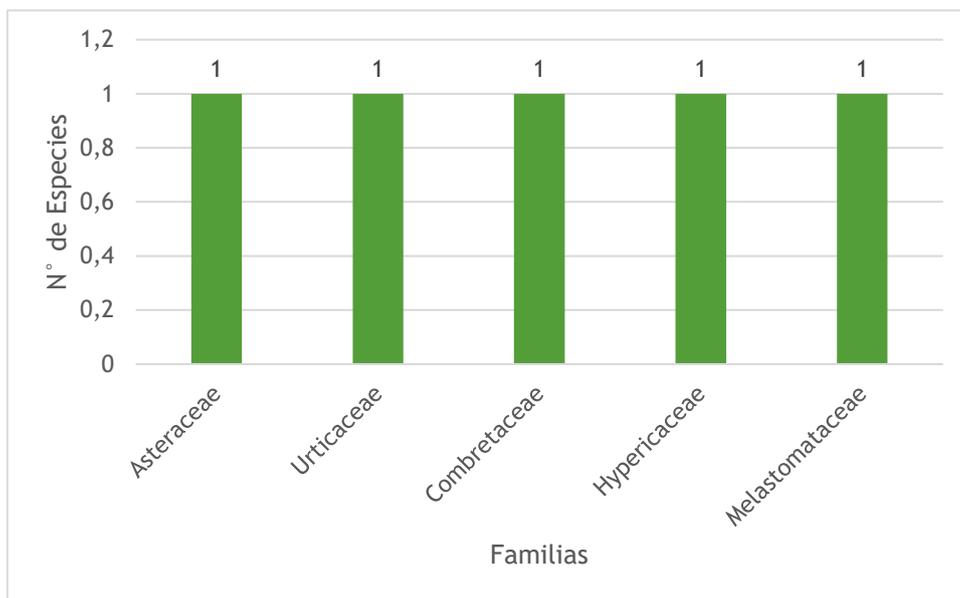


Figura 12-6 Familias dominantes presentes en PMF-2  
 Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.  
 Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

Sobre la abundancia relativa de especies, se observa que la especie *Piptocoma discolor* es la más abundante, con un total de 7 individuos y una proporción en la población total del 47% ( $P_i=0,47$ ). Le sigue en abundancia la especie *Cecropia* sp., con 4 individuos y una proporción del 27% ( $P_i=0,27$ ). La especie *Terminalia amazonica* tiene una menor presencia con 2 individuos, representando el 13% ( $P_i=0,13$ ) de la población total. Además, *Vismia baccifera* y *Axinaea* sp. están presentes con un individuo cada una, contribuyendo ambas con un 7% ( $P_i=0,07$ ) a la población total de especies estudiadas.

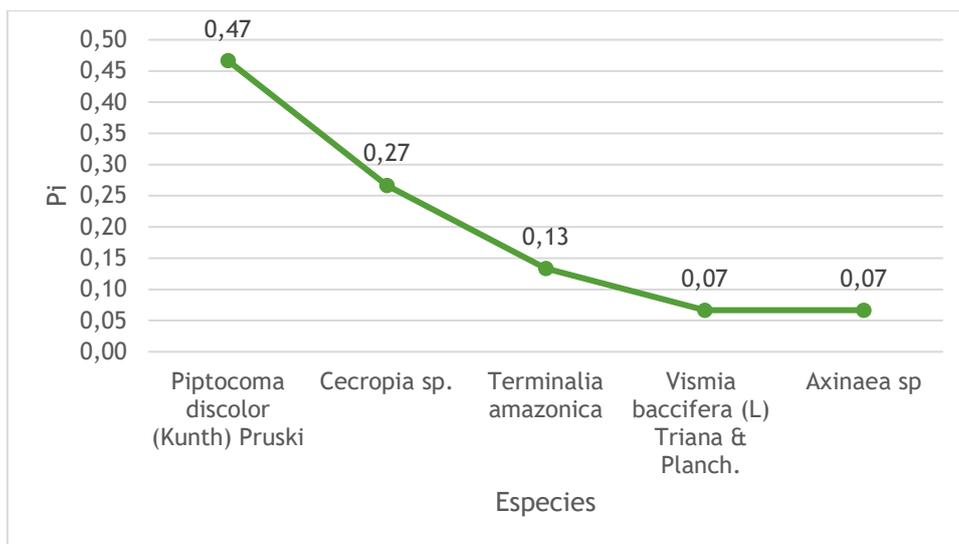


Figura 12-7 Curva de dominancia de especies de flora registradas en PMF-2  
Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### b. Índice de Valor de Importancia

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia las especies *Piptocoma discolor*. (88,19 %); e *Cecropia* sp (58,8 %) son las dos especies más representativas con un total del 89,53 % de participación. En la siguiente tabla se detalla de manera descendente el índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas.

Tabla N° 12. 11 Área Basal, Índice de valor importancia y Volumen Total de madera de punto PMF-2.

Nº	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE LOCAL	F	AB	DNR	DMR	IVI	VT	VC
1	Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Tunash,Pigue	7	0.08	46.67	41.53	88.19	0.38	0.11
2	Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	Guarumo	4	0.06	26.67	32.13	58.80	0.38	0.15
3	Combretaceae	<i>Terminalia amazonica</i>	Yumbingue	2	0.03	13.33	17.54	30.87	0.14	0.04
4	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L) Triana & Planch.	Achiotillo. Sangre de gallina	1	0.01	6.67	4.67	11.34	0.03	0.01
5	Melastomataceae	<i>Axinaea</i> sp	Chinchaca	1	0.01	6.67	4.14	10.80	0.03	0.01
<b>TOTAL</b>				<b>15</b>	<b>0.20</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>0.96</b>	<b>0.32</b>

**Simbología:** F: Frecuencia; AB: Área Basal en m<sup>2</sup>; DNR: Densidad Relativa; DMR: Dominancia Relativa. IVI: Índice de Valor de Importancia; VT: Volumen Total de madera; VC: Volumen Comercial de la madera.

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### c. Índice de Diversidad

#### - Índice de Shannon y Simpson

La diversidad, evaluada mediante el índice de Simpson (1-D) y Shannon (H), muestra valores de 0.68 y 1.34 respectivamente. Estos valores sugieren una diversidad media respectivamente, indicando que la comunidad está dominada por unas pocas especies y que hay una distribución más uniforme entre ellas. Esto a consecuencia de la expansión ganadera.

### - Índice de Chao

El valor obtenido para este estimador es 6 especies esperadas. lo que significa que, en comparación con las 15 especies registradas, en esta área se ha realizado en un 83.3 %, determinándose como un registro poco significativo según mencionado índice.

La presencia de índices como Chao-1 (6) sugiere que la riqueza de especies podría ser mayor, considerando posibles especies no detectadas en el muestreo.

#### d. Volumen total y volumen comercial

El volumen total registrado en el área de estudio es de aproximadamente 0.96 metros cúbicos (m<sup>3</sup>). mientras que el volumen comercial, que se refiere al volumen de madera aprovechable para fines comerciales, es de alrededor de 0.32 metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Esto indica que una parte significativa del volumen total registrado no es considerada comercialmente aprovechable, posiblemente debido a factores como la calidad de la madera, su diámetro o características específicas que afectan su valor comercial.

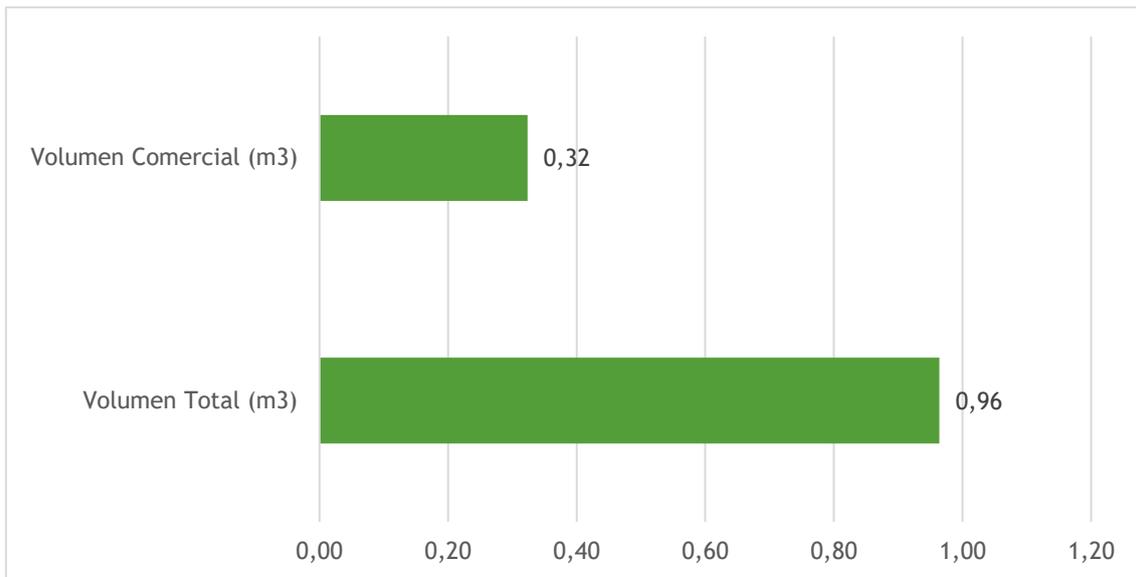


Figura 12-8 Biomasa total y volumen comercial presentes en PMF-2

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

#### 12.9.1.3. PMF-3

Este punto de muestreo corresponde a un Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú. su coordenada de ubicación es: X: 760926. Y: 9537426; X: 760876. Y: 9537427.

