

## Tabla de Contenido

<b>6</b>	<b>Inventario Forestal y Valoración Económica.....</b>	<b>6-1</b>
6.1	Introducción .....	6-1
6.2	Datos Generales del Área de Estudio .....	6-3
6.3	Coordenadas de las Áreas Requeridas por el Proyecto .....	6-3
6.4	Descripción del Área de Estudio .....	6-3
6.5	Sistema de Clasificación de la Vegetación .....	6-3
6.5.1	Bosque Siempreverde Piemontano de Cordillera Occidental de los Andes BsPn01 .....	6-4
6.5.2	Intervención Inter01 .....	6-4
6.6	Uso de Suelos y Cobertura .....	6-4
6.6.1	Bosque Secundario.....	6-4
6.6.2	Cultivo .....	6-4
6.6.3	Suelo Descubierto.....	6-4
6.6.4	Pastizal.....	6-4
6.6.5	Vegetación Arbustiva .....	6-4
6.7	Áreas de Implantación del Proyecto Minero Curipamba-El Domo.....	6-5
6.8	Clasificación del Estado de Intervención de la Cobertura según el Tipo de Vegetación.....	6-11
6.9	Metodología Inventario Forestal.....	6-11
6.9.1	Tipo de Muestreo .....	6-11
6.9.2	Altura Total-Comercial .....	6-12
6.9.3	Diagnóstico Cuantitativo .....	6-12
6.9.4	Fase de Oficina y Análisis de Datos .....	6-13
6.10	Valoración Económica de Bienes y Servicios Ambientales .....	6-17
6.10.1	Valor Económico Total (VET) .....	6-17
6.10.2	Consideraciones Especiales.....	6-19
6.11	Resultados.....	6-23
6.11.1	Intensidad de Muestreo .....	6-23
6.11.2	Diagnóstico Cuantitativo .....	6-23
6.11.3	Altura Total y Comercial.....	6-23
6.11.4	Área Basal.....	6-23
6.11.5	Área Basal por Hectárea.....	6-24
6.11.6	Volumen Total de Madera.....	6-24
6.11.7	Estructura Horizontal.....	6-29
6.11.8	Índices de Diversidad.....	6-38
6.11.9	Especies.....	6-39
6.11.10	Resultados de la Valoración Económica .....	6-43
6.12	Tratamiento de la Madera Proveniente del Desbroce.....	6-45
6.13	Conclusiones .....	6-46
6.14	Recomendaciones.....	6-46

## Tablas

Tabla 6-1	Ficha de Datos Generales del Área de Estudio.....	6-3
Tabla 6-2	Uso de Suelos y Cobertura.....	6-4
Tabla 6-3	Desglose de las Áreas .....	6-5
Tabla 6-4	Interpretación para el Índice de Simpson .....	6-15
Tabla 6-5	Interpretación para el Índice de Shannon Weaver .....	6-16
Tabla 6-6	Determinación del VET .....	6-18
Tabla 6-7	Promedio de Carbono por Estrato .....	6-20
Tabla 6-8	Intensidad de Muestreo de las Áreas a Desbrozar.....	6-23
Tabla 6-9	Área Basal.....	6-23
Tabla 6-10	Área Basal por Hectárea.....	6-24
Tabla 6-11	Volumen en Áreas.....	6-24
Tabla 6-12	Volumen por Hectárea .....	6-24
Tabla 6-13	Estructura Vertical.....	6-25
Tabla 6-14	Posición Sociológica de las Especies PF1-CNCH .....	6-26
Tabla 6-15	Posición Sociológica de las Especies PF2-CEA .....	6-27
Tabla 6-16	Índice de Valor de Importancia PF1-CNCH .....	6-34
Tabla 6-17	Índice de Valor de Importancia PF2-CEA .....	6-35
Tabla 6-18	Índice de Diversidad de Simpson .....	6-38
Tabla 6-19	Interpretación del Índice de Shannon Weaver.....	6-39
Tabla 6-20	Clasificación de las Especies Registradas .....	6-41
Tabla 6-21	Matriz de Viabilidad para Efectuar la Valoración Económica .....	6-43
Tabla 6-22	Valoración Económica de Bienes y Servicios Ambientales.....	6-44

## Figuras

Figura 6-1	Diagrama de Dispersión de Copas PF1-CNCH.....	6-25
Figura 6-2	Diagrama de Dispersión de Copas PF2-CEA.....	6-26
Figura 6-3	Distribución Sociológica PF1-CNCH.....	6-27
Figura 6-4	Distribución Sociológica PF2-CEA.....	6-28
Figura 6-5	Diagrama de Dispersión de las Especies Parcela PF1-CNCH .....	6-29
Figura 6-6	Diagrama de Dispersión de las Especies Parcela PF2-CEA.....	6-30
Figura 6-7	Abundancia Relativa PF1-CNCH.....	6-31
Figura 6-8	Abundancia Relativa PF2-CEA.....	6-32
Figura 6-9	Dominancia Relativa PF1-CNCH.....	6-33
Figura 6-10	Dominancia Relativa PF2-CEA.....	6-33
Figura 6-11	Índice de Valor de Importancia PF1-CNCH .....	6-35

Figura 6-12	Índice de Valor de Importancia PF2-CEA .....	6-37
Figura 6-13	Curva Diamétrica PF1-CNCH .....	6-37
Figura 6-14	Curva Diamétrica PF2-CEA .....	6-38

Página en blanco

## 6 Inventario Forestal y Valoración Económica

---

### 6.1 Introducción

Como parte del proyecto “Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Minero Curipamba-El Domo bajo régimen de Mediana Minería para las fases de Explotación y Beneficio” se ha ejecutado el correspondiente Inventario de Recursos Forestales en función de lo señalado por el Ministerio del Ambiente (actualmente Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica MAATE), que expidió el Acuerdo Ministerial 076 (R. O. No. 766 de 14 de agosto de 2012) en el cual se indica, entre otros artículos y disposiciones, que: “Para la ejecución de una obra o proyecto que requiera la licencia ambiental, y en el que se pretenda remover la cobertura vegetal el proponente deberá presentar como un capítulo dentro del Estudio de Impacto Ambiental el respectivo Inventario de Recursos Forestales”.

Mediante el Acuerdo Ministerial 134 del Ministerio del Ambiente (R. O. No. 812 de 18 de octubre de 2012) se reforma al Acuerdo Ministerial 076 y se agrega 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 mencionado Acuerdo Ministerial”.

El presente capítulo fue elaborado conforme al requisito del artículo 434 literal a [sic] del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, publicado en el Registro Oficial No. 507-Suplemento de 12 de junio de 2019, en el que se indica: “Los estudios de impacto ambiental deberán contener, al menos, los siguientes elementos: **‘Inventario forestal’, de ser aplicable**”.

La valoración que se incluye en el Acuerdo Ministerial 134 establece la metodología que deberá aplicarse para calcular el aporte económico de los bosques en los casos en que por actividades extractivas o de cambio de uso de suelo se proceda al desbroce de cobertura vegetal. Para calcular este aporte económico se parte del inventario del recurso forestal, el cual constituye el insumo necesario para realizar la valoración económica de bienes y servicios del bosque nativo a ser removido.

El acto de valorar, de acuerdo con el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, supone “señalar el precio de algo” o, en términos más generales “establecer el valor de una cosa, bien o producto”. De igual manera, valor de acuerdo con la misma fuente es el “grado de utilidad o aptitud de las cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite”.

Es importante, además, indicar que la biósfera brinda una serie de servicios ambientales que permiten satisfacer necesidades humanas y, por tanto, aumentan el bienestar de las personas, y que pueden ser valorados económicamente.

Partiendo de ambas premisas, la valoración ambiental pretende establecer un costo monetario por concepto de la ganancia o pérdida del bienestar o utilidad que experimentan las personas a causa de una mejora o daño de un activo ambiental accesible a dichas personas; por tal motivo, la valoración ambiental constituye una herramienta clave para la adecuada definición de las herramientas de gestión y políticas ambientales, las cuales para su óptimo funcionamiento requieren establecer una cuantía apropiada del

impuesto pigouviano<sup>1</sup> requerido para determinar los puntos de eficiencia social máxima a alcanzar mediante regulaciones basadas en análisis costo-beneficio socioambientales<sup>2</sup>.

La valoración ambiental puede definirse formalmente como el conjunto de las técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costos derivados de una o varias de las siguientes acciones:

- > Uso o explotación de un activo ambiental
- > Ejecución de una acción de mejora ambiental
- > Generación de un daño ambiental

El principal problema asociado con este tipo de enfoque reside en la ausencia de mercados reales para los bienes y servicios ambientales valorados, lo cual se traduce en la falta de datos económicos caso-específicos para realizar la valoración. Adicionalmente, es importante tener en cuenta que la valoración de servicios y bienes ambientales fluctuará en función de las características propias del servicio o bien evaluado entendiéndose que a mayor cantidad de servicios ambientales que brinde un activo ambiental y a medida que dicho activo sea más escaso, mayor será el costo asociado a la valoración ambiental de los bienes y servicios.

Este problema se aborda a través de la utilización de métodos indirectos de mercado (métodos de valoración, contingente, no contingente, métodos hedónicos, costo de viaje, voluntad de pagar, etc.), para el caso de la ausencia de datos y de efectuar la valoración en función de una clasificación ecosistémica para el caso de la variación intrínseca.

---

<sup>1</sup> Los impuestos pigouvianos son un tipo de impuesto que busca corregir una externalidad negativa. El impuesto busca lograr que el costo marginal privado (lo que le cuesta al productor producir) más el impuesto sean iguales al costo marginal social (lo que le cuesta a la sociedad, incluyendo al productor, que se produzca). Este impuesto no genera una pérdida en la eficiencia de los mercados, dado que internaliza los costos de la externalidad a los productores o consumidores, en vez de modificarlos (Azqueta, 2002).

<sup>2</sup> Pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costes y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto.

## 6.2 Datos Generales del Área de Estudio

A continuación, se detallan los datos generales del área de estudio del proyecto:

**Tabla 6-1 Ficha de Datos Generales del Área de Estudio**

<b>Superficie que Intervenir por el Proyecto</b>	290,15 ha	
<b>Certificado de Intersección</b>	De acuerdo con el Certificado de Intersección, emitido el 04 de noviembre de 2021, mediante oficio MAAE-SUIA-RA-DZDG-2021-00403, se indica que el proyecto <b>NO SE INTERSECA</b> con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal Nacional y Zonas Intangibles, (Anexo A. Documentos Oficiales, A.2 Certificado de Intersección).	
<b>Fecha de Elaboración del Inventario Forestal</b>	1 al 4 de septiembre de 2021	
<b>Nombre del Profesional Responsable de la Elaboración del Inventario Forestal y Registro SENACYT</b>	Luis Bernardo Castedo Navia, número de registro Ingeniero Forestal (5126R-12-13261) y número de registro Magíster (5126R-12-13260)	
<b>Coordenadas de los Sitios de Muestreo</b>	<b>WGS84 Zona 17 Sur-PF2-CEA</b>	
	<b>Este (m)</b>	<b>Norte (m)</b>
	695192	9854982
	695192	9855044,5
	695212	9855044,5
	695212	9854982
	<b>WGS84 Zona 17 Sur-PF1-CNCH</b>	
	<b>Este (m)</b>	<b>Norte (m)</b>
	695202	9853359
	695202	9853421,5
	695222	9853421,5
	695222	9853359

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

## 6.3 Coordenadas de las Áreas Requeridas por el Proyecto

Las coordenadas de la infraestructura constan en el Anexo E. Inventario Forestal, E.1 Coordenadas del Área de Implantación, debido al número elevado de datos.

## 6.4 Descripción del Área de Estudio

Las actividades del presente proyecto se desarrollan en la provincia de Bolívar, cantón Las Naves, parroquia Las Naves (Anexo B. Cartografía, 1.1-1 Mapa de Ubicación y División Político - Administrativa).

## 6.5 Sistema de Clasificación de la Vegetación

Se utilizó el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador (Anexo B. Cartografía, Mapa 5.2-1 Ecosistemas). A continuación, se detallan los ecosistemas presentes en el área del proyecto.

### **6.5.1 Bosque Siempreverde Piemontano de Cordillera Occidental de los Andes BsPn01**

Este ecosistema comprende bosques siempreverdes multiestratificados, con un dosel entre 25 a 30 m, comparte muchas especies con los bosques de tierras bajas y algunas especies de bosques montano bajos. Se presenta sobre laderas muy pronunciadas.

### **6.5.2 Intervención Inter01**

Son áreas que no corresponden a vegetación, como son: ciudades, cultivos, carreteras.

## **6.6 Uso de Suelos y Cobertura**

Para la obtención de la cobertura presente en el área de estudio se realizó el cruce de la infraestructura sobre el mapa de Cobertura y Uso de la Tierra, escala 1:100 000, elaborado por el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) e Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018).

**Tabla 6-2 Uso de Suelos y Cobertura**

<b>Cobertura y Uso de la Tierra</b>	<b>Área (ha)</b>
Bosque secundario	11,29
Cultivo	1,99
Suelo descubierto	4,52
Pastizal	162,24
Vegetación arbustiva	110,11
Total	290,15

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

### **6.6.1 Bosque Secundario**

El área total de implantación es de 290,15 ha, que de acuerdo con su cobertura muestra 11,29 ha de bosque nativo, representando el 3,89 % del área de implantación.

### **6.6.2 Cultivo**

El área total de implantación es de 290,15 ha, que de acuerdo a su cobertura muestra 1,99 ha de cultivo, representando el 0,69 % del área de implantación.

### **6.6.3 Suelo Descubierto**

El área total de implantación es de 290,15 ha, que de acuerdo con su cobertura muestra 4,52 ha de suelo descubierto, representando el 1,56 % del área de implantación.

### **6.6.4 Pastizal**

El área total de implantación es de 290,15 ha, que de acuerdo con su cobertura muestra 162,24 ha de pastizales, representando el 55,92 % del área de implantación.

### **6.6.5 Vegetación Arbustiva**

El área total de implantación es de 290,15 ha, que de acuerdo con su cobertura muestra 110,11 ha que están intervenidas, representando el 37,95 % del área de implantación.



## 6.7 Áreas de Implantación del Proyecto Minero Curipamba-El Domo

Las áreas de implantación del proyecto fueron facilitadas por la compañía para la obtención de la licencia, ya contando con las áreas se procedió a realizar el cruce de la infraestructura propuesta con el mapa de cobertura y uso de suelo para la obtención del área con cobertura vegetal nativa.

A continuación, se detalla el desglose de las áreas de implantación de acuerdo con la cobertura presente:

**Tabla 6-3 Desglose de las Áreas**

Tipo	Infraestructura	Cobertura Vegetal	Cobertura Nativa (ha)	Área Desprovista de Vegetación Nativa (ha)
Accesos internos	Acceso principal	Suelo descubierto		0,444
Accesos internos	Acceso principal	Pastizal		2,312
Accesos internos	Acceso principal	Vegetación arbustiva	1,159	
Accesos internos	Acceso a depósito de saprolito (WRF)	Pastizal		0,549
Accesos internos	Acceso a depósito de saprolito (WRF)	Vegetación arbustiva	0,118	
Accesos internos	Acceso a oficinas administrativas	Suelo descubierto		0,298
Accesos internos	Acceso a oficinas administrativas	Pastizal		0,404
Accesos internos	Acceso a oficinas administrativas	Vegetación arbustiva	0,138	
Accesos internos	Acceso a polvorín	Suelo descubierto		0,010
Accesos internos	Acceso a polvorín	Pastizal		0,218
Accesos internos	Acceso temporal a relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Pastizal		0,308
Accesos internos	Acceso temporal a relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Vegetación arbustiva	0,235	
Accesos internos	Acceso temporal a tajo de mina	Suelo descubierto		0,002
Accesos internos	Acceso temporal a tajo de mina	Pastizal		0,009
Instalaciones	Potenciales canales perimetrales	Bosque secundario	0,16	
Instalaciones	Potenciales canales perimetrales	Vegetación arbustiva	1,870	
Instalaciones	Potenciales canales perimetrales	Pastizal		2,870
Instalaciones	Potenciales canales perimetrales	Suelo descubierto		0,040

<b>Tipo</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Cobertura Vegetal</b>	<b>Cobertura Nativa (ha)</b>	<b>Área Desprovista de Vegetación Nativa (ha)</b>
Instalaciones	Tajo abierto de mina	Bosque secundario	6,04	
Instalaciones	Tajo abierto de mina	Cultivo		1,765
Instalaciones	Tajo abierto de mina	Suelo descubierto		1,287
Instalaciones	Tajo abierto de mina	Pastizal		35,646
Instalaciones	Tajo abierto de mina	Vegetación arbustiva	8,058	
Instalaciones	Relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Suelo descubierto		0,113
Instalaciones	Relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Pastizal		4,154
Instalaciones	Relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Vegetación arbustiva	35,433	
Instalaciones	Depósito de saprolito (WRF)	Suelo descubierto		0,422
Instalaciones	Depósito de saprolito (WRF)	Pastizal		19,532
Instalaciones	Depósito de saprolito (WRF)	Vegetación arbustiva	9,816	
Instalaciones	Acopio de suelo superficial	Suelo descubierto		0,002
Instalaciones	Acopio de suelo superficial	Pastizal		11,508
Instalaciones	Acopio de suelo superficial	Vegetación arbustiva	6,202	
Instalaciones	Planta de procesos	Suelo descubierto		0,029
Instalaciones	Planta de procesos	Pastizal		3,535
Instalaciones	Planta de procesos	Vegetación arbustiva	1,265	
Instalaciones	Polvorín	Suelo descubierto		0,034
Instalaciones	Polvorín	Pastizal		0,057
Instalaciones	Acceso y garita	Vegetación arbustiva	0,495	
Instalaciones	Oficinas administrativas y campamento	Pastizal		0,350
Instalaciones	Oficinas administrativas y campamento	Vegetación arbustiva	0,002	
Instalaciones	Taller de camiones	Suelo descubierto		0,129

<b>Tipo</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Cobertura Vegetal</b>	<b>Cobertura Nativa (ha)</b>	<b>Área Desprovista de Vegetación Nativa (ha)</b>
Instalaciones	Taller de camiones	Pastizal		0,122
Instalaciones	Taller de camiones	Vegetación arbustiva	0,165	
Instalaciones	Almacenamiento y estación de combustible	Suelo descubierto		0,007
Instalaciones	Almacenamiento y estación de combustible	Pastizal		0,129
Instalaciones	Almacenamiento y estación de combustible	Vegetación arbustiva	0,098	
Instalaciones	Tajo abierto de mina	Pastizal		2,962
Instalaciones	Tajo abierto de mina	Vegetación arbustiva	0,445	
Instalaciones	Depósito de saprolito (WRF)	Pastizal		0,001
Instalaciones	Depósito de saprolito (WRF)	Vegetación arbustiva	0,108	
Instalaciones	Relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Pastizal		0,011
Instalaciones	Relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Vegetación arbustiva	1,153	
Instalaciones	Relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Suelo descubierto		0,008
Instalaciones	Relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Pastizal		1,305
Instalaciones	Relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Vegetación arbustiva	0,218	
Talud	Acceso a depósito de saprolito (WRF)	Pastizal		0,358
Talud	Acceso a depósito de saprolito (WRF)	Vegetación arbustiva	0,103	
Talud	Acceso a oficinas administrativas	Suelo descubierto		0,070
Talud	Acceso a oficinas administrativas	Pastizal		0,318
Talud	Acceso a oficinas administrativas	Vegetación arbustiva	0,075	

<b>Tipo</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Cobertura Vegetal</b>	<b>Cobertura Nativa (ha)</b>	<b>Área Desprovista de Vegetación Nativa (ha)</b>
Talud	Acceso a polvorín	Suelo descubierto		0,013
Talud	Acceso a polvorín	Pastizal		0,198
Talud	Acceso principal	Suelo descubierto		0,073
Talud	Acceso principal	Pastizal		1,904
Talud	Acceso principal	Vegetación arbustiva	0,947	
Talud	Acceso temporal a relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Pastizal		0,336
Talud	Acceso temporal a relavera (TSF) y depósito de roca (WRF2)	Vegetación arbustiva	0,274	
Talud	Acceso y garita	Vegetación arbustiva	0,099	
Talud	Almacenamiento y estación de combustible	Pastizal		0,025
Talud	Almacenamiento y estación de combustible	Vegetación arbustiva	0,034	
Talud	Oficinas administrativas y campamento	Pastizal		0,065
Talud	Planta de procesos	Suelo descubierto		0,079
Talud	Planta de procesos	Pastizal		1,111
Talud	Planta de procesos	Vegetación arbustiva	0,430	
Talud	Polvorín	Suelo descubierto		0,007
Talud	Polvorín	Pastizal		0,013
Talud	Taller de camiones	Suelo descubierto		0,006
Talud	Taller de camiones	Pastizal		0,057
Talud	Taller de camiones	Vegetación arbustiva	0,127	
Área adicional constructiva	Área adicional constructiva	Bosque secundario	5,09	
Área adicional constructiva	Área adicional constructiva	Cultivo		0,226

<b>Tipo</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Cobertura Vegetal</b>	<b>Cobertura Nativa (ha)</b>	<b>Área Desprovista de Vegetación Nativa (ha)</b>
Área adicional constructiva	Área adicional constructiva	Suelo descubierto		1,454
Área adicional constructiva	Área adicional constructiva	Pastizal		71,870
Área adicional constructiva	Área adicional constructiva	Vegetación arbustiva	41,046	
Sumatoria		-	121,399	168,754

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, octubre 2021

Página en blanco

De las 290,153 ha que comprende el área total del proyecto a ser intervenido, 11,29 ha presentan cobertura arbórea nativa y 110,11 ha están cubiertas por vegetación arbustiva, cobertura vegetal nativa que será considerada en el análisis de la valoración económica, ya que si bien en este tipo de coberturas no suele hallarse árboles con diámetros iguales o superiores a 10 cm, su entorno brinda bienes y servicios ambientales que se perderían por la implantación del proyecto, (Anexo B.- Cartografía: 1.1-3 Ortofotografía), por lo que 121,40 ha serán utilizadas para el cálculo de la valoración económica.

## **6.8 Clasificación del Estado de Intervención de la Cobertura según el Tipo de Vegetación**

Área con un grado de intervención alto revestida en su mayoría por distintos tipos de cobertura, con presencia de parches de cobertura vegetal. En el área se tomó el grado de intervención antropogénica, especies indicadoras del estado de conservación y aquellas de importancia económica, endémica y ecológica.

## **6.9 Metodología Inventario Forestal**

El inventario forestal es una herramienta de planificación y manejo forestal. Dicha herramienta evalúa el estado actual del bosque, priorizando las especies arbóreas de importancia comercial forestal. En términos de aprovechamiento forestal, el inventario permite asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento del recurso forestal, permitiéndole al concesionario planificar las cosechas provenientes del área concesionada. Su objetivo principal es determinar el volumen y calidad de madera disponible en el área analizada, permitiendo tomar decisiones sobre lo que se podría ofertar en el mercado y lo que se podría conservar para posibilitar una futura cosecha de acuerdo con la estrategia de manejo (Meléndez et al., 2005).