##### a. Riqueza y abundancia

Se registró un total de 11 individuos, correspondientes a 7 familias, 9 géneros y 10 especies, con diámetros  $\geq 10$  cm.

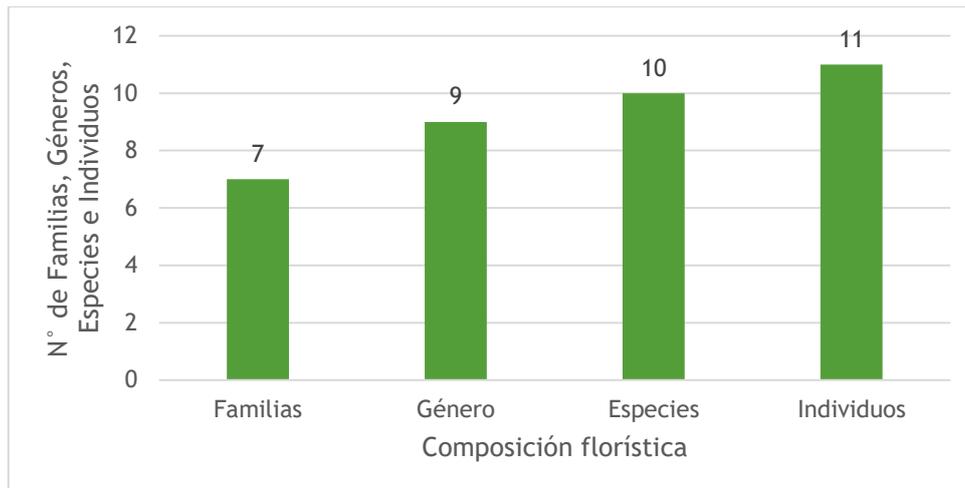


Figura 12-9 Riqueza registrada en PMF-3  
 Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
 Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

Se presenta la distribución de especies por familias. mostrando la diversidad taxonómica presente en el área o período estudiado. La familia Urticaceae destaca con tres especies. lo que sugiere una presencia significativa y posiblemente una importancia ecológica particular dentro del ecosistema analizado. Por otro lado. la familia Asteraceae contribuye con dos especies. agregando a la riqueza de especies. pero en menor proporción que la Urticaceae. Las familias Burseraceae. Combretaceae. Fabaceae. Hypericaceae y Simaroubaceae están representadas por una especie cada una. lo que indica una contribución individual pero relevante a la diversidad biológica en el contexto estudiado. Estas distribuciones reflejan la variedad taxonómica y la importancia relativa de cada familia en el área de estudio.

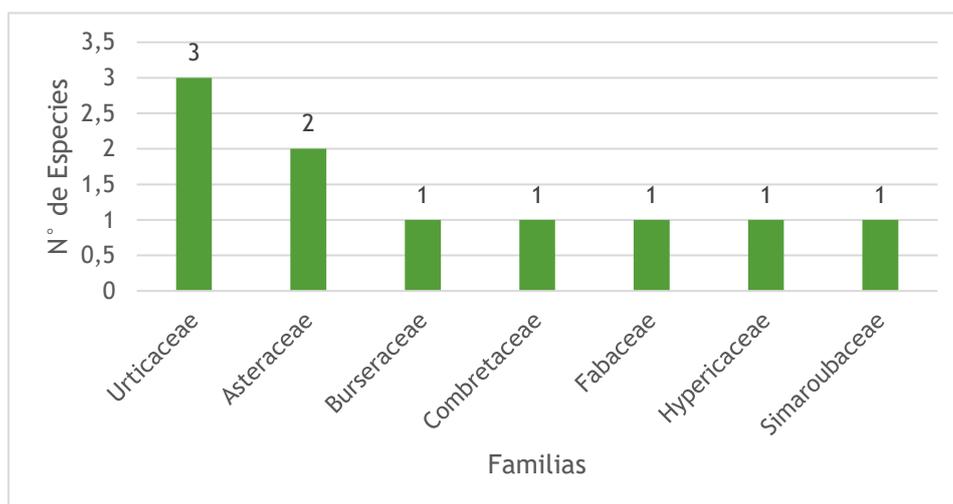


Figura 12-10 Familias dominantes presentes en PMF-3  
 Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
 Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

Sobre la abundancia relativa de especies. en el conjunto de datos proporcionado. se observa la distribución de individuos y sus proporciones en la población total. La especie *Cecropia montana* es la más abundante. con 2 individuos y una proporción del 18% ( $P_i=0.18$ ) en la población total

de especies estudiadas. Le siguen en abundancia *Piptocoma discolor*, *Vernonanthura patens*, *Dacryodes peruviana*. *Cecropia sp.*, *Pourouma bicolor*, *Terminalia amazónica*, *Inga densiflora*, *Vismia baccifera*, y *Simarouba amara*. cada una con un individuo y una proporción del 9% (Pi=0.09) en la población total.

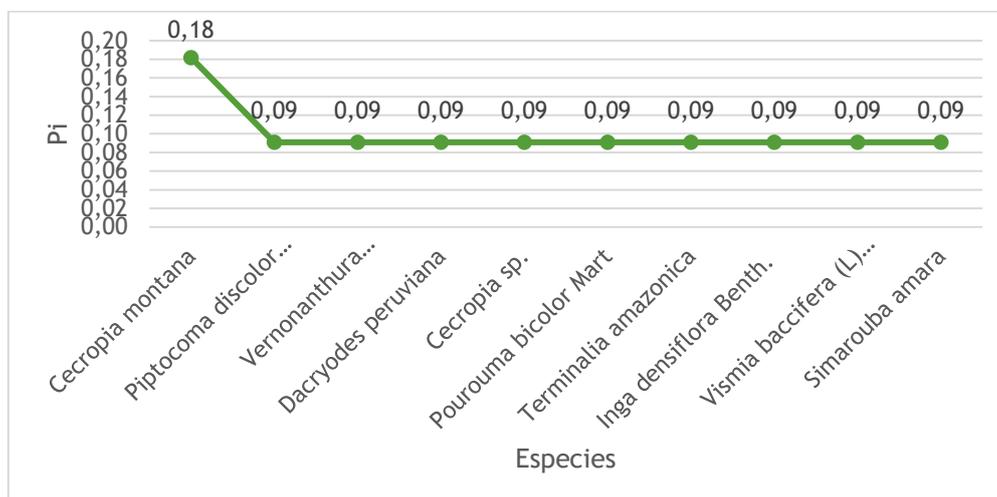


Figura 12-11 Curva de dominancia de especies de flora registradas en PMF-3  
Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### b. Índice de Valor de Importancia

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia las especies *Cecropia montana* (35.69 %); e *Inga densiflora* (28.02 %) son las dos especies más representativas con un total del 89.53 % de participación. En la siguiente tabla se detalla de manera descendente el índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas.

Tabla N° 12. 12 Área Basal. Índice de valor importancia y Volumen Total de madera de punto PMF-3.

Nº	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBR E LOCAL	F	AB	DN R	DM R	IVI	VT	VC
1	Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	Guarumo	2	0.03	18.18	17.51	35.69	0.09	0.06
2	Fabaceae	<i>Inga densiflora Benth.</i>	Guabo	1	0.04	9.09	18.92	28.02	0.03	0.08
3	Burseraceae	<i>Dacryodes peruviana</i>	Copal	1	0.03	9.09	13.30	22.39	0.18	0.05
4	Combretaceae	<i>Terminalia amazonica</i>	Yumbingue	1	0.02	9.09	11.07	20.16	0.16	0.05
5	Asteraceae	<i>Piptocoma discolor (Kunth) Pruski</i>	Tunash.Pig ue	1	0.02	9.09	9.83	18.92	0.08	0.03
6	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera (L) Triana &amp; Planch.</i>	Achiotillo. Sangre de gallina	1	0.02	9.09	9.83	18.92	0.03	0.04
7	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Amargo	1	0.01	9.09	5.60	14.69	0.11	0.01
8	Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Guarumo	1	0.01	9.09	5.30	14.39	0.19	0.03
9	Urticaceae	<i>Pourouma bicolor Mart</i>	Mata palo	1	0.01	9.09	4.46	13.55	0.13	0.01
10	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens (Kunth) H. Rob.</i>	Laritaco	1	0.01	9.09	4.19	13.28	0.02	0.01
<b>TOTAL</b>				<b>11</b>	<b>0.19</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>1.02</b>	<b>0.36</b>

**Simbología:** F: Frecuencia; AB: Área Basal en m<sup>2</sup>; DNR: Densidad Relativa; DMR: Dominancia Relativa. IVI: Índice de Valor de Importancia; VT: Volumen Total de madera; VC: Volumen Comercial de la madera.

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### c. Índice de Diversidad

#### - Índice de Shannon y Simpson

La diversidad, evaluada mediante el índice de Simpson (1-D) y Shannon (H), muestra valores de 0.89 y 2.27 respectivamente. Estos valores sugieren una diversidad media, indicando que la comunidad está dominada por unas pocas especies y que hay una distribución más uniforme entre ellas. Estos valores nos dan a entender que este sitio se encuentra en recuperación, caracterizado por especies pioneras.

#### - Índice de Chao

El valor obtenido para este estimador es 28 especies esperadas, lo que significa que, en comparación con las 10 especies registradas, en esta área se ha realizado en un 35.71 %, determinándose como un registro poco significativo según mencionado índice.

La presencia de índices como Chao-1 (28) sugiere que la riqueza de especies podría ser mayor, considerando posibles especies no detectadas en el muestreo.

### d. Volumen total y volumen comercial

El volumen total registrado en el área de estudio es de aproximadamente 1.02 metros cúbicos (m<sup>3</sup>), mientras que el volumen comercial, que se refiere al volumen de madera aprovechable para fines comerciales, es de alrededor de 0.32 metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Esto indica que una parte significativa del volumen total registrado no es considerada comercialmente aprovechable, posiblemente debido a factores como la calidad de la madera, su diámetro o características específicas que afectan su valor comercial.

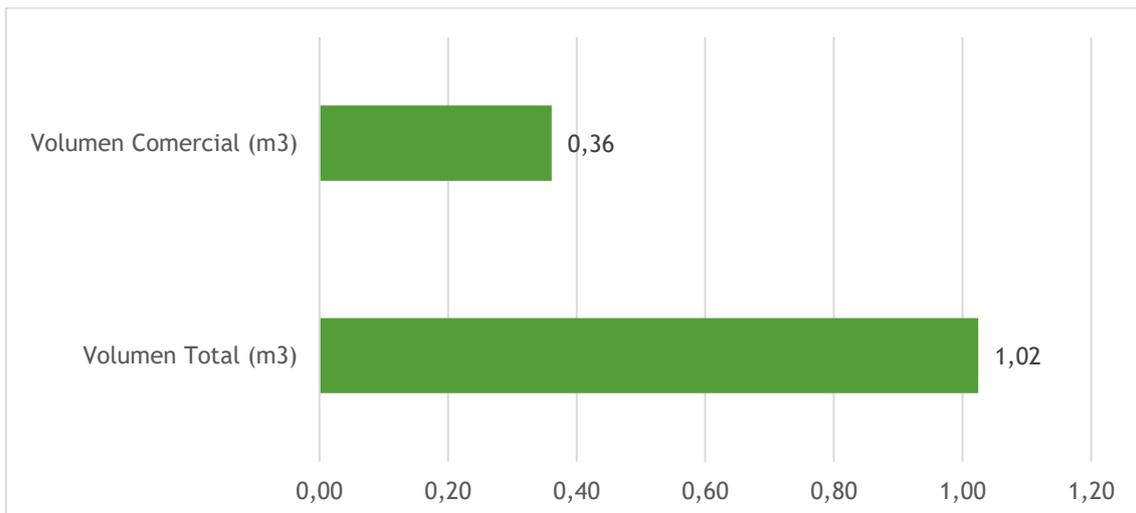


Figura 12-12 Biomasa total y volumen comercial presentes en PMF-3

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

**12.9.1.4. PMF-4**

Este punto de muestreo corresponde a un Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú. su coordenada de ubicación es: X: 761050. Y: 9537706; X: 761303. Y: 9537218

**a. Riqueza y abundancia**

Se registró un total de 65 individuos. correspondientes a 18 familias. 27 géneros y 29 especies. con diámetros  $\geq 10$  cm.

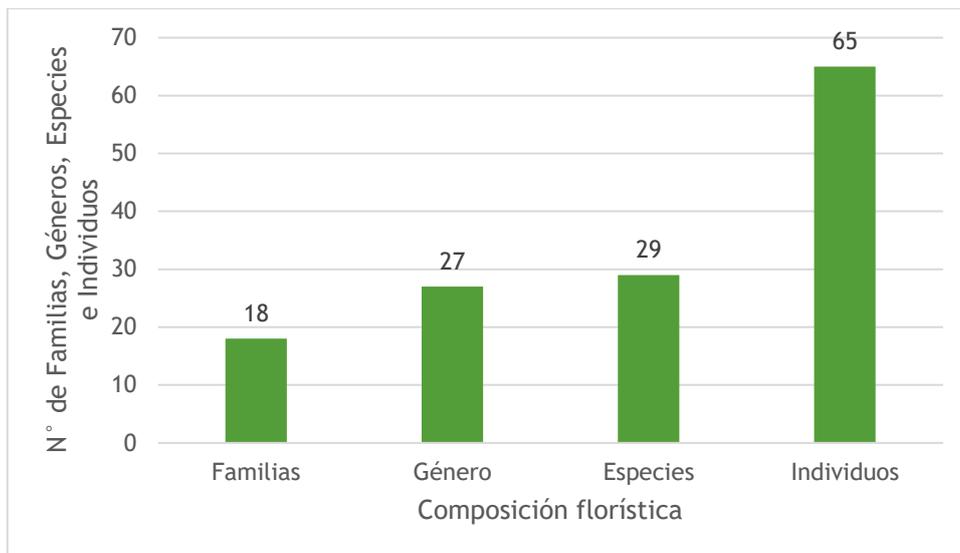


Figura 12-13 Riqueza registrada en PMF-4

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

Se presenta la distribución de especies por familias. La familia Moraceae y la familia Rubiaceae destacan con cuatro especies cada una. lo que sugiere una presencia significativa y posiblemente una importancia ecológica particular dentro del ecosistema analizado. La familia Arecaceae. Clusiaceae. Euphorbiaceae. Sapotaceae y Urticaceae contribuyen con dos especies cada una. mostrando una diversidad considerable. pero en menor proporción que las familias Moraceae y Rubiaceae.

Además. las familias Araliaceae. Burseraceae. Cyatheaceae. Elaeocarpaceae. Fabaceae. Lamiaceae. Lauraceae. Malvaceae. Melastomataceae. Salicaceae y Simaroubaceae están representadas por una especie cada una. Estas distribuciones reflejan la variedad taxonómica presente en el área de estudio y la importancia relativa de cada familia en términos de diversidad biológica.

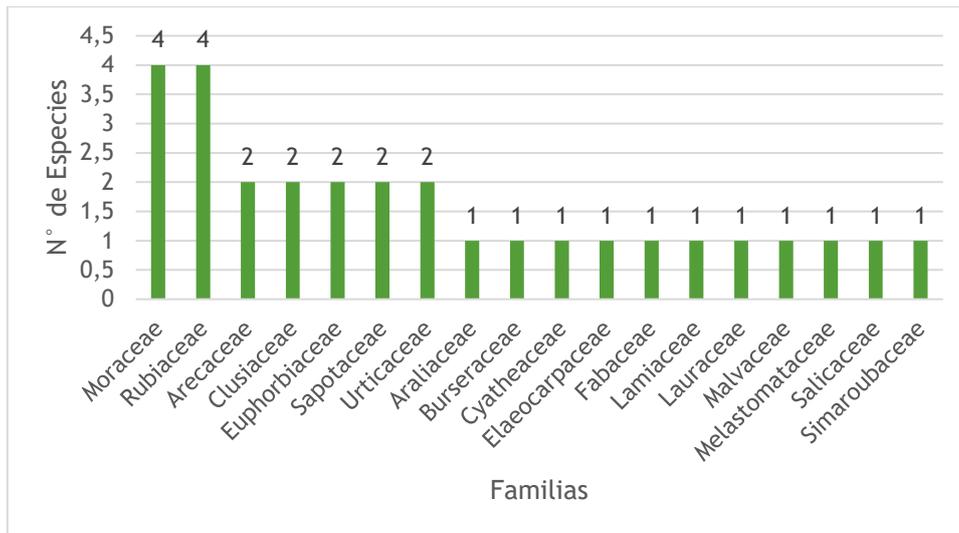


Figura 12-14 Familias dominantes presentes en PMF-4

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

En el estudio de la biodiversidad vegetal, se identificaron varias especies con diferentes niveles de abundancia. La especie más numerosa fue *Iriartea deltoidea*, con un total de 21 individuos, lo que representa aproximadamente el 32% de la población total de plantas registradas en el área estudiada. Le sigue *Wettinia maynensis* con 6 individuos, constituyendo alrededor del 9% de la población, seguida de cerca por *Sloanea cf. guianensis* y *Miconia sp2.*, cada una con 3 individuos, representando el 5% de la muestra cada una.

Además, se identificaron varias especies con una presencia más limitada, como *Dendropanax sp.*, *Conceveiba sp.*, *Pseudolmedia macrophylla*, *Trophis caucana*, *Hippotis mollis*, *Palicourea sp.*, *Micropholis venulosa*, *Dacryodes peruviana*, *Clusia ducuoides*, *Tovomita weddelliana*, *Cyathea bipinnatifida*, *Alchornea glandulosa*, *Inga ruiziana*, *Aegiphila integrifolia*, *Ocotea sp.*, *Matisia bracteolosa*, *Ficus sp.*, *Helicostylis tomentosa*, *Pentagonia sp.*, *Pentagonia spathicalyx*, *Casearia arborea*, *Pouteria sp.*, *Simarouba amara*, *Cecropia montana* y *Cecropia sciadophylla*, cada una con 2 individuos o menos, contribuyendo cada una con un 3% o menos de la población total.

Este análisis detallado permite comprender la estructura y la distribución relativa de las especies vegetales en el ecosistema estudiado, destacando las especies más dominantes y aquellas que tienen una presencia más limitada en el área de estudio.

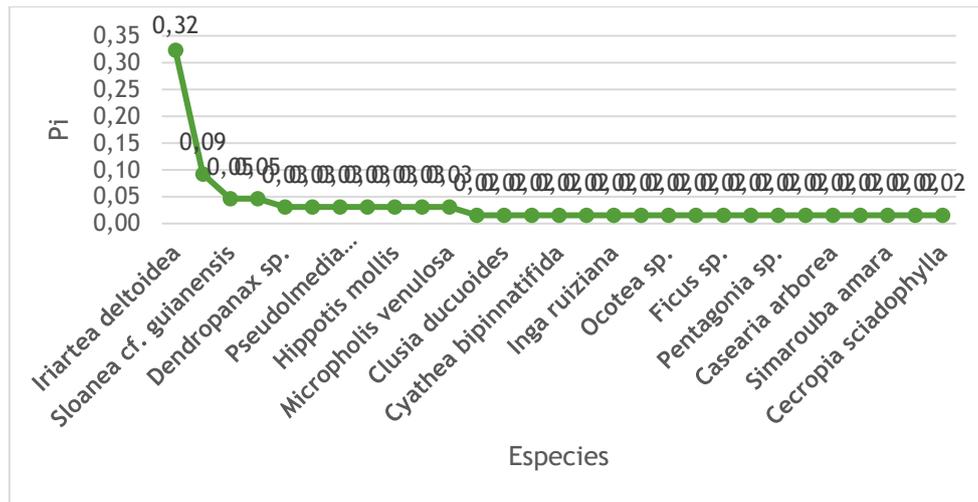


Figura 12-15 Curva de dominancia de especies de flora registradas en PMF-4  
 Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
 Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### b. Índice de Valor de Importancia

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia las especies *Iriartea deltoidea* (33.1 %); *Wettinia maynensis* (24.4 %) son las dos especies más representativas con un total del 89.53 % de participación. En la siguiente tabla se detalla de manera descendente el índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas.