La importancia del inventario forestal en relación al cálculo de la valoración económica de los bienes y servicios de un bosque nativo radica en que la caracterización del bosque permite evidenciar su estado de conservación, así como la disponibilidad de especies vegetales de interés en términos maderables, no maderables, farmacéuticos, agrícolas, etc., de ahí la importancia de que dicho inventario caracterice al área de estudio de la manera más fidedigna posible.

El inventario forestal resume varios insumos importantes para efectuar la valoración económica; entre ellos se destaca la identificación de si el bosque pertenece al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, Bosques y Vegetación Protectores o Patrimonio Forestal del Estado. Es importante determinar si dicha área pertenece además al programa Socio Bosque, ya que en ese caso la valoración debe incluir los costos asociados a los valores que los propietarios suscritos a dicho convenio dejarían de percibir. Adicionalmente, es importante considerar la clasificación de uso de suelo del área analizada, que resulta de la caracterización del inventario forestal; sin embargo, el mayor aporte del inventario se remite a la caracterización específica de las especies vegetales que componen el área de análisis.

Para efectuar el cálculo de las variables dasonómicas del inventario forestal se usaron las fórmulas propuestas por Urrego y Echeverri (2000), Ogawa et al. (1965) y Campbell et al. (1986).

### **6.9.1 Tipo de Muestreo**

Existen muchas clasificaciones diferentes para inventarios forestales. El método a ser utilizado depende del área de bosque nativo a ser intervenido para la ejecución del proyecto. De acuerdo con la información previa, el área por ser intervenida por el proyecto minero Curipamba-El Domo en su mayoría corresponde a áreas intervenidas y presencia de parches con cobertura arbórea nativa.

Por lo antes mencionado, para calcular la masa forestal del área se planificó realizar un Inventario Forestal mediante la instalación de parcelas temporales de muestreo aleatorio, método que sirve para evaluar una pequeña muestra bien distribuida y representativa del bosque e inferir sus resultados sobre la población (Anexo B. Cartografía, 6.1-1 Mapa de Ubicación de Parcelas Forestales).

### **6.9.1.1 Muestreo Aleatorio**

Los inventarios por muestreo permiten un considerable ahorro de tiempo, esfuerzo y dinero; no obstante, están afectados por un error de muestreo, por lo que las parcelas de muestreo instaladas cumplen con lo señalado en los “Términos de Referencia Para la Elaboración de Inventarios Forestales”, respecto a representar al menos el 1 % de muestreo del área de bosque nativo a ser intervenido.

Para el cálculo de la intensidad de muestreo se utilizó la siguiente ecuación:

$$f = \frac{n}{N} 100$$

Donde:  $f$  = Intensidad de muestreo

$n$  = Número de unidades de la muestra

$N$  = Número de unidades de toda la población

#### **6.9.1.1.1 Instalación de las Parcelas Temporales**

Se realizó la estratificación del bosque resultando un tipo de ecosistema. Seguidamente, se determinó la instalación de dos parcelas de muestreo ubicadas en las áreas donde se pudo evidenciar presencia de cobertura vegetal mejor conservada (Anexo B. Cartografía, 6.1-1 Mapa de Ubicación de Parcelas Forestales).

Con la ayuda de la brújula, se instalaron las parcelas orientadas hacia el norte. Cada parcela tiene un área de muestreo de 0,125 ha (20 x 62,5 m) con el propósito de obtener la mayor variabilidad posible. En cada vértice aplicó aerosol en los primeros 15 cm de cada estaca para que sean fácilmente identificados; seguidamente, se colocó una cinta de marcaje biodegradable con el código de parcela, fecha de instalación e iniciales del profesional que la instaló; finalmente, se colocó otra cinta con las coordenadas del punto.

Además, se registró el punto suroeste de la parcela con GPS. Para la medición correcta de cada árbol, se utilizó una varilla recta de 1,3 m; seguidamente, se marcó una raya horizontal con aerosol justo en el lugar donde fue medido el árbol, es decir a 1,3 m del suelo, 20 cm encima de la raya se escribió la numeración, y en sentido vertical los números de dos dígitos.

En cada parcela se midieron, identificaron, anotaron y marcaron todos los individuos forestales con un diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 10$  cm o CAP  $\geq 31,42$  cm, a una altura de 1,3 m del suelo; además, se midió la ubicación en el este y norte de cada individuo muestreado (Anexo F. Registro Fotográfico, F.4 Forestal).

### **6.9.2 Altura Total-Comercial**

Para la medición de las alturas se utilizó el distanciómetro láser específico para esta actividad, obteniendo medidas exactas de las alturas; para cada individuo inventariado se determinó la altura total (HT) y altura comercial (HC) (Anexo E.- Inventario Forestal E.2. Tablas Forestales).

### **6.9.3 Diagnóstico Cuantitativo**

El diagnóstico cuantitativo se realizó dentro de cada área y derecho de vía, registrando cada uno de los árboles que se halló. Las variables registradas se detallan a continuación:

- > N.º de individuo
- > Código del área
- > Familia
- > Nombre científico
- > Uso (maderable/no maderable)



- > Aprovechamiento condicionado (Sí/No)
- > Especie medicinal (Sí/No)
- > Circunferencia a la altura del pecho (cm)
- > Altura total
- > Altura comercial

Todos los datos obtenidos sirvieron para realizar el diagnóstico cuantitativo (Anexo E.- Inventario Forestal\E.2. Tablas Forestales).

#### **6.9.4 Fase de Oficina y Análisis de Datos**

##### **6.9.4.1 Área Basal (AB) en m<sup>2</sup>**

El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una altura de 1,3 m.

$$AB = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2$$

Donde:

$\pi$  = Constante

$D$  = Diámetro a la Altura del Pecho

##### **6.9.4.2 Área Basal por Hectárea**

El área basal por hectárea se calculó con la siguiente fórmula:

$$AB/ha = \sum_i^n \frac{AB}{A}$$

Donde:

$AB/ha$  = Área Basal por Hectárea

$AB$  = Área Basal

$A$  = Área

El área basal por hectárea varía según el tamaño de los árboles individuales y el área de muestreo.

##### **6.9.4.3 Volumen de Madera en Pie**

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$V = AB \times HT \times f$$

Donde:

$V$  = Volumen

$AB$  = Área basal

$HT$  = Altura total

$f$  = Constante latifoliadas

##### **6.9.4.4 Volumen por Hectárea**

Es el volumen de madera en metros cúbicos por hectárea de toda el área en estudio.

#### **6.9.4.5 Estructura Vertical**

Para poder caracterizar la morfología de la vegetación arbórea se realizó lo siguiente:

##### **6.9.4.5.1 Estratificación del Perfil del Bosque**

Para visualizar la presencia de estratos en las áreas de muestreo se realizaron diagramas de dispersión de copas, los cuales corresponden a una gráfica cartesiana, donde los árboles se representan por coordenadas generadas por los valores de la altura total (HT) para el eje de las ordenadas y la altura comercial (HC) en el eje de las abscisas, o la distancia horizontal cuando se cuenta con esta información.

##### **6.9.4.5.2 Pisos Sociológicos**

Para establecer el estado sucesional en el que se encuentra la vegetación arbórea al momento de las mediciones se ubicó el dosel en tres pisos tomando como referencia la altura total de cada uno de los individuos censados.

#### **6.9.4.6 Estructura Horizontal**

Permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura se evaluó a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema. Se calcularon las abundancias, dominancias, frecuencias y se generó el Índice de Valor de Importancia (I. V. I) (Krebs, 1989; Lamprecht, 1990).

##### **6.9.4.6.1 Abundancia**

Hace referencia al número de árboles por especie; se calculó la abundancia relativa y la frecuencia relativa.

##### **Abundancia Relativa**

Se refiere a la proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema.

$$Ab_{\%} = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Donde:

$n_i$  = número de individuos de la *i*ésima especie

$N$  = Número de individuos totales en la muestra

##### **6.9.4.6.2 Dominancia**

Entendida como el espacio que ocupa cada especie; se calculó la dominancia absoluta y la dominancia relativa.

##### **Dominancia Relativa**

Se refiere a la proporción de una especie en el área total evaluada.

$$D_{\%} = \frac{AB_i}{AB_t}$$

Donde:

$D_{\%}$  = Dominancia relativa

$AB_t$  = Área basal total muestreada ( $m^2$ )

$AB_i$  = Área basal de la *i*ésima especie en ( $m^2$ )

### 6.9.4.6.3 Índice de Valor de Importancia

Se calculó para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa.

$$IVI = AnR + DmR$$

Donde:

$$AnR = \frac{N^{\circ} \text{ de árboles}}{N^{\circ} \text{ Total de las especies}} \times 100$$

$$DmR = \frac{\text{Área Basal de la especie}}{\text{Área Basal total de las especies}} \times 100$$

### 6.9.4.6.4 Distribuciones Diamétricas

El número de intervalos se determinará aplicando la siguiente ecuación:

$$n_i = \sqrt[3]{N}$$

Donde:

$N$  = Número de datos

$n$  = Número de intervalos

### 6.9.4.6.5 Diversidad de Especies (Índices)

Se refiere al número de especies, como también al número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar; para este estudio se utilizó el índice de Simpson.

#### Índice de Simpson

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$s = \sum p_i^2$$

Donde:

$S$  = Índice de Simpson

$p_i$  = número de individuos de la  $i$ ésima especie

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de  $N$  individuos —que provengan de la misma especie, si una especie dada  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, S$ ) es representada en la comunidad como  $P_i$  (proporción de individuos) — pertenezcan a la misma especie; esto se denomina probabilidad conjunta [ $(P_i) (P_i)$ , o  $P_i^2$ ]. El índice varía inversamente con la heterogeneidad: si los valores del índice decrecen, la diversidad crece (Cerón, 2003 y Krebs, 1985).

El índice de Simpson se encuentra en un rango de 0-1. Cuando el valor se acerca a 1, se interpreta como completa uniformidad en la comunidad; mientras el valor se acerca más a cero, la comunidad es más diversa.

**Tabla 6-4 Interpretación para el Índice de Simpson**

Valores	Interpretación
0-0,35	Diversidad alta

Valores	Interpretación
0,36-0,75	Diversidad media
0,76-1	Diversidad baja

Fuente: Granda, V & Guamán, S, 2006  
Elaboración: Cardno Entrix, enero 2021

A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece; por ello, el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies; entonces, entre más se acerque el valor a 1, la diversidad disminuye (Pielou, 1969).

### Índice de Shannon Weaver

El índice de Shannon mide (el recíproco de) la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población, es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente  $n_1$  individuos de especie 1,  $n_2$  de especie 2, y  $n_s$  individuos de la especie S (Greig & Smith, 1983).

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Magurran 2001).

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Donde:

$S$  = Número de especies (la riqueza de las especies)

$p_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos

(es decir a la abundancia relativa de la especie  $i$ ):  $\frac{n_i}{N}$

$n_i$  = Número de individuos de la especie  $i$

$N$  = Número de todos los individuos de todas las especies

**Tabla 6-5 Interpretación para el Índice de Shannon Weaver**

Valores	Interpretación
0-1,9	Diversidad baja
2-3	Diversidad media
> 3	Diversidad alta

Fuente: Pla, Laura, agosto de 2006  
Elaboración: Cardno Entrix, enero 2021

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Se expresa con un número positivo que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o, en todo caso, lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores

son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores, las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes, basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total (Pla. Laura, 2006).