Tabla N° 12. 13 Área Basal. Índice de valor importancia y Volumen Total de madera de punto PMF-4.

Nº	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE LOCAL	F	AGB (t)	AB	DNR	DMR	IVI	VT	VC
1	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Pambil	21	1.31	0.40	32.31	15.10	47.41	5.11	2.26
2	Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	Chontillo	6	0.35	0.11	9.23	4.20	13.44	1.11	0.49
3	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea cf. guianensis</i>	Aritaco	3	2.74	0.20	4.62	7.39	12.01	2.55	1.14
4	Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i>	No se reportó	2	3.18	0.22	3.08	8.36	11.44	3.15	1.52
5	Malvaceae	<i>Matisia bracteolosa</i>	Sacha sapote	1	3.56	0.25	1.54	9.57	11.11	4.09	1.78
6	Rubiaceae	<i>Hippotis mollis</i>	No se reportó	2	1.93	0.18	3.08	6.92	10.00	2.77	1.38
7	Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Guarumo	1	1.47	0.17	1.54	6.50	8.04	2.78	0.85
8	Fabaceae	<i>Inga ruiziana</i>	Guabo	1	2.24	0.16	1.54	5.99	7.53	2.45	1.22
9	Euphorbiaceae	<i>Conceveiba sp.</i>	No se reportó	2	1.12	0.11	3.08	4.30	7.38	1.49	0.70
10	Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>	No se reportó	2	0.70	0.11	3.08	4.24	7.32	1.21	0.53
11	Melastomataceae	<i>Miconia sp2.</i>	No se reportó	3	0.17	0.04	4.62	1.40	6.01	0.32	0.13
12	Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	Motilón	1	0.87	0.12	1.54	4.43	5.97	1.32	0.58
13	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	No se reportó	1	0.86	0.11	1.54	4.31	5.85	1.20	0.64
14	Moraceae	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	No se reportó	2	0.55	0.06	3.08	2.36	5.44	0.78	0.36
15	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Amargo	1	0.63	0.09	1.54	3.46	5.00	1.16	0.51
16	Rubiaceae	<i>Pentagonia sp.</i>	No se reportó	1	0.64	0.08	1.54	3.07	4.60	1.03	0.51
17	Araliaceae	<i>Dendropanax sp.</i>	No se reportó	2	0.10	0.02	3.08	0.92	3.99	0.22	0.10
18	Moraceae	<i>Trophis caucana</i>	Mangle 2	2	0.10	0.02	3.08	0.76	3.84	0.16	0.08
19	Burseraceae	<i>Dacryodes peruviana</i>	Copal	1	0.45	0.05	1.54	2.06	3.60	0.65	0.31
20	Clusiaceae	<i>Clusia ducoides</i>	Yarazo	1	0.13	0.02	1.54	0.70	2.24	0.17	0.08
21	Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	Canelo	1	0.09	0.02	1.54	0.67	2.20	0.20	0.10
22	Rubiaceae	<i>Pentagonia spathicalyx</i>	No se reportó	1	0.09	0.02	1.54	0.61	2.15	0.18	0.06

Nº	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE LOCAL	F	AGB (t)	AB	DNR	DMR	IVI	VT	VC
23	Moraceae	<i>Helicostylis tomentosa</i>	No se reportó	1	0.10	0.02	1.54	0.59	2.13	0.16	0.07
24	Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Caimitillo	1	0.07	0.01	1.54	0.43	1.96	0.12	0.06
25	Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	No se reportó	1	0.05	0.01	1.54	0.38	1.92	0.09	0.05
26	Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	Guarumo	1	0.03	0.01	1.54	0.36	1.90	0.08	0.04
27	Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	Amarillo	1	0.05	0.01	1.54	0.33	1.86	0.07	0.03
28	Clusiaceae	<i>Cyathea bipinnatifida</i>	Helecho	1	0.06	0.01	1.54	0.30	1.83	0.07	0.03
29	Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i>	Mangle	1	0.02	0.01	1.54	0.30	1.83	0.07	0.03
<b>TOTAL</b>				<b>65</b>		<b>2.66</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>34.76</b>	<b>15.64</b>

**Simbología:** F: Frecuencia; AB: Área Basal en m<sup>2</sup>; DNR: Densidad Relativa; DMR: Dominancia Relativa; IVI: Índice de Valor de Importancia; VT: Volumen Total de madera; VC: Volumen Comercial de la madera.

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### c. Índice de Diversidad

#### - Índice de Shannon y Simpson

La diversidad, evaluada mediante el índice de Simpson (1-D) y Shannon (H), muestra valores de 0.87 y 2.75 respectivamente. Estos valores sugieren una diversidad alta y media respectivamente, indicando que la comunidad no está dominada por unas pocas especies y que hay una distribución más uniforme entre ellas. Es un bosque conservado, pero geografía con pendientes fuertes en el lugar no permite que existiera una diversidad alta, existiendo deslizamientos que impide que la vegetación llegue a su madurez.

#### - Índice de Chao

El valor obtenido para este estimador es 48 especies esperadas, lo que significa que, en comparación con las 29 especies registradas, en esta área se ha realizado en un 60.41 %, determinándose como un registro poco significativo según mencionado índice.

La presencia de índices como Chao-1 (48) sugiere que la riqueza de especies podría ser mayor, considerando posibles especies no detectadas en el muestreo.

### d. Volumen total y volumen comercial

El volumen total registrado en el área de estudio es de aproximadamente 34.76 metros cúbicos (m<sup>3</sup>), mientras que el volumen comercial, que se refiere al volumen de madera aprovechable para fines comerciales, es de alrededor de 15.64 metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Esto indica que una parte significativa del volumen total registrado no es considerada comercialmente aprovechable, posiblemente debido a factores como la calidad de la madera, su diámetro o características específicas que afectan su valor comercial.

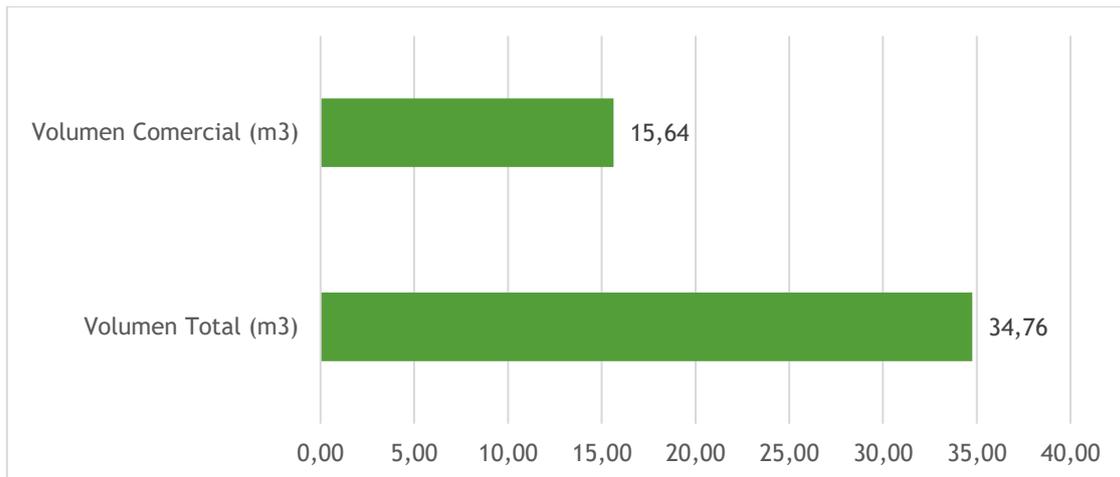


Figura 12-16 Biomasa total y volumen comercial presentes en PMF-4

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

## 12.9.2. Parámetros ecológicos

### Especies dominantes

Son las especies más abundantes (A). aquellas que presentan una frecuencia de más de cinco individuos dentro del área de estudio. Entre las especies más dominantes se encuentran las siguientes: *Piptocoma discolor*, *Cecropia sp.*, *Terminalia amazónica*, *Cecropia montana*.

### Especies Indicadoras

Las especies pioneras colonizadoras de rápido crecimiento. donde sus poblaciones se desarrollan con mayor eficacia indicando así un área intervenida. registradas en los sitios de muestreo son: *Cecropia sp.*, *Inga ruiziana*, *Vernonanthura patens*, *Clusia sp.* Entre otras.

### Especies Endémicas y Registros Importantes

En el área de implantación del proyecto. se registró dos especies consideradas por la Normativa Forestal Vigente (MAE, 2015) de aprovechamiento condicionado estas son: *Ficus sp.* y *Ocotea sp.* Una especie condicionada hace referencia que debe tener un diámetro mínimo de corta o que está prohibido su aprovechamiento por su sobre explotación.

Según la verificación en el Libro Rojo de plantas Endémicas para el Ecuador. no se registró ninguna especie endémica en el área de estudio. De las 48 especies registradas en el Inventario Forestal; 27 especies se encuentran en categoría de amenaza según la UICN en el ámbito geográfico global (UICN, 2021); tal como se muestra a continuación:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251).

Tabla N° 12. 14 Estado de Conservación Proyecto minero Cristinas

ESTADO DE CONSERVACION						
Familia	Especie	Nombre común	Nacion al	UIC N	CITE S	CONDICIONA DO
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i>	Mangle	...	LC	...	...
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	Motilón	...	LC	...	...
Lauraceae	<i>Aniba sp.</i>	Canelón	...	...	...	...
Melastomataceae	<i>Axinaea sp</i>	Chinchaca	...	...	...	...
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	Casearia	...	LC	...	...
Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	Guarumo	...	...	...	...
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Guarumo	...	LC	...	...
Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Guarumo	...	...	...	...
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	No se reportó	...	LC	...	...
Rubiaceae	<i>Cinchona sp.</i>	Cinchona	...	LC	...	...
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i>	Yarazo	...	LC	...	...
Clusiaceae	<i>Clusia ducuoides</i>	Yarazo	...	LC	...	...
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba sp.</i>	No se reportó	...	...	...	...
Cyatheaceae	<i>Cyathea bipinnatifida</i>	Helecho	...	...	...	...
Burseraceae	<i>Dacryodes peruviana</i>	Copal	...	LC	...	...
Araliaceae	<i>Dendropanax sp.</i>	No se reportó	...	...	...	...
Lauraceae	<i>Endlicheria aurea</i>	Canelón	...	...	...	...
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	No se reportó	...	...	...	...
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum sprucei</i>	Capulí	...	LC	...	...
Moraceae	<i>Helicostylis tomentosa</i>	No se reportó	...	LC	...	...
Rubiaceae	<i>Hippotis mollis</i>	No se reportó	...	LC	...	...
Humiriaceae	<i>Humiriastrum cf. mapiriensis</i>	No se reportó	...	...	...	...
Fabaceae	<i>Inga densiflora Benth.</i>	Guabo	...	LC	...	...
Fabaceae	<i>Inga ruiziana</i>	Guabo	...	LC	...	...
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Pambil	...	LC	...	...
Lacistemataceae	<i>Lozania cf. nunkui</i>	Juan colorado	...	...	...	...
Malvaceae	<i>Matisia bracteolosa</i>	Sacha sapote	...	LC	...	...
Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	Sierra	...	...	...	...
Melastomataceae	<i>Miconia sp2.</i>	Sierra	...	...	...	...
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i>	No se reportó	...	LC	...	...
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	Canelo	...	...	...	...
Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>	No se reportó	...	...	...	...
Rubiaceae	<i>Pentagonia sp.</i>	No se reportó	...	...	...	...
Rubiaceae	<i>Pentagonia spathicalyx</i>	No se reportó	...	LC	...	...
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i>	Tunash.Pigue	...	LC	...	...
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor Mart</i>	Mata palo	...	LC	...	...
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Yarazo	...	...	...	...
Moraceae	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	No se reportó	...	...	...	...
Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	Fósforo	...	...	...	...
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Amargo	...	LC	...	...
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea cf. guianensis</i>	Aritaco	...	...	...	...
Combretaceae	<i>Terminalia amazonica</i>	Yumbingue	...	...	...	SI
Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	Amarillo	...	LC	...	...
Moraceae	<i>Trophis caucana</i>	Mangle 2	...	LC	...	...
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Laritaco	...	LC	...	...
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Achiotillo. Sangre de gallina	...	LC	...	...
Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	Chontillo	...	LC	...	...
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Sacha romerillo	...	LC	...	...

LC= Preocupación menor

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### Uso del Recurso

La vegetación existente en las áreas de muestreo. presentan algunos usos por parte de los pobladores locales y las comunidades.

En la siguiente tabla. se muestra el uso de las especies encontradas.

**Tabla N° 12. 15** Especies de flora con usos locales en el área de estudio.

Familia	Especie	Nombre común	Usos
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i>	Mangle	Ornamental - Medicinal
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	Motilón	Perfumeria - Medicinal - Maderable
Lauraceae	<i>Aniba sp.</i>	Canelón	Ornamental - Medicinal
Melastomataceae	<i>Axinaea sp</i>	Chinchaca	Medicinal - Maderable
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	No se reportó	Medicinal - Fibras
Urticaceae	<i>Cecropia montana</i>	Guarumo	Ornamental - Medicinal
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Guarumo	Ornamental - Medicinal
Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Guarumo	Alimento fauna - Medicinal
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	No se reportó	Ornamental - Medicinal
Rubiaceae	<i>Cinchona sp.</i>	Cinchona	Medicinal - Maderable
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i>	Yarazo	Alimento Fauna - Maderable - Leña
Clusiaceae	<i>Clusia ducoides</i>	Yarazo	Alimento Fauna - Maderable - Leña
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba sp.</i>	No se reportó	Perfumeria - Medicinal - Maderable
Cyatheaceae	<i>Cyathea bipinnatifida</i>	Helecho	Ornamental - Medicinal
Burseraceae	<i>Dacryodes peruviana</i>	Copal	Medicinal - Maderable
Araliaceae	<i>Dendropanax sp.</i>	No se reportó	Comestible - Alimento Fauna - Materiales
Lauraceae	<i>Endlicheria aurea</i>	Canelón	Medicinal - Maderable
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	No se reportó	Alimento - Maderable - Materiales - Medicinal
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum sprucei</i>	Capulí	Ornamental - Medicinal
Moraceae	<i>Helicostylis tomentosa</i>	No se reportó	Alimento - Maderable - Materiales - Medicinal
Rubiaceae	<i>Hippotis mollis</i>	No se reportó	Medicinal - Maderable
Humiriaceae	<i>Humiriastrum cf. mapiriensis</i>	No se reportó	...
Fabaceae	<i>Inga densiflora Benth.</i>	Guabo	Alimento- Medicinal - Maderable
Fabaceae	<i>Inga ruiziana</i>	Guabo	Alimento- Medicinal - Maderable
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Pambil	Comestible - Alimento Fauna - Materiales
Lacistemataceae	<i>Lozania cf. nunkui</i>	Juan colorado	Alimento fauna - Medicinal-Maderable
Malvaceae	<i>Matisia bracteolosa</i>	Sacha sapote	Medicinal - Maderable
Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	No se reportó	Alimento - Maderable - Materiales - Medicinal
Melastomataceae	<i>Miconia sp2.</i>	No se reportó	Alimento - Maderable - Materiales - Medicinal
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i>	No se reportó	Ornamental - Medicinal
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	Canelo	Medicinal - Maderable
Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>	No se reportó	Medicinal - Maderable
Rubiaceae	<i>Pentagonia sp.</i>	No se reportó	Medicinal - Maderable
Rubiaceae	<i>Pentagonia spathicalyx</i>	No se reportó	Alimento Fauna - Maderable - Leña
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor (Kunth) Pruski</i>	Tunash.Pigue	Ornamental - Medicinal
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor Mart</i>	Mata palo	Alimento fauna - Medicinal
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Yarazo	Maderable
Moraceae	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	No se reportó	Alimento - Maderable
Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	Fósforo	Comestible - Alimento Fauna - Materiales
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Amargo	Ornamental - Medicinal
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea cf. guianensis</i>	Aritaco	Perfumeria - Medicinal - Maderable
Combretaceae	<i>Terminalia amazonica</i>	Yumbingue	Alimento - Maderable - Leña
Clusiaceae	<i>Tovomita weddelliana</i>	Amarillo	Alimento - Maderable - Leña
Moraceae	<i>Trophis caucana</i>	Mangle 2	Alimento - Maderable
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens (Kunth) H. Rob.</i>	Laritaco	Medicinal - Maderable

Familia	Especie	Nombre común	Usos
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L) Triana & Planch.	Achiotillo. Sangre de gallina	Alimento fauna - Medicinal
Arecaceae	<i>Wettinia maynensis</i>	Chontillo	Ornamental - Medicinal
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Sacha romerillo	Alimento Fauna - Maderable - Leña

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### 12.9.3. Cuadro Resumen del Inventario Forestal

La presente tabla a continuación presenta un detalle de los resultados generales de la evaluación forestal realizada en las concesiones mineras Arza y Cristinas de cada parcela interpolada para 1 ha que sumando los cuatros nos dan 4 ha y su volumen es 488.23 m<sup>3</sup>, esta variación se debe de que no todos los transectos presentan el mismo tamaño. Con este resultado haciendo una interpolación para una ha es 156,07 m<sup>3</sup>/ha

$$4 \text{ ha} \rightarrow 488.23 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ ha} \rightarrow X = ? \text{ m}^3 \quad X = 156,07 \text{ m}^3/\text{ha}$$

**Tabla N° 12. 16 Resumen del inventario forestal**

Transecto	N° de arboles	AB (m <sup>2</sup> )	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )	AB/Ha	Vt/Ha	Vol Com/ha
PMF-1	52	1.00	10.08	3.81	9.96	100.85	38.15
PMF-2	15	0.20	0.96	0.32	3.94	19.28	6.47
PMF-3	11	0.19	1.02	0.36	3.89	20.49	7.22
PMF-4	65	2.66	34.76	15.64	26.56	347.62	156.36
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>4.04</b>	<b>46.83</b>	<b>20.14</b>	<b>44.36</b>	<b>488.23</b>	<b>208.20</b>

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

## 12.10. Valoración económica

### 12.10.1. Introducción

El crecimiento económico y la protección ambiental son dos conceptos que se han empezado a integrar y su unión está estrechamente asociada al concepto de desarrollo sustentable.