#### **6.9.4.7 Clasificación de Especies**

Parte del presente trabajo implicó la identificación de las especies, guiándose con revisión bibliográfica especializada que se describe a continuación: *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*, *Trópicos*, *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*, *Familias y géneros arbóreos del Ecuador* y *Normas para el manejo forestal sustentable para aprovechamiento de madera en Bosque Húmedo*. Con este material se pudo clasificar a las especies con las siguientes características:

- > Especies con aprovechamiento condicionado
- > Especies de interés ecológico
- > Especies nativas
- > Especies endémicas
- > Especies medicinales y sus usos
- > Estado de conservación (CITES, Libros rojos, UICN, especies endémicas)
- > Especies de interés económico

### **6.10 Valoración Económica de Bienes y Servicios Ambientales**

El alcance del presente estudio comprende la determinación del valor económico total por concepto de los bienes y servicios ambientales que se perderían debido al desbroce de cobertura vegetal nativa de las áreas a intervenir. Para ello, es importante delimitar el alcance del término Bosque nativo, para lo cual se utilizará la definición establecida en el *Manual operativo unificado del proyecto Socio Bosque*, de junio de 2011, en el cual se establece que:

“Se considera bosque nativo toda formación vegetal compuesta por especies nativas y resultante de un proceso natural de sucesión ecológica. Además, esa formación vegetal debe brindar dos o más de los tres servicios ambientales detallados a continuación: refugio de biodiversidad, regulación hidrológica y almacenamiento de carbono. Se excluye de la definición de bosque nativo:

- > Plantaciones forestales destinadas a la comercialización de madera.
- > Plantaciones con especies exóticas.
- > Bosques secundarios que han iniciado su proceso de regeneración natural después de 1990 o que evidencien extracción de madera.”

La presente valoración incluyó los criterios metodológicos sugeridos en el Anexo No. 1 de los acuerdos ministeriales 076 y 134 y Valoraciones Económicas de Servicios Ambientales, anteriormente realizadas por Cardno para proyectos diversos.

En términos generales, la valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque y vegetación nativa resulta de: (i) la caracterización del bosque que es consecuencia del levantamiento específico del inventario forestal del área de estudio y (ii) la estimación en términos económicos de los bienes y servicios que brinda dicha área de estudio. A continuación, se analizarán en detalle los dos componentes.

#### **6.10.1 Valor Económico Total (VET)**

El valor económico total, a su vez, se compone de distintos valores, los cuales se describen a continuación.

### 6.10.1.1 Valores de Uso

El Valor de Uso es el más elemental de todos y hace referencia al carácter instrumental que en ocasiones adquieren los atributos de la naturaleza y que les permite ser considerados como útiles. En el presente caso de estudio existe un valor de uso para las personas que visitan el bosque o valor de uso para investigación. En esta categoría puede distinguirse dentro de los bienes o recursos que poseen valores de uso a aquellos que tienen un valor de uso directo, indirecto y de opción.

El Valor de uso directo es aquel bien ecológico que entra directamente en la economía humana, se refiere tanto a beneficios actuales como futuros. También se aprecia el valor de opción, para el cual existen personas que, aunque en la actualidad no estén utilizando bienes ambientales específicos prefieren tener abierta la opción de hacerlo en algún momento futuro, por lo que la desaparición del bien ambiental supone para ellos un decremento de su bienestar, mientras que su conservación lo eleva (Azqueta, 2002).

### 6.10.1.2 Valores de No Uso

Finalmente, los atributos ambientales pueden tener para determinadas personas un valor de no uso, es decir, un valor no ligado a la utilización, consuntiva o no consuntiva, presente o futura del bien. El principal de ellos, entre estos valores de no uso, es el denominado valor de existencia. Este valor viene dado por la posible afectación del bienestar de las personas por el hecho de que un bien desaparezca. De igual manera, se considera el valor de herencia como el legado a la humanidad que representan los bosques de la Amazonía (Azqueta, 2002).

### 6.10.1.3 Determinación del Valor Económico Total (VET)

Usando como base el Anexo 1 de los A. M. 076 y 134, el valor económico total (VET) se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$VET = \text{Valoración de Servicios Ambientales (VSamb)} + \text{Valoración de Bienes Ambientales (VBamb)}$$

En términos generales, el Valor Económico Total (VET) contempla la sumatoria de todos aquellos valores (uso directo, uso indirecto) que se perderían a causa del potencial desbroce de cobertura vegetal nativa requerida por el desarrollo y ejecución de un proyecto. Los valores para cuantificarse en el presente estudio se categorizan de acuerdo con su uso de la siguiente manera:

**Tabla 6-6 Determinación del VET**

Tipo de Valoración	Componente	Categoría
Valoración de bienes ambientales	Productos maderables y no maderables del bosque	Valor de uso
	Productos medicinales derivados de la biodiversidad	Valor de uso
	Plantas ornamentales	Valor de uso
	Artesanías	Valor de no uso
Valoración de servicios ambientales	Regulación de gases con efecto invernadero (secuestro de carbono)	Valor de uso
	Regulación hídrica	Valor de uso
	Belleza escénica como servicio ambiental de los bosques	Valor de no uso

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Es importante tener en cuenta que, alineado con la política de restauración integral de pasivos ambientales del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador (MAATE), a través de su Programa

de Reparación Ambiental y Social (PRAS), únicamente es posible valorar aquellos bienes y servicios ambientales que tienen una influencia sobre la dinámica socioeconómica de los actores sociales ubicados dentro del área de influencia del proyecto; en el resto de casos el valor económico de dicho componente es cero.

### **6.10.2 Consideraciones Especiales**

La información generada como resultado del levantamiento del inventario forestal exigido en el A.M. 076 constituye un insumo para la valoración ambiental; por ende, si bien la metodología expuesta en el presente estudio es aplicable a cualquier caso de estudio, los valores económicos a obtenerse como resultado de esta son única y exclusivamente aplicables al área de estudio abarcada en el inventario forestal usado para el cálculo.

Los bienes y servicios ambientales considerados por la presente metodología engloban a todos y cada uno de los bienes y servicios sugeridos por la guía metodológica del Anexo 1 del A. M. No. 134, sin que por ello se haya usado la misma terminología sugerida por el antes mencionado anexo. Como caso de estudio, para ejemplificar la metodología propuesta a continuación, se efectuará la valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque nativo de la Amazonía ecuatoriana en ausencia de estudios específicos en regiones del Ecuador.

La presente metodología de valoración constituye una actualización a la metodología de cálculo desarrollada por Cardno Entrix en mayo de 2013. Esta nueva metodología incorpora los criterios metodológicos actualmente manejados por el MAATE y su Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS); adicionalmente, se alinea y cumple con los lineamientos de la política de restauración integral de pasivos ambientales del Estado ecuatoriano.

#### **6.10.2.1 Valor Presente Neto (VPN) de los Bienes y Servicios Ambientales**

La determinación del Valor Económico Total (VET) se obtuvo llevando los distintos costos unitarios (valores de mercado por concepto de bienes y servicios ambientales) a su Valor Presente Neto (VPN), utilizando una tasa de descuento del 4,53 %<sup>3</sup> anual y un período de retorno de 50 años, ya que todos los valores obtenidos están basados en una explotación sustentable del bosque.

#### **6.10.2.2 Valoración de Servicios Ambientales**

La Valoración de Servicios Ambientales (VSAm) contempla la sumatoria de la pérdida por regulación de gases con efecto invernadero (secuestro de carbono), regulación hídrica y belleza escénica como servicio ambiental de los bosques.

##### **6.10.2.2.1 Regulación de Gases con Efecto Invernadero (Secuestro de Carbono)**

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VSA_C = CM_C \times (TF_C \times AB_t)$$

Donde:

$VSA_C$  = Valor servicio ambiental captura de carbono (USD)

$CM_C$  = Costo de mercado captura de carbono (USD/Ton. C)

$TF_C$  = Tasa de fijación de carbono por tipo de bosque (Ton. C/ha)

$AB_t$  = Área de bosque a desbrozar por el proyecto (ha)

<sup>3</sup> Tasa de interés actualizada al 2020, Banco Central del Ecuador

Se ha utilizado como base el índice de almacenamiento de carbono calculado para cada estrato de vegetación en el Ecuador de acuerdo con el mapa de carbono de los bosques, elaborado por la Evaluación Nacional Forestal (MAE, 2015).

**Tabla 6-7 Promedio de Carbono por Estrato**

Estrato	Total [Ton.C/ha]
Bosque siempre verde Andino de Pie de Monte	122,8

Fuente: ENF, 2009-2013

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

El costo en el mercado por captura de carbono (CM\_C) que se utilizará es de 8 USD/Ton.C., precio de compensación de carbono reflejado en los mercados voluntarios (Forest Trend Carbon, 2021).

#### 6.10.2.2.2 Regulación Hídrica

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VSA_H = CM_H \times AB_t$$

Donde:

$$VSA_H = \text{Valor servicio ambiental regulación hídrica (USD)}$$

$$CM_H = \text{Costo de mercado regulación hídrica } \left( \frac{\text{USD}}{\text{ha}} \right)$$

$$AB_t = \text{Área de bosque a desbrozar por el proyecto (ha)}$$

Se utilizó como valor económico de la regulación hídrica el promedio de los valores determinados por Torras, (2000), igual a 238 USD/ha, y Ruitenbeek (1992), igual a 230 USD/ha, que determinaron por separado el valor económico del servicio ambiental de regulación hídrica que brinda el bosque nativo a través de sus estudios de pérdida de la productividad del suelo por la deforestación; en tal virtud, el valor a considerar para el cálculo será de 234 USD/ha.

#### 6.10.2.2.3 Belleza Escénica Como Servicio Ambiental de los Bosques

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VSA_{BE} = CM_{BE} \times A_t$$

Donde:

$$VSA_{BE} = \text{Valor servicio ambiental belleza escénica (USD)}$$

$$CM_C = \text{Costo de mercado belleza escénica } \left( \frac{\text{USD}}{\text{ha}} \right)$$

$$A_t = \text{Área a intervenir por el proyecto (ha)}$$

Se utilizó como valor económico por concepto de belleza escénica 1,88 USD/ha anuales, calculado por Baldares et al. (1990), mediante la metodología de valoración de disposición de pago (WTP) por disfrute de la belleza escénica de un bosque nativo. Basado en ese valor, se determinó el costo de mercado de la belleza escénica a través del cálculo del VPN a una tasa de descuento del 4,53 % y un período de 50 años, siendo el valor resultante 162,92 USD/ha, el cual se utilizó para el cálculo del VET.

En el muestreo realizado se pudo constatar que las áreas muestreadas y sus alrededores sufrieron alteración de la cobertura vegetal nativa a causa de los asentamientos y la expansión de la frontera agrícola; dichas áreas no son utilizadas como atractivo turístico, esta información puede ser corroborada en el capítulo 05.3 Línea Base Social, sección Rama de Actividad Económica, respaldada en los



formularios de campo, 1.R Localidades, sección actividades productivas y de mercado, Anexos\C. Respaldos LB\C.3 Social\C.3.2 Respaldos Formularios\1. Cualitativos. Por lo descrito, se consideró **NO** realizar el cálculo de la belleza escénica, porque en estas áreas no hay un disfrute en sí del servicio ambiental mencionado.

### 6.10.2.3 Valoración de Bienes Ambientales

La Valoración de Bienes Ambientales (VBamb) contempla la sumatoria de la pérdida por extracción de productos maderables y no maderables del bosque, productos medicinales derivados de la biodiversidad, plantas ornamentales y artesanías.

#### 6.10.2.3.1 Productos Maderables y No Maderables del Bosque

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VBA_{PF} = CM_{PF} \times V_T$$

Donde:

$VBA_{PF}$  = Valor bienes ambientales productos forestales (USD)

$CM_{PF}$  = Costo de mercado productos forestales  $\left(\frac{USD}{m^3}\right)$

$V_T$  = Volumen total de madera inventariado ( $m^3$ )

Utilizando como base el artículo 1 del Acuerdo Ministerial No. 041, se considerará un valor de 3 USD/ $m^3$  por concepto del derecho de aprovechamiento de madera en pie en el cálculo de los valores económicos por concepto del aprovechamiento del bien ambiental que constituyen los productos forestales.