El desarrollo sustentable tiene como premisa el equilibrio entre la actividad económica. los sistemas biofísicos y la calidad de vida de la sociedad. Mantener ese equilibrio implica conocer y dar valor a los costos y efectos negativos. así como a los beneficios. que se producen por la selección de las actividades económicas y los patrones de consumo relacionados con la diversidad biológica.

La población se beneficia de un "capital natural" a través de la provisión de bienes. tales como: alimentos. medicinas. materias primas; y de los servicios ambientales. como la conservación y almacenamiento de agua. la calidad del aire. del agua y del suelo; y los servicios de recreación para las generaciones presentes y futuras.

La actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos.

Dentro de la valoración económica se tiene los usos directos e indirectos que la naturaleza ofrece. Entre los usos directos se encuentran:

- Madera
- Leña y carbón vegetal
- Biodiversidad e información genética
- Productos forestales no maderables
- Turismo y servicios recreativos

Entre los usos indirectos se encuentran:

- Protección de fuentes de agua
- Almacenamiento y secuestro del carbón

Los servicios ambientales incluyen la regulación de gases de efecto invernadero-fijación de carbono y belleza escénica. Mientras que, los bienes ambientales incluyen agua, productos maderables y no maderables del bosque en cuestión, productos medicinales, plantas ornamentales y artesanías.

Con este antecedente el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica ha determinado como importante el poder ejecutar valoraciones económicas por servicios ambientales proporcionados en las zonas que se van a intervenir por proyectos hidrocarburíferos, fotovoltaicos o mineros; esto con el propósito de sustentar los servicios que se pierden por esta actividad.

El área de implantación será 40.6 ha correspondientes a bosque nativo, áreas arbustivas (rastrojo) y áreas agropecuarias. Para este proyecto se realizarán las valoraciones relacionadas al aporte por fijación de carbono, considerando los parches de bosque nativo y secundario los cuales se verán afectados en su mayor parte por la implementación del proyecto; es así que se considera 26.82 ha que se verán afectadas por los desbroces y movimientos de tierra.

#### **12.10.2. Objetivos**

Identificar los bienes y servicios ambientales presentes en el área en base al Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental en relación al Informe Forestal realizado.

Determinar el valor por la pérdida de servicios ambientales que ocasionaría las fases de Exploración y Explotación Simultánea de Minerales No Metálicos. Bajo El Régimen De Pequeña Minería de Las Concesiones Mineras Arza (Código 501416) y Cristinas (Código 50001251).

### 12.10.3. Metodología

Para la valoración económica los aportes de bosques y vegetación nativa fueron empleados a partir de ecuaciones establecidas en el Anexo 1 del Acuerdo ministerial N°134. La valoración económica se basa en cinco (5) bienes ecosistémicos como: Valoración agua. Productos maderables. Productos medicinales. Artesanía y Plantas Ornamentales. Por otro lado. se establece los análisis de fijación de carbono y belleza escénica. los cuales están considerados en las categorías de servicios (RO No. 812 de 18 de octubre de 2012). en donde se menciona que “Los costos de valoración por cobertura vegetal nativa a ser removida. en la ejecución de obras o proyectos públicos y estratégicos realizados por personas naturales o jurídicas públicas y privadas. que requieran de licencia ambiental. se utilizará el método de valoración establecido en el Anexo 1 del presente Acuerdo Ministerial”.

Para la obtención de datos aplicaron técnicas como entrevistas verbales in situ a pobladores del área de estudio o trabajadores del proyecto. en temas como el turismo y uso de las especies forestales.

Para realizar la valoración económica de los bienes y servicios. es necesario definir el área de desbroce resultante de la implementación del proyecto “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS. BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251)”. A continuación. se presenta un resumen de los datos obtenidos del ceso forestal del área del proyecto. verificándose la viabilidad para la valoración económica.

**Tabla N° 12. 17** Matriz de viabilidad para ejecutar la valoración económica de las áreas de implementación del proyecto

Parámetros		Área de Implantación del Proyecto
Proyecto Arza y Cristina	Área basal (m <sup>2</sup> )	4,04
	Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	20,14
	Volumen total (m <sup>3</sup> )	46,83
	Superficie de muestreo (ha)	0,3
	Superficie de desbroce (ha)	26,82
	Volumen total de desbroce(m <sup>3</sup> )	4186.60
Viabilidad de valoración		Si

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

#### 12.10.4. Valoración de los Servicios Ambientales

Los servicios ambientales tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor. Son considerados como la capacidad que tienen los ecosistemas para generar productos útiles para el hombre, entre los que se pueden citar regulación de gases (producción de oxígeno y secuestro de carbono), belleza escénica, y protección de la biodiversidad, suelos e hídrica.

##### 12.10.4.1. Regulación de gases (Producción de oxígeno y Captura de Carbono)

Existen algunos requerimientos básicos para realizar la estimación de los aportes por el servicio de mitigación por la emisión de gases por efecto invernadero. Por un lado, se debe conocer la cantidad de C almacenado ton/ha y las tasas de fijación (ton/ha/año) que pueden fijar los distintos tipos de bosques en la zona de estudio. También es necesario conocer el precio (\$/ton) que se puede cobrar por la remoción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera mediante la fijación de carbono el servicio de fijación de gases con efecto invernadero. En este caso se aplicará los valores en el mercado voluntario de carbono o carbono neutro.

De acuerdo a las características del presente proyecto se consideró para la valorización económica del medio la regulación de gases con efecto invernadero o secuestro de carbono, debido al desbroce de los remanentes boscosos secundarios intervenidos según lo descrito anteriormente.

La evaluación de los ingresos por la regulación de gases con efecto invernadero o secuestro de carbón se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$Y_c = \sum_{i=1}^n P_c Q_i^c N_i^c$$

Donde:

**Y<sub>c</sub>**: Aportes por la fijación de carbono (\$/año)

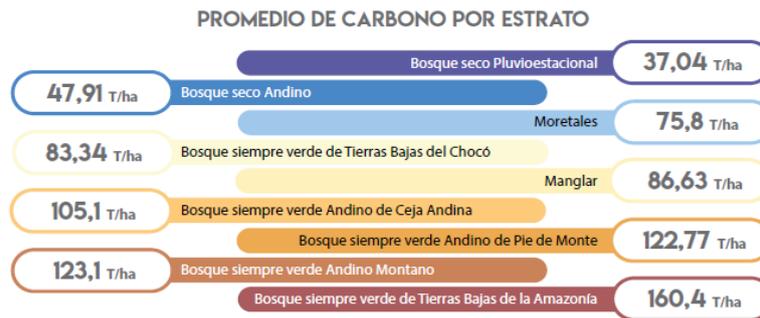
**P<sub>c</sub>**: Precio (¢/ton) del carbono fijado

**Q**: Cantidad de carbono fijado (ton/ha/año)

**n**: Número de hectáreas reconocidas para fijación de carbono

**i**: Tipo de bosque considerado para el servicio de fijación de gases con efecto invernadero

Es importante mencionar que se emplearon valores publicados por el MAE en su folleto de Estadísticas de Patrimonio Natural del 2018, en la cual se establecen los valores a los estratos para la Evaluación Nacional Forestal (MAE, 2013).



Fuente: Ministerio del Ambiente, Subsecretaría de Patrimonio Natural, Proyecto Evaluación Nacional Forestal 2009 - 2013  
 Nota: En los datos de carbono no se incluye el factor de raíz en sotobosque, ni el contenido de carbono en suelos

**Figura 17** Promedio de Carbono por estrato  
**Fuente** Folleto de Estadísticas de Patrimonio Natural. 2018

#### 12.10.4.2. Belleza Escénica como Servicio Ambiental de los Bosques

Si bien el cálculo de la belleza escénica pudiere confundirse como insumo para el cálculo de los valores por concepto del servicio relacionado al turismo y recreación. es importante distinguir que la belleza escénica representa un valor de no uso. mientras el turismo y la recreación constituyen valores de uso (Ribadeneira, 2015).

Tal como establecen los Acuerdos Ministeriales No. 076 y 134. publicados en el registro oficial No. 766 del 14 de agosto del 2012 y 25 de septiembre de 2012. respectivamente; el servicio ambiental de belleza escénica no es del todo cuantificable; por lo tanto. no es posible monitorear un volumen o cantidad específica del servicio ( Ribadeneira, 2015)

Otra manera de acercar el valor monetario que cada turista debe pagar es por medio del costo que representa para el ente administrativo mantener la calidad del servicio de belleza escénica que brinda el ecosistema. Este es un costo administrativo y no necesariamente incluye el valor del servicio ambiental en sí (Ribadeneira, 2015)

Partiendo del número promedio de turistas al año y el valor monetario por visitante por concepto de conservación de la belleza escénica. se obtiene un valor económico total por disfrute del ecosistema al año. Al dividir este valor por el área del proyecto a intervenir. se obtiene un valor de ingresos por ha al año (Ribadeneira, 2015)

$$\text{Valor belleza escénica} = \text{BN}_{be} \times A$$

Donde:

**BN<sub>be</sub>**: Beneficio Neto por belleza escénica de la zona en USD/ha

**A**: Área a intervenir en ha

### 12.10.5. Valoración de Bienes Ambientales

Los bienes que se analizan a continuación tienen la característica fundamental de que son recursos tangibles y susceptibles de cuantificar. También es posible obtener un precio para cada uno. lo que permite una estimación de los aportes generados por el aprovechamiento de cada uno de ellos.