#### 6.10.2.3.2 Productos Medicinales Derivados de la Biodiversidad

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VBA_{Med} = CM_{Med} \times Ab_{Med}$$

Donde:

$VBA_{Med}$  = Valor bienes ambientales productos medicinales (USD)

$CM_{Med}$  = Costo de mercado productos medicinales  $\left(\frac{USD}{ha}\right)$

$Ab_{Med}$  = Área basal de productos medicinales (ha)

Considerando que el valor económico que podría generarse a causa de productos medicinales obtenidos de las especies vegetales de un bosque nativo está directamente ligado a la diversidad genética de un ecosistema dado, este componente del VET valora simultáneamente los bienes ambientales medicinales y los recursos genéticos.

Se utilizó como valor económico por concepto de productos medicinales derivados de la biodiversidad genética 1043 USD/ha, valor determinado por Rauser & Small (1998) mediante la metodología de Disposición al Pago (WTP por sus siglas en inglés, *Willingness To Pay*) de las compañías farmacéuticas en diferentes regiones del mundo. El valor utilizado para el cálculo corresponde específicamente para la Amazonía ecuatoriana, pero en ausencia de estudios específicos en regiones del Ecuador se utilizará dicho valor como estándar para todo el Ecuador.

Es importante considerar que en el caso de que el inventario forestal no identifique especies medicinales en el área a desbrozar, el valor económico de este componente será nulo. En el caso del presente proyecto, **SÍ** se identificaron especies medicinales en el área analizada.

### 6.10.2.3.3 Plantas Ornamentales

Se determina en base a la siguiente ecuación:

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

Donde:

$$Y_{ar} = \text{Aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales de la biodiversidad} \left( \frac{USD}{año} \right)$$

$$P_i^{po} = \text{Precio de las plantas ornamentales } i \left( \frac{USD}{unidad} \right)$$

$$Q_i^{po} = \text{Cantidad vendida de las plantas ornamentales } i \left( \frac{unidades}{año} \right)$$

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 y mediante la ecuación se puede estimar los aportes provenientes de esa actividad.

Las plantas ornamentales son utilizadas para la comercialización en algunos sitios, los valores varían entre diferentes especies, se tiene un valor económico referencial de 50 USD/unidad, costo aproximado para la venta de plantas ornamentales extraídas de la Amazonía.

En el caso del presente proyecto se verificó que en el área de influencia directa **NO** existen actividades económicas que involucren la venta de especies ornamentales, por lo que el valor económico de este componente será nulo. El medio de verificación utilizado son los resultados del análisis económico de la línea base social del presente estudio a través de las encuestas realizadas en el área, formularios de campo, 1.R Localidades, sección actividades productivas y de mercado, Anexos\C. Respaldo LB\C.3 Social\C.3.2 Respaldo Formularios\1. Cualitativos.

### 6.10.2.3.4 Artesanías

Se determina en base a la siguiente ecuación:

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

Donde:

$$Y_{ar} = \text{Aportes por la comercialización de artesanías de origen silvestre} (USD/año)$$

$$P_i^{ar} = \text{Precio de la pieza } i \left( \frac{USD}{pieza} \right)$$

$$Q_i^{ar} = \text{Cuantificación de la pieza} \left( \frac{pieza}{año} \right)$$

La contabilidad de las artesanías comerciales involucra una serie de dificultades propias de esa actividad. Normalmente, su comercialización es por precios, sin tener una unidad de medida establecida y única. Esto obliga a contabilizar el número de piezas que se demandan en el mercado y a conocer el precio de cada pieza. Si para algunos productos es factible contar con una unidad de medida diferente al de la pieza, como sucede en términos de volumen, la estimación requiere conocer el precio por unidad de volumen

demandado. Se utilizará un valor económico de \$ 2,5 USD, costo aproximado para la venta de artesanías en las ciudades orientales.

En el caso del presente proyecto, se verificó que en el área a intervenir **NO** existen actividades económicas que involucren la confección de artesanías, por lo que el valor económico de este componente será nulo. El medio de verificación utilizado son los resultados del análisis económico de la línea base social del presente estudio a través de las encuestas realizadas en el área, formularios de campo, 1.R Localidades, sección actividades productivas y de mercado, Anexos\C. Respaldos LB\C.3 Social\C.3.2 Respaldos Formularios\1. Cualitativos.

## 6.11 Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos.

### 6.11.1 Intensidad de Muestreo

**Tabla 6-8 Intensidad de Muestreo de las Áreas a Desbrozar**

Área de Intervención (ha)	Parcela	Área de Muestreo (ha)	Porcentaje de Muestreo (%)
11,29	PF1-CNCH	0,25	2,21
	PF2-CEA		

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar en la tabla anterior, el área con cobertura vegetal arbórea que será intervenida es de 11,29 ha, donde se instalaron dos parcelas de muestreo dando como resultado una intensidad mayor al 2,21 %.

### 6.11.2 Diagnóstico Cuantitativo

Los resultados de los árboles identificados marcados, medidos con un (DAP) igual o mayor a 10 cm a una altura de 1,3 m del suelo se presentan en el Anexo E.- Inventario Forestal\E.2. Tablas Forestales.

### 6.11.3 Altura Total y Comercial

La altura total y comercial de los árboles inventariados se presenta en el Anexo E.- Inventario Forestal\E.2. Tablas Forestales.

### 6.11.4 Área Basal

A continuación, se detalla el área basal calculada:

**Tabla 6-9 Área Basal**

Parcela	Área Basal (m <sup>2</sup> )	Área (ha)
PF1-CNCH	2,58	0,125
PF2-CEA	2,81	0,125
Sumatoria	5,39	0,25

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

De acuerdo con los resultados obtenidos, en 0,25 ha se calcularon 5,39 m<sup>2</sup>; por lo tanto, el área basal para 11,29 ha de cobertura arbórea es de 243,41 m<sup>2</sup>.

### 6.11.5 Área Basal por Hectárea

A continuación, se detalla el área basal calculada:

**Tabla 6-10 Área Basal por Hectárea**

Parcela	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Área (ha)
PF1-CNCH	20,64	0,125
PF2-CEA	22,48	0,125

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

### 6.11.6 Volumen Total de Madera

El volumen total de madera para cada área específica determinada en ha se establece en m<sup>3</sup>. A continuación, se detallan los resultados obtenidos.

**Tabla 6-11 Volumen en Áreas**

Parcela	Volumen Total (m <sup>3</sup> )	Área (ha)
PF1-CNCH	27,71	0,125
PF2-CEA	28,13	0,125
Sumatoria	55,84	0,25

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En 0,25 ha se obtuvo 55,84 m<sup>3</sup>, es decir que en 11,29 ha con cobertura arbórea resulta un volumen total de 2521,73 m<sup>3</sup>.

#### 6.11.6.1 Volumen Total por Hectárea

El volumen por hectárea que ocupan los árboles para cada área específica determinada en ha se establece en m<sup>3</sup>/ha.

**Tabla 6-12 Volumen por Hectárea**

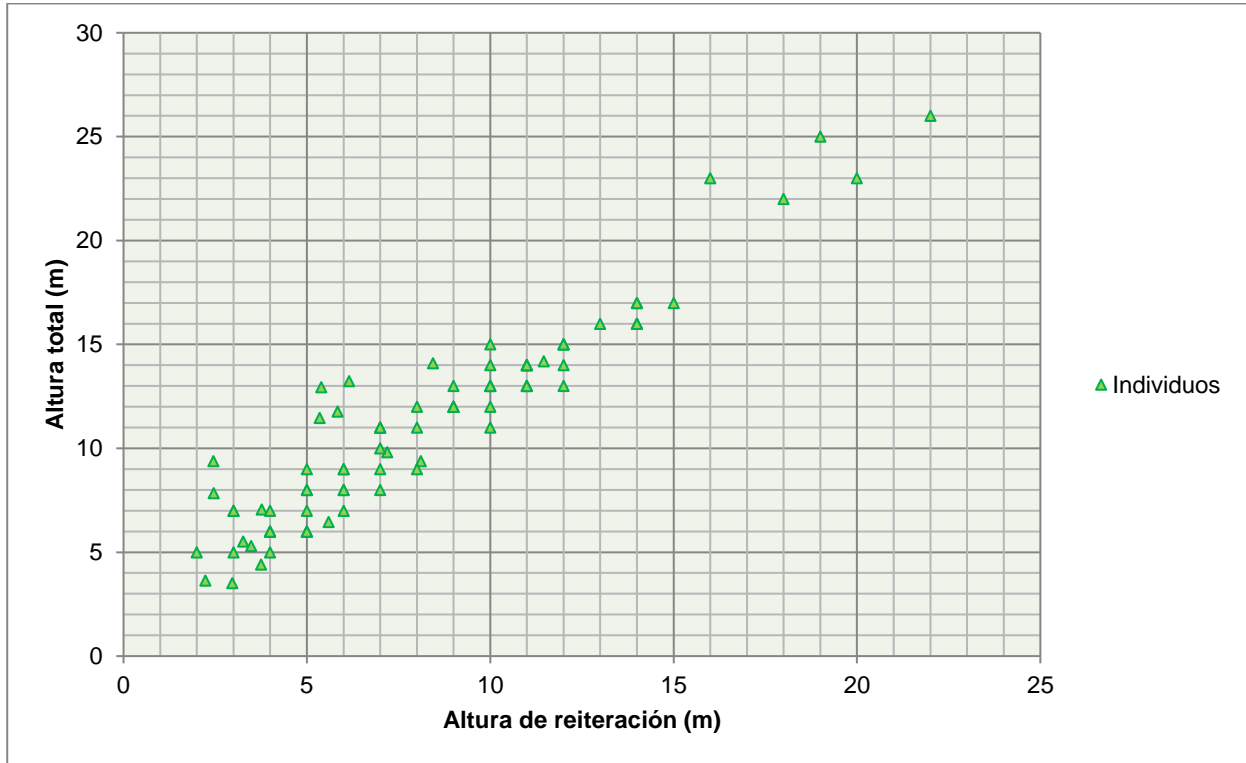
Parcela	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	Área (ha)
PF1-CNCH	221,68	0,125
PF2-CEA	225,04	0,125

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

**Tabla 6-13 Estructura Vertical**

**6.11.6.2 Estratificación del Perfil del Bosque**

**6.11.6.2.1 PF1-CNCH**



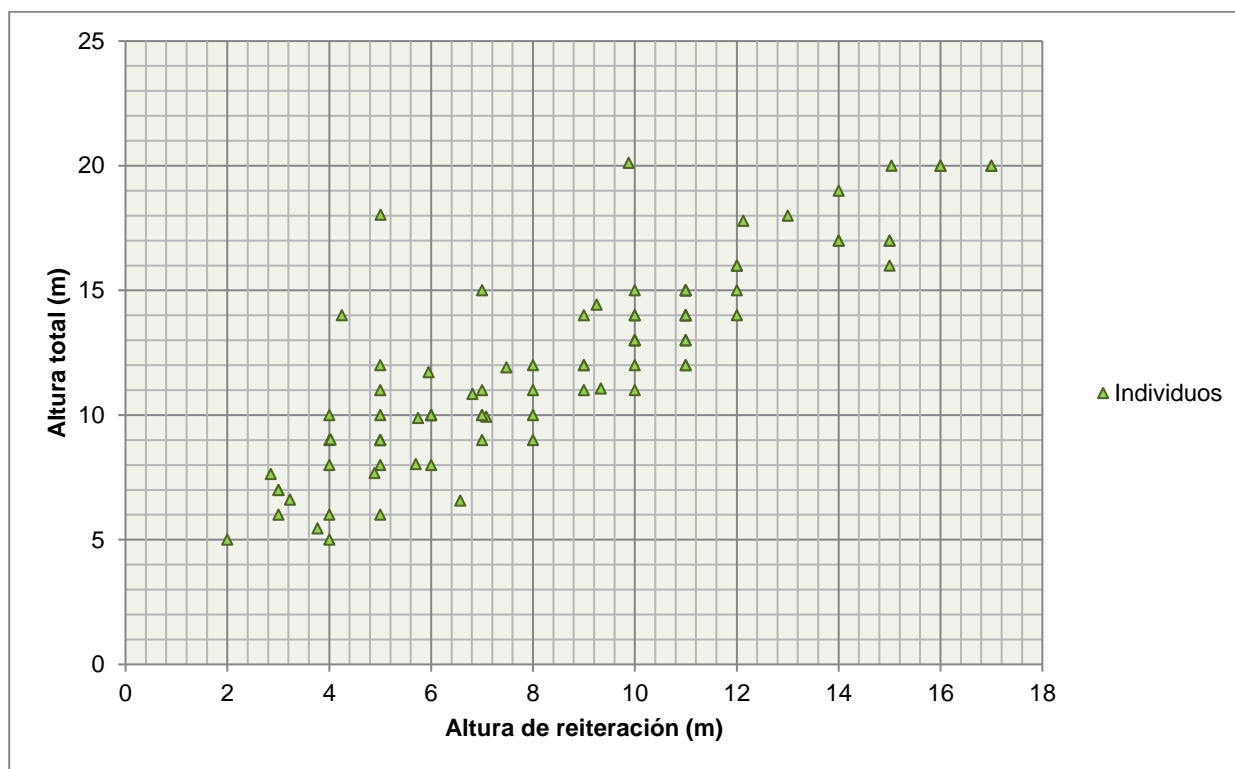
**Figura 6-1 Diagrama de Dispersión de Copas PF1-CNCH**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar en la figura anterior, en el área se evidencia la presencia de árboles con copas que se extienden sobre el nivel general del vuelo y que reciben plena luz desde arriba y parcialmente desde los lados, siendo mayores que los árboles medios de la masa, pero algo apretados en los lados (dominantes).

Además, existen árboles más cortos que los de la clase precedente pero cuyas copas se extienden en el vuelo formado por los pies codominantes.

### 6.11.6.2.2 PF2-CEA



**Figura 6-2 Diagrama de Dispersión de Copas PF2-CEA**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar en la figura anterior, en el área se evidencia la presencia de árboles con copas que se extienden sobre el nivel general del vuelo y que reciben plena luz desde arriba y parcialmente desde los lados, siendo mayores que los árboles medios de la masa, pero posiblemente algo apretados en los lados (dominantes).

También se aprecian árboles con copas formando el nivel general del vuelo y que reciben luz plena desde arriba, pero relativamente escasa desde los lados, y suelen tener copas de tamaño medio más o menos apretadas lateralmente (codominantes).

### 6.11.6.3 Pisos Sociológicos

#### 6.11.6.3.1 PF1-CNCH

El dosel se ubicó en tres pisos sociológicos predefinidos. De acuerdo con su altura total, el piso superior se ubicó a una altura mayor o igual a 15 m, el piso medio entre 10-15 m y el piso inferior entre 3-10 m.

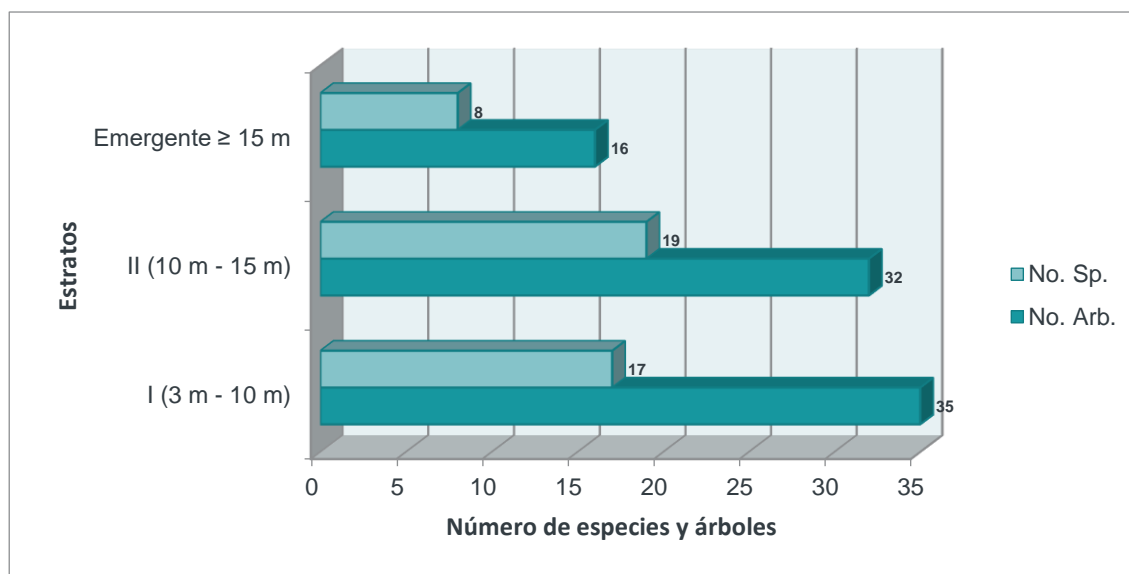
**Tabla 6-14 Posición Sociológica de las Especies PF1-CNCH**

Estrato	No. Árb.	No. Sp.	Especies
I (3 m-10 m)	35	17	<i>Pholidostachys synanthera</i> -5, <i>Cyathea</i> sp.-4, <i>Palicourea</i> sp.-4, <i>Pouteria</i> sp.-4, <i>Miconia</i> sp.-3, <i>Caryocar</i> sp.-2, <i>Clavija</i> sp.-2, <i>Salacia</i> sp.-2, <i>Allophylus</i> sp.-1, <i>Eschweilera coriacea</i> -1, <i>Eschweilera</i> sp.-1, <i>Geonoma undata</i> -1, <i>Grias neuberthii</i> -1, <i>Protium</i> sp.-1, <i>Saurauia</i> sp.-1, <i>Siparuna</i> sp.-1, <i>Wettinia</i> sp.-1
II (10 m-15 m)	32	19	<i>Wettinia</i> sp.-4, <i>Cecropia</i> sp.-4, <i>Heisteria</i> sp.-3, <i>Palicourea</i> sp.-2, <i>Miconia</i> sp.-2, <i>Croton lechleri</i> -2, <i>Myrsine</i> sp.-2, <i>Otoba parvifolia</i> -2, <i>Pouteria</i> sp.-1, <i>Allophylus</i>

Estrato	No. Árb.	No. Sp.	Especies
			<i>sp.-1, Grias neuberthii-1, Clarisia biflora-1, Ladenbergia sp.-1, Matisia sp.-1, Nectandra sp.-1, Persea sp.-1, Sapium glandulosum-1, Sloanea sp.-1, Tetrathylacium macrophyllum-1</i>
Emergente ≥ 15 m	16	8	<i>Miconia sp.-4, Otoba parvifolia-4, Croton lechleri-3, Cecropia sp.-1, Pouteria sp.-1, Nectandra sp.-1, Ficus sp.-1, Ochroma pyramidale-1</i>
Total	83	14	

No. Árb. = Número de árboles; No. Sp. = Número de especies

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021



**Figura 6-3 Distribución Sociológica PF1-CNCH**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Estructuralmente, los árboles dentro del área tienen la tendencia a agruparse en dos estratos acompañados por un emergente. El estrato con mayor número de especies es el II, con 19 especies. *Miconia sp.* y *Pouteria sp.* son las especies más representativas por ser la que se distribuyen dentro de los tres estratos.

#### 6.11.6.3.2 PF2-CEA

El dosel se ubicó en dos pisos sociológicos predefinidos. De acuerdo con su altura total el piso superior se ubicó a una altura mayor o igual a 20 m, el piso medio entre 10-20 m y el piso inferior entre 3 y 10 m.

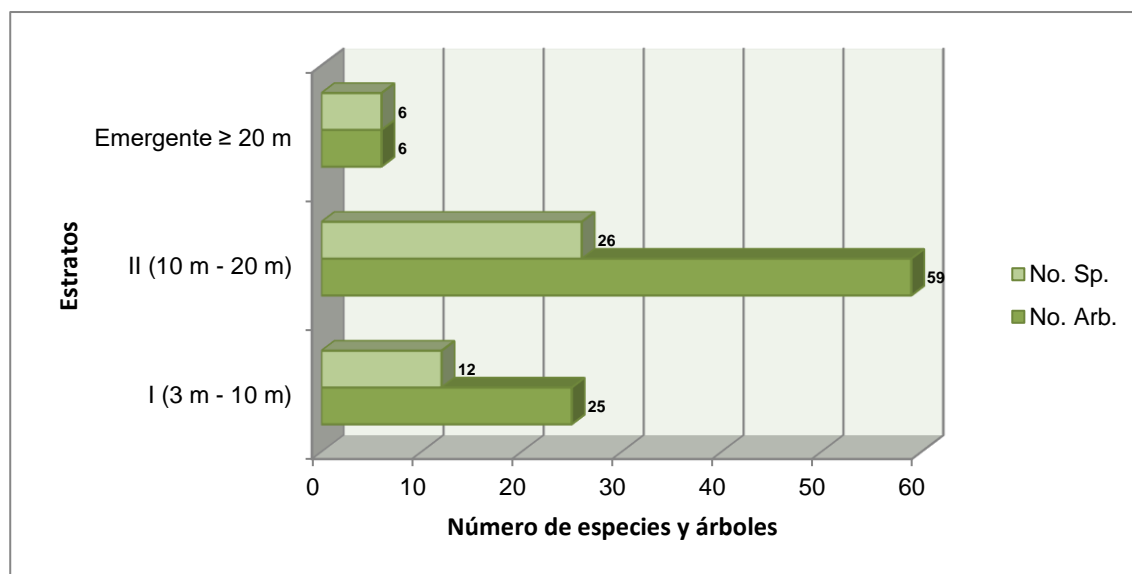
**Tabla 6-15 Posición Sociológica de las Especies PF2-CEA**

Estrato	No. Árb.	No. Sp.	Especies
I (3 m-10 m)	25	12	<i>Pouteria sp.-12, Guettarda sp.-2, Otoba parvifolia-2, Grias neuberthii-1, Guarea sp.-1, Guatteria sp.-1, Heisteria sp.-1, Maclura sp.-1, Nectandra sp.-1, Palicourea sp.-1, Persea sp.-1, Solanum sp.-1</i>
II (10 m-20 m)	59	26	<i>Nectandra sp.-10, Ladenbergia sp.-5, Grias neuberthii-4, Guarea sp.-4, Guatteria sp.-4, Cecropia sp.-4, Pouteria sp.-3, Otoba parvifolia-2, Ficus sp.-2, Miconia sp.-2, Phytelephas aequatorialis-2, Sapium glandulosum-2, Wettinia sp.-2, Guettarda sp.-1, Heisteria sp.-1, Allophylus sp.-1, Brunellia sp.-1,</i>