#### 12.10.5.1. Valoración Agua

El agua es un bien que consumen las distintas actividades económicas para su respectivo proceso productivo. Estas actividades tienen un consumo medido en (m<sup>3</sup>/año). por el cual deberían pagar un precio para (\$/m<sup>3</sup>). Como el agua es un bien que puede ser utilizado en distintas actividades y el comprador puede aplicarlo para diferentes fines. el precio del agua no debe hacer diferencias entre sectores económicos. Para fines de esta metodología se considerarán dentro del análisis las actividades vinculadas con las áreas de desbroce de cobertura vegetal. y se proyecta al año. La estimación de los aportes por el aprovechamiento del agua como insumo está dada por la ecuación:

$$Y_a = \sum_{i=1}^n S_i P_a Q_i^a$$

Donde:

**Ya:** Aportes por el aprovechamiento del agua como insumo (\$/año).

**Pa:** Precio del agua como insumo de la producción (\$/m<sup>3</sup>).

**iQ:** Demanda de agua en el sector i (m<sup>3</sup>/año).

#### 12.10.5.2. Productos maderables y no maderables del bosque

Las especies maderables y no maderables en los ecosistemas. que son de interés económico. tienen diferentes precios en el mercado. Para estimar los aportes por el aprovechamiento de las especies maderables y no maderables de procedencia silvestre. es necesario conocer el volumen de madera extraída con valor comercial proveniente de la región. las especies que serán aprovechadas y su valor comercial. La estimación de los aportes se obtiene con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Y_m = \sum_{i=1}^n P_i^{mni} Q_i^{mni}$$

Donde:

**mY:** Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (\$/año).

**mniP:** Precio de bien i (\$/m<sup>3</sup>).

**mniQ:** Volumen de bien i (m<sup>3</sup>/año).

### 12.10.5.3. Productos medicinales derivados de la biodiversidad

Algunas plantas silvestres son utilizadas como productos medicinales para el tratamiento de ciertas enfermedades. Normalmente es posible cuantificar el volumen utilizado en litros para el caso de productos de consistencia líquida y viscosa.

Además, se asume que existe un precio en el mercado que el consumidor está dispuesto a pagar. Por lo tanto, la ecuación para estimar los aportes derivados de plantas medicinales de origen silvestre es:

$$Y_{MLS} = \sum_{i=1}^n P_i^{MLS} Q_i^{MLS}$$

Donde:

**Y<sub>ms</sub>**: Aportes por el aprovechamiento de bienes medicinales silvestres (\$/año)

**msiP**: Precio del bien medicinal silvestre i

**msiQ**: Cantidad explotado del bien medicinal

### 12.10.5.4. Artesanías

En relación a las artesanías, existe una producción con fines comerciales. Actualmente se ha desarrollado actividades económicas basada en la producción artificial de artesanías.

### 12.10.5.5. Plantas ornamentales

Como sucede con las plantas medicinales, existe una explotación/extracción de plantas ornamentales con fines comerciales. Actualmente se ha desarrollado una actividad económica basada en la producción artificial de plantas ornamentales lo que ha disminuido la presión por la extracción de plantas silvestres. La cuantificación de las plantas silvestres comercializadas se realiza por unidad de planta extraída. Estas plantas tienen un precio en el mercado mediante la siguiente ecuación se puede estimar los aportes provenientes de esa actividad:

$$Y_{OP} = \sum_{i=1}^n P_i^{PO} Q_i^{PO}$$

Donde:

**arY**: Aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales de la biodiversidad (\$/año).

**Poip**: Precio de las plantas ornamentales i (\$/unidad).

**poiQ**: Cantidad vendida de las plantas ornamentales i (unidades/año).

## 12.10.6. RESULTADOS

### 12.10.6.1. Fijación de Carbono

Para el análisis de carbono se ha empleado los valores de los estratos publicado por el MAATE en su folleto de Estadísticas de Patrimonio Natural del 2018 en la cual estima que el valor de captura de carbono para el Bosque Siempre Verde de Andino de Pie de monte es de 122.77 Ton/ha/año.

Con respecto a la obtención del valor por la fijación de carbono en el ambiente circundante a este proyecto. se consideró que *“Los precios de compensación de carbono en los mercados voluntarios - en la actualidad entre \$1 y \$8 dólares por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> - son mucho menores que en los mercados regulados como el ETS<sup>1</sup>. los cuales han sido utilizados por protagonistas de la Iniciativa Yasuní para calcular los posibles ingresos por ventas de los CGY.”<sup>2</sup>* por tal razón para el presente cálculo se consideró la media establecida por el mercado voluntario de carbono que es de 4.00 dólares. con una fijación de Carbono aproximado de 122.77 toneladas por hectárea/año (Estadísticas del Patrimonio Natural – MAE. 2018). lo que nos da un valor de **13 170.77USD** por año.

**Tabla N° 12. 18** Aportes por la Fijación de Carbono (\$/año)

APORTES POR LA FIJACIÓN DE CARBONO (\$/AÑO)			
Yc=	Pc	Qc	Nc
	C/ton	ton/ha/año	Ha
Yc=	4.00	122.77	26,82
Yc=	<b>\$ 13 170.77</b>		

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### 12.10.6.2. Belleza Escénica

Si bien el cálculo de la belleza escénica pudiere confundirse como insumo para el cálculo de los valores por concepto del servicio relacionado al turismo y recreación. es importante distinguir que la belleza escénica representa un valor de no uso.

Tal como establecen los Acuerdos Ministeriales No. 076 y 134. publicados en el registro oficial No. 766 del 14 de agosto del 2012 y 25 de septiembre de 2012. respectivamente; el servicio ambiental de belleza escénica no es del todo cuantificable; por lo tanto. no es posible monitorear un volumen o cantidad específica del servicio. (Ribadeneira, 2015). Si bien el cálculo de la belleza escénica pudiere confundirse como insumo para el cálculo de los valores por concepto del

<sup>1</sup> <https://www.forest-trends.org/publications/state-of-the-voluntary-carbon-markets-2020/>

<sup>2</sup> <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/Yasuni%20Study.pdf>

servicio relacionado al turismo y recreación. es importante distinguir que la belleza escénica representa un valor de no uso.

Pero de acuerdo con la observación directa realizada durante la fase de campo del presente estudio se realizó entrevistas verbales a los guías, donde se consultó sobre la actividad turística; los cuales manifestaron, que dentro del área donde se implantara el proyecto no se realizan actividades turísticas, ni es posible el ingreso de personal no autorizado a las áreas o bosques circundantes al proyecto, es decir que el turismo tiene un aporte nulo como un servicio ecosistémico provisto por los bosques naturales de la zona.

Con este antecedente y al no tener el ingreso de turistas hacia o personal con fines de recreación, en ARZA y CRISTINA se considera que el aporte por este servicio ecosistémico será de cero dólares (\$ 0,00 USD).

La tabla a continuación presente el cálculo de belleza escénica para el área de desbroce definida.

**Tabla N° 12. 19** Aportes por Belleza Escénica

APORTES BELLEZA ESCÉNICA (TURISMO)		
$Y_{be} = CM_{BE} \times A_t$		
$Y_{be}$ = Aporte por belleza escénica en turismo (USD)		
$CM_{BE}$ = Costo de mercado belleza escénica (USD/ha)		
$A_t$ = Área a intervenir por el proyecto (ha)		
$Y_{be} =$	$CM_{BE}$	$A_t$
$Y_{be} =$	0,00 USD/Ha	26,82
$Y_{be} =$	<b>0,00 USD</b>	

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

### 12.10.6.3. Agua

Según la descripción del Proyecto de las concesiones mineras Arza y Cristinas menciona que "El agua para consumo humano, para baterías sanitarias y servicios menores es suministrada por botellones de agua. Cabe recalcar que para las actividades de exploración y/o explotación no se hará uso del recurso hídrico, debido a que el mineral una vez extraído del área de operación es conducido por volquetas rápidamente al centro de acopio ubicado en Panguintza fuera de los límites de las concesiones mineras". Por tal motivo en fase de exploración y explotación de minerales no metálicos no se utilizará y no generan afectación a cuerpos de agua superficial y/o subterránea; y no afecta derecho alguno de acceso al agua. Con esta aclaración este ítem de valoración por el aporte del recurso agua no aplica y su valoración es nula o cero.

#### 12.10.6.4. Aprovechamiento de productos maderables y no maderables

Para la obtención de este bien se incluyó los valores por comercialización de madera. donde se establece una relación con la distancia establecida hacia el mercado más cercano a la zona de influencia directa del proyecto; de la misma forma se consideró lo establecido en el Acuerdo Ministerial 041 que establece el pago de 3 USD por el aprovechamiento de cada metro cubico de madera en pie. El área de implantación donde se va a desarrollar el proyecto es de aproximadamente 26,82 ha.

Tabla N° 12. 20 Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables

APORTES POR EL APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS MADERABLES Y NO MADERABLES			
$Y_m = \sum P Q_{mn}$			
Ym = Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables			
Pmn= Precio del Bien i (S/m <sup>3</sup> )			
Qmn= Volumen de bien i (m <sup>3</sup> /año)			
Ym =	Pmn \$/m <sup>3</sup>	Qmn m <sup>3</sup> /año	Ym \$/año
Ym =	3	4186.60	12 559.80
Ym =	<b>12 559.80</b>		

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

#### 12.10.6.5. Productos Medicinales Derivados de la Biodiversidad

A pesar de que en el inventario forestal se hayan registrado especies que poseen propiedades medicinales, en esta área no se han registrado actividades con este fin comercial. dicha información se puede verificar en el Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Guayzimi y del Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) parroquial de Zurmi, donde se menciona que no realizan comercio de flora y fauna silvestre. De igual manera no existe ningún tipo de manejo de viveros, por lo cual esta actividad no aplica a este proyecto. Hay que mencionar que también según las encuestas aplicadas en la parte social de la línea base mencionan que su población se dedica a la ganadería y a prestar mano de obra a las mineras como Lundin Gold y Ecsa (ver Anexo 8. Medio Socioeconómico). Así mismo de acuerdo a la información levantada en campo por el equipo de Ecuambiente Consulting Group durante el levantamiento de línea del proyecto ubicado en esta parroquia, denominado INVENTARIO FORESTAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE 19 PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN Y CAMINOS DE ACCESO EN EL PROYECTO MINERO CASCAS – FASE DE EXPLORACIÓN INICIAL menciona que la población del sector no posee actividades económicas alternativas como la productos medicinales, ornamentales y artesanales y que sus actividades están relacionadas a otras actividades como la ganadería y agricultura. Por lo tanto, al no existir la variable (Qi) que representa a la cantidad explotada del bien medicinal, ornamental y artesanal el valor por este aprovechamiento es cero.