Estrato	No. Árb.	No. Sp.	Especies
			<i>Cabralea canjerana</i> -1, <i>Coussapoa</i> sp. -1, <i>Garcinia macrophylla</i> -1, <i>Heisteria latifolia</i> -1, <i>Inga</i> sp. -1, <i>Lacmellea</i> sp.-1, <i>Myrsine</i> sp.-1, <i>Prunus</i> sp.-1, <i>Simarouba amara</i> -1
Emergente ≥ 20 m	6	6	<i>Guatteria</i> sp.-1, <i>Cecropia</i> sp.-1, <i>Pouteria</i> sp.-1, <i>Miconia</i> sp.-1, <i>Guettarda</i> sp.-1, <i>Tapirira guianensis</i> -1
Total	90	44	-

No. Árb. = Número de árboles; No. Sp. = Número de especies

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021



**Figura 6-4 Distribución Sociológica PF2-CEA**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

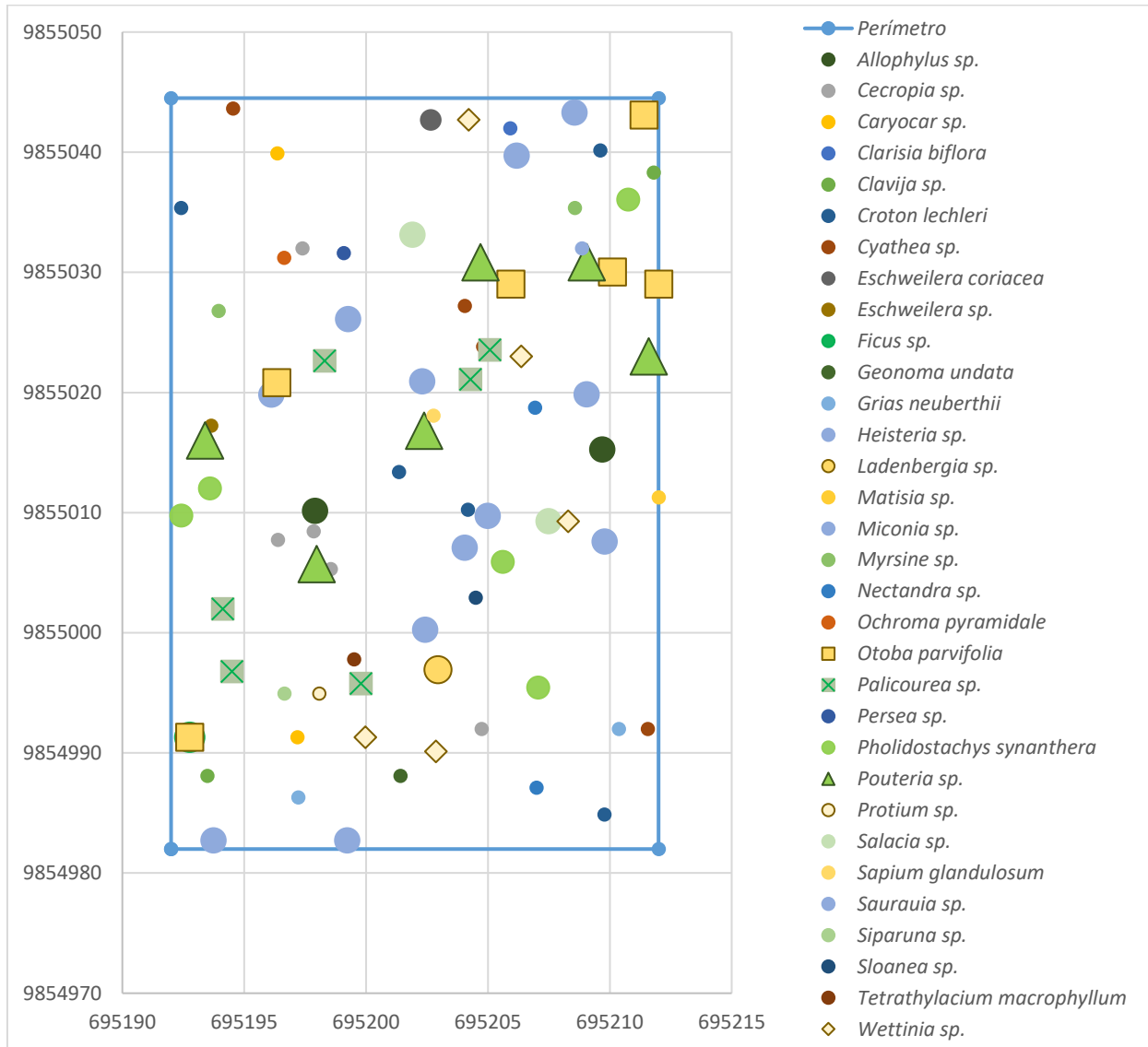
Estructuralmente, los árboles dentro del área tienen la tendencia a agruparse en dos estratos acompañados por un emergente. El estrato con mayor número de especies es el II, con 26 especies. *Guatteria* sp., *Pouteria* sp. y *Guettarda* sp. son las más representativas por estar presentes en los tres estratos.



**6.11.7 Estructura Horizontal**

**6.11.7.1 Dispersión de Especies**

**6.11.7.1.1 PF1-CNCH**



**Figura 6-5 Diagrama de Dispersión de las Especies Parcela PF1-CNCH**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar, la dispersión de especies presentes dentro de la parcela muestra una dominancia de *Miconia sp.*, con nueve individuos.

6.11.7.1.2 PF2-CEA



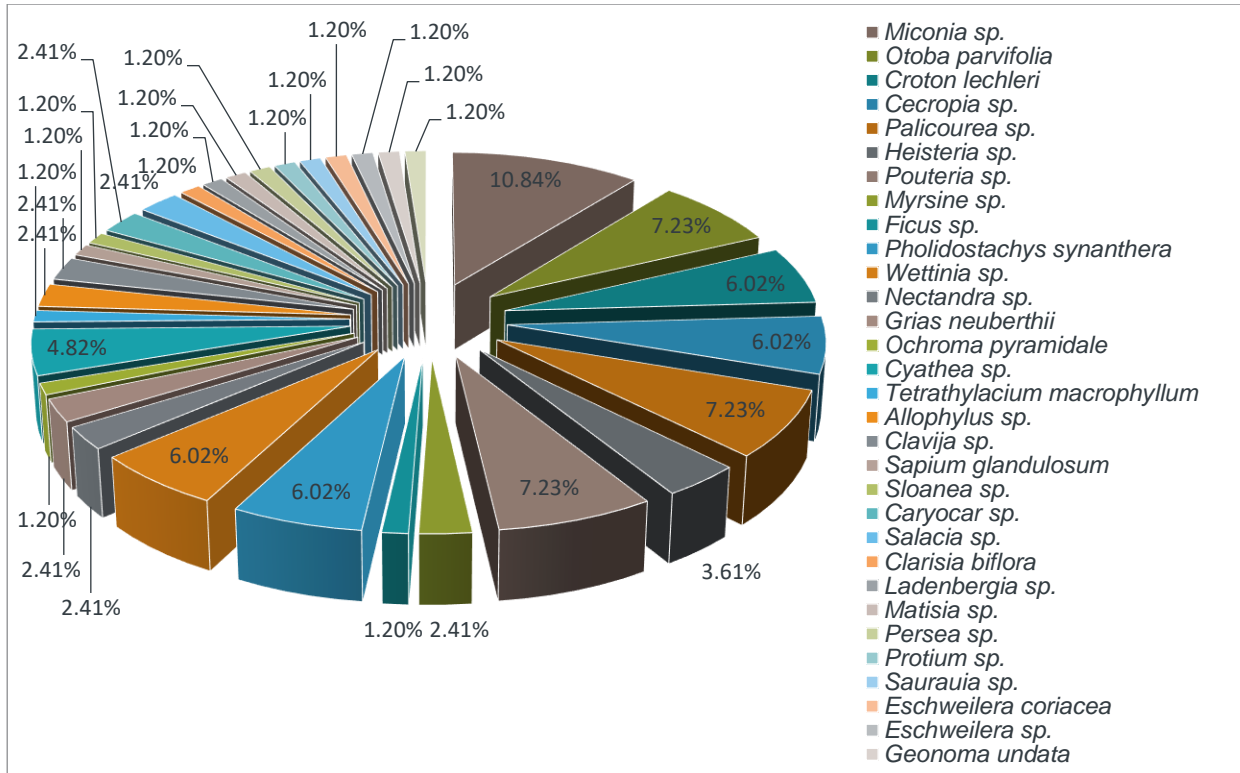
Figura 6-6 Diagrama de Dispersión de las Especies Parcela PF2-CEA

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar, la dispersión de especies presentes dentro de la parcela muestra una dominancia de *Pouteria sp.*, con 16 individuos.

**6.11.7.2 Abundancia Relativa**

**6.11.7.2.1 PF1-CNCH**



**Figura 6-7 Abundancia Relativa PF1-CNCH**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En la figura anterior se observa que las especies más abundantes son: *Miconia sp.*, con 10,84 %; *Otoba parvifolia*, *Palicourea sp.* y *Pouteria sp.*, con 7,23 %; *Cecropia sp.*, *Croton lechleri*, *Pholidostachys synanthera*, *Wettinia sp.*, con 6,02 %; *Cyathea sp.*, con 4,82 %; y, *Heisteria sp.*, con 3,61 %.