#### 12.10.6.6. Plantas Ornamentales

Al igual que las plantas medicinales en el área no se han registrado actividades con este fin comercial. dicha información se puede verificar en el “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Guayzimi”. donde se menciona que no realizan comercio de flora y fauna silvestre. De igual manera no existe ningún tipo de manejo de viveros o algo por el estilo por lo cual esta actividad no aplica a este proyecto. Hay que mencionar que también según las encuestas aplicadas en la parte social de la línea base mencionan que su población se dedica a la ganadería y a prestar mano de obra a las mineras como Lundin Gold y Ecsa (ver Anexo 8. Medio Socioeconómico).

#### 12.10.6.7. Artesanías

Dentro de las entrevistas sociales se hace mención que realizan trabajos de ganadería u otra actividad diferente a la de artesanías. por tal motivo no existen habitantes que se dediquen a la elaboración de artesanías. Los habitantes se dedican a agricultura. ganadería y prestación de servicios de mano de obra en actividades que demandan ocasionalmente las actividades mineras u otras relacionadas (ver Anexo 8. Medio Socioeconómico), por lo que no se dedican a la fabricación de artesanías. Esta actividad no aplica a este proyecto, Tal cual menciona la parte social en la línea base del estudio realizado por tal motivo este ítem es nulo en su valor.

#### 12.10.6.8. Aportes totales por bienes y servicios ambientales

Realizados los cálculos de los bienes y servicios aplicables al proyecto. se procede a la suma de los mismos. para de esta manera obtener la valoración por biodiversidad dentro del área del proyecto, como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla N° 12. 21** Aportes totales por Servicios y Bienes Ambientales de la Biodiversidad

No.	Aporte por cada componente del estudio: Área total efectiva = 34,06 ha.	Valor
1	Valoración de la Regulación de Gases con Efecto Invernadero	\$ 13 170.77
2	Valoración de la Belleza Escénica como Servicio Ambiental de los Bosques	\$ 0,00
3	Valorización del Agua	\$ 0,00
4	Valorización de los Productos Maderables y No Maderables del Bosque	\$ 12 559.80
5	Valorización de los Productos Medicinales Derivados de la Biodiversidad	\$ 0,00
6	Valorización de las Plantas Ornamentales y Artesanías	\$ 0,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 25 730.57</b>

Fuente: Información del Levantamiento de Campo. marzo/2024.  
Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda

La cuantía obtenida en base a los ítems mencionados asciende a \$ **25 730.57** USD.

### 12.11. Conclusiones

En términos de riqueza y abundancia. se registró una diversidad considerable en el área de estudio. con un total de 143 individuos arbóreos con  $DAP \leq 10$  cm y la identificación de 49 especies y 26 familias. Entre las familias más representativas se encuentran Rubiaceae. Moraceae y Urticaceae. cada una con múltiples especies registradas. lo que refleja la variedad taxonómica presente en el área estudiada.

La distribución de especies y su importancia relativa revela que *Piptocoma discolor* es la especie más abundante. seguida por otras especies como *Cecropia sp.* y *Terminalia amazonica*. Además. se identificaron varias especies que contribuyen de manera equitativa a la diversidad. aunque con una presencia individual menor. lo que subraya la diversidad de especies presentes en el ecosistema estudiado.

El estudio en el Área de las Concesiones mineras Arza y Cristinas indica una estructura diversa y compleja en el bosque. con una distribución diferencial según clases diamétricas y estructura vertical. así como una riqueza significativa de especies y familias botánicas. Estos hallazgos son fundamentales para comprender la dinámica y la salud del ecosistema forestal en esta región.

Para establecer el valor de pago por la afectación al bosque nativo del área de estudio. se considera aplicar el método de valoración del Acuerdo Ministerial 134 porque los bosques del área de estudio son considerados nativos. pese a la presión que existe sobre ellos.

Las fases de exploración y explotación simultánea de minerales no metálicos. bajo el régimen de pequeña minería de las concesiones mineras Arza y Cristinas es de 40.6 ha de las cuales solo 26,82 ha corresponden a vegetación nativa, 4,33 ha corresponde a arbustos (rastrajo) y 9,45 áreas intervenidas o agropecuarias en proceso de regeneración.

El volumen total de madera a ser removida por las instalaciones a ser incorporadas es 5 316.77 m<sup>3</sup>.

En el aspecto de valoración del servicio ecosistémico del producto. ornamental y artesanal. se ha determinado un aporte nulo. ya que hacia los bosques que existen en áreas circundantes del proyecto. la población del sector tiene orientada a otras actividades como la ganadería y agricultura.

En función del análisis realizado se ha definido que el valor a cancelar por la valoración económica de los bienes y servicios ambientales y camino de acceso (trocha) en el proyecto minero es **de \$ 25 730.57 USD.**

### 12.12. Recomendaciones

Realizar actividades de rescate de especies forestales de importancia económica y maderable y las que la Autoridad Ambiental considere pertinente.

Contar con un vivero para la reubicación de especies rescatadas. las cuales deberán ser empleadas en la repoblación mediante forestación y reforestación de vegetación nativa. en las zonas que se intervengan y el resto del proyecto minero.

Establecer áreas en las que se pueda efectuar la siembra programada de las especies afectadas.

Para los procesos de revegetación y reforestación implementar un programa de seguimiento. donde se evalué los resultados adecuados de la actividad.

Cumplir con el plan de manejo ambiental en cuanto a la gestión de impactos en el aspecto biótico y forestal

### 12.13. Bibliografía

Aguirre Z. (2013). Métodos para la medición de la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Carrera de Ingeniería Forestal. Loja. Ecuador. 72 p.

Aguirre Z., Aguirre N. (1999). Guía para realizar estudios en comunidades vegetales. Herbario Reinaldo Espinoza. Universidad Nacional de Loja. Loja. Ec. 50 p.

Baldares. C; Laarman. M; Laarman. J. (1990). User fees at protected areas in Costa Rica. JR Vincent. EW Crawford y JP Hoehn (comps.). Valuing Environmental Benefits in Developing Economies. Ann Arbor. Michigan. Michigan State University.

Cancino. J. (2012). Dendrometría básica. Universidad de Concepción.: Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Obtenido de [http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/407/2/Dendrometría\\_Basica.pdf](http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/407/2/Dendrometría_Basica.pdf)

Cerón. C. (2003). Manual de Botánica Sistemática. Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador. Herbario "Alfredo Paredes"QAP. Escuela de Biología de la Universidad Central del Ecuador. Quito.

De la Torre. L., Navarrete. H., Muriel. M., Macias. M., & Balslev. H. (2008). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Quito & Aarhus: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.

Eguiguren P., T. Ojeda. (2009). Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático. sobre la diversidad florísticas en una zona piloto del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja. Ecuador 256 p.

Fleishman. E., Murphy. D., & Blair. R. (2001). Selecting effective umbrella species. Conservation Biology. 17-23.

Hernández. J., Serra. M., & Yancas. L. (2000). Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. Chile.

- León-Yáñez. S., Valencia. R., Pitman. N., Endara. L., Ulloa. C., & Navarrete. H. (2011). Libro rojo de Plantas Endemicas del Ecuador (Vol. 2° Edicion). Quito.
- MAATE. (2020). Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- MAE. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- MAE. (10 de Agosto de 2015). Acuerdo Ministerial 125. Obtenido de <https://mluisforestal.files.wordpress.com/2017/12/nmfs-bosques-125.pdf>
- Magurran. A. (2004). Measuring Biological Diversity. MA-USA.
- Martella. M. B. (2012). Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad Esfuerzo de muestreo. Reduca. 5(1). 71-115.
- Moreno. C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. vol.1. Zaragoza.
- Neill. D. (2007). Botanical Inventory of the Cordillera del Condor Region of Ecuador and Peru. Project Activities and Findings. 2004-2007.
- Ribadeneira. S. (2015). Valoración económica de bienes y servicios ambientales como una herramienta de conservación de bosques Amazónicos PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Richards. e. M. (2018). Facultad de ingeniería (doctoral dissertation. pontificia universidad católica del ecuador).
- Ruitenbeck. J. (1992). The Rainforest Supply Price: A tool for Evaluating Rainforest Conservation Expenditures. Ecological Economics. Vol. 6. Pp. 57-78.
- Torras. M. (2000). The Total Economic Value of Amazonian Deforestation. 1978-1993. Ecological Economics. Vol. 33. Pp. 283-297.
- Tropicos. (24 de 04 de 2023). Tropicos. Obtenido de <https://www.tropicos.org/name/33400369>
- UICN. (2021). IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Obtenido de [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- UICN. (2022). IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Obtenido de [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Ulloa. U., & Neill. D. (2005). Cinco años de adiciones a la flora del Ecuador 1999-2004. Loja. Ecuador.
- Yáñez. P. (2014). Ecología y biodiversidad: un enfoque desde el neotrópico. Quito: UNIBE/UIDE.