6.11.7.2.2 PF2-CEA

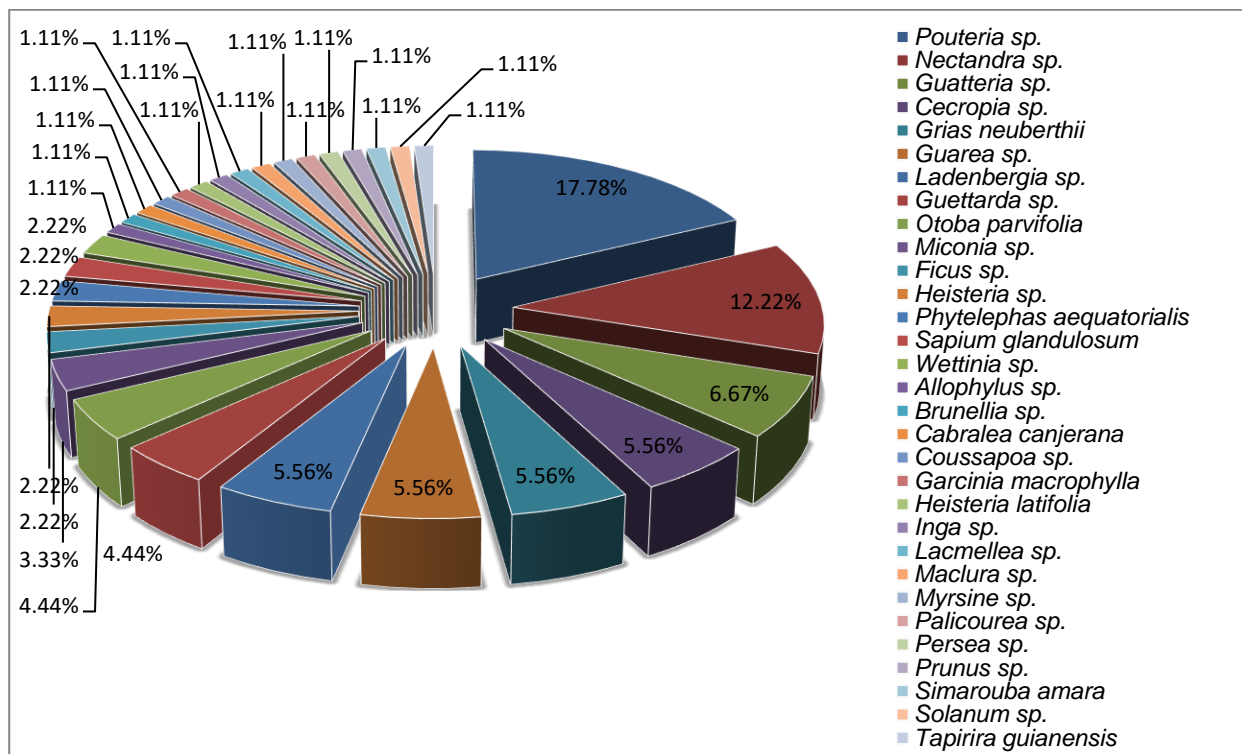


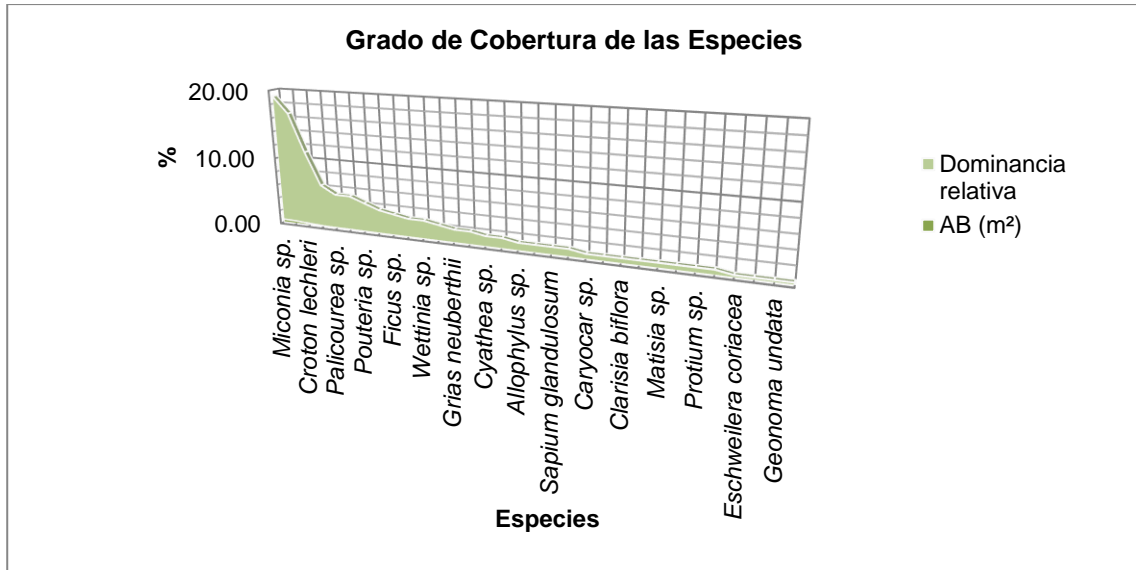
Figura 6-8 Abundancia Relativa PF2-CEA

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

En la figura anterior se observa que las especies más abundantes son: *Pouteria sp.*, con 17,78 %; *Nectandra sp.*, con 12,22 %; *Guatteria sp.*, con 6,67 %; *Cecropia sp.*, *Grias neuberthii*, *Guarea sp.* y *Ladenbergia sp.*, con 5,56 %; y, *Guettarda sp.*, *Otoba parvifolia*, con 4,44 %.

**6.11.7.3 Dominancia Relativa**

**6.11.7.3.1 PF1-CNCH**

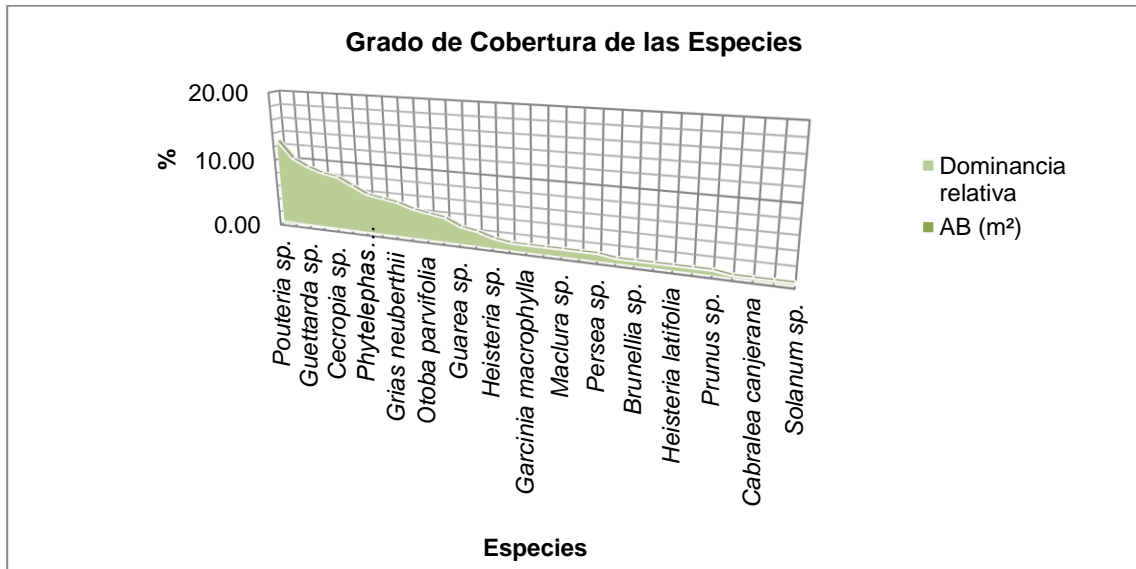


**Figura 6-9 Dominancia Relativa PF1-CNCH**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

*Miconia* sp. es la especie que ocupa mayor espacio, con 18,60 %; le siguen *Otoba parvifolia*, con 16,28 %; *Croton lechleri*, con 10,85 %; *Cecropia* sp., con 6,20 %; y, *Palicourea* sp., con 5,04 %.

**6.11.7.3.2 PF2-CEA**



**Figura 6-10 Dominancia Relativa PF2-CEA**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

*Pouteria* sp. es la especie que ocupa mayor espacio, con 12,46 %; le siguen *Nectandra* sp., con 9,96 %; *Guetarda* sp., con 8,90 %; *Tapirira guianensis*, con 8,19 %; y, *Cecropia* sp., con 7,83 %.

#### 6.11.7.4 Índice de Valor de Importancia

##### 6.11.7.4.1 PF1-CNCH

Tabla 6-16 Índice de Valor de Importancia PF1-CNCH

Nombre Científico	No. Individuos por Especie	AB (m <sup>2</sup> )	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	I.V.I.
<i>Miconia</i> sp.	9	0,48	10,84	18,60	29,45
<i>Otoba parvifolia</i>	6	0,42	7,23	16,28	23,51
<i>Croton lechleri</i>	5	0,28	6,02	10,85	16,88
<i>Palicourea</i> sp.	6	0,13	7,23	5,04	12,27
<i>Cecropia</i> sp.	5	0,16	6,02	6,20	12,23
<i>Pouteria</i> sp.	6	0,11	7,23	4,26	11,49
<i>Pholidostachys synanthera</i>	5	0,07	6,02	2,71	8,74
<i>Wettinia</i> sp.	5	0,07	6,02	2,71	8,74
<i>Heisteria</i> sp.	3	0,13	3,61	5,04	8,65
<i>Cyathea</i> sp.	4	0,04	4,82	1,55	6,37
<i>Myrsine</i> sp.	2	0,09	2,41	3,49	5,90
<i>Nectandra</i> sp.	2	0,06	2,41	2,33	4,74
<i>Grias neuberthii</i>	2	0,05	2,41	1,94	4,35
<i>Ficus</i> sp.	1	0,08	1,20	3,10	4,31
<i>Allophylus</i> sp.	2	0,03	2,41	1,16	3,57
<i>Clavija</i> sp.	2	0,03	2,41	1,16	3,57
<i>Caryocar</i> sp.	2	0,02	2,41	0,78	3,18
<i>Salacia</i> sp.	2	0,02	2,41	0,78	3,18
<i>Ochroma pyramidale</i>	1	0,05	1,20	1,94	3,14
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	1	0,04	1,20	1,55	2,76
<i>Sapium glandulosum</i>	1	0,03	1,20	1,16	2,37
<i>Sloanea</i> sp.	1	0,03	1,20	1,16	2,37
<i>Clarisia biflora</i>	1	0,02	1,20	0,78	1,98
<i>Ladenbergia</i> sp.	1	0,02	1,20	0,78	1,98
<i>Matisia</i> sp.	1	0,02	1,20	0,78	1,98
<i>Persea</i> sp.	1	0,02	1,20	0,78	1,98
<i>Protium</i> sp.	1	0,02	1,20	0,78	1,98
<i>Saurauia</i> sp.	1	0,02	1,20	0,78	1,98
<i>Eschweilera coriacea</i>	1	0,01	1,20	0,39	1,59
<i>Eschweilera</i> sp.	1	0,01	1,20	0,39	1,59
<i>Geonoma undata</i>	1	0,01	1,20	0,39	1,59

Nombre Científico	No. Individuos por Especie	AB (m <sup>2</sup> )	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	I.V.I.
<i>Siparuna</i> sp.	1	0,01	1,20	0,39	1,59
Sumatoria	83	2,58	100	100	200

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

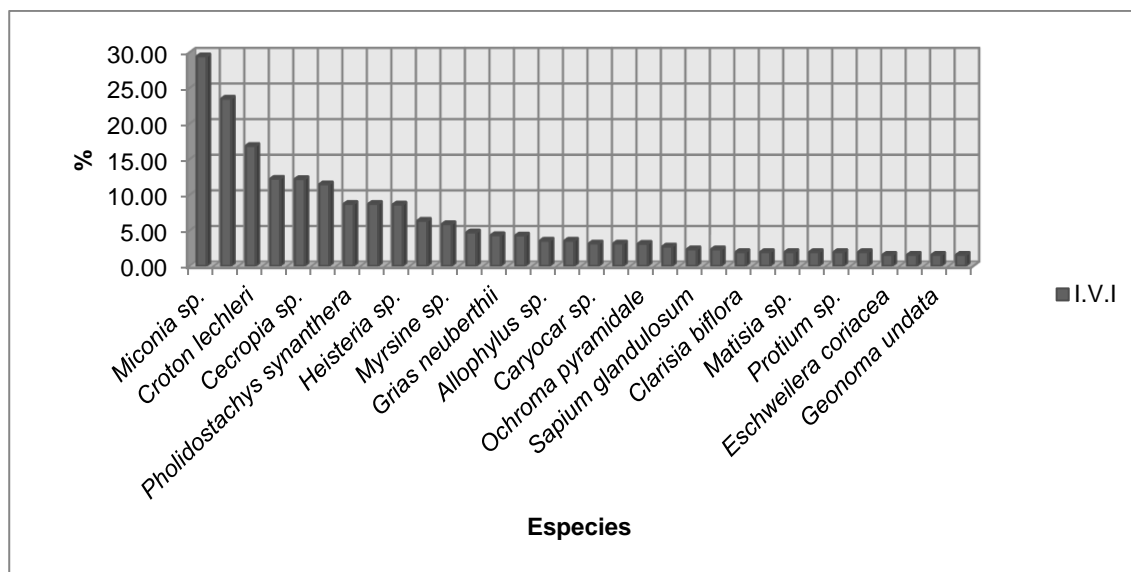


Figura 6-11 Índice de Valor de Importancia PF1-CNCH

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar en la tabla y figura anteriores, las especies más importantes dentro del área son: *Miconia* sp., *Otoba parvifolia*, *Croton lechleri*, *Palicourea* sp., *Cecropia* sp. y *Pouteria* sp., por presentar un índice de valor de importancia (I.V.I.) de 29,45 %; 23,51 %; 16,88 %; 12,27 %; 12,23 %; y 11,49 %, respectivamente.

#### 6.11.7.4.2 PF2-CEA

Tabla 6-17 Índice de Valor de Importancia PF2-CEA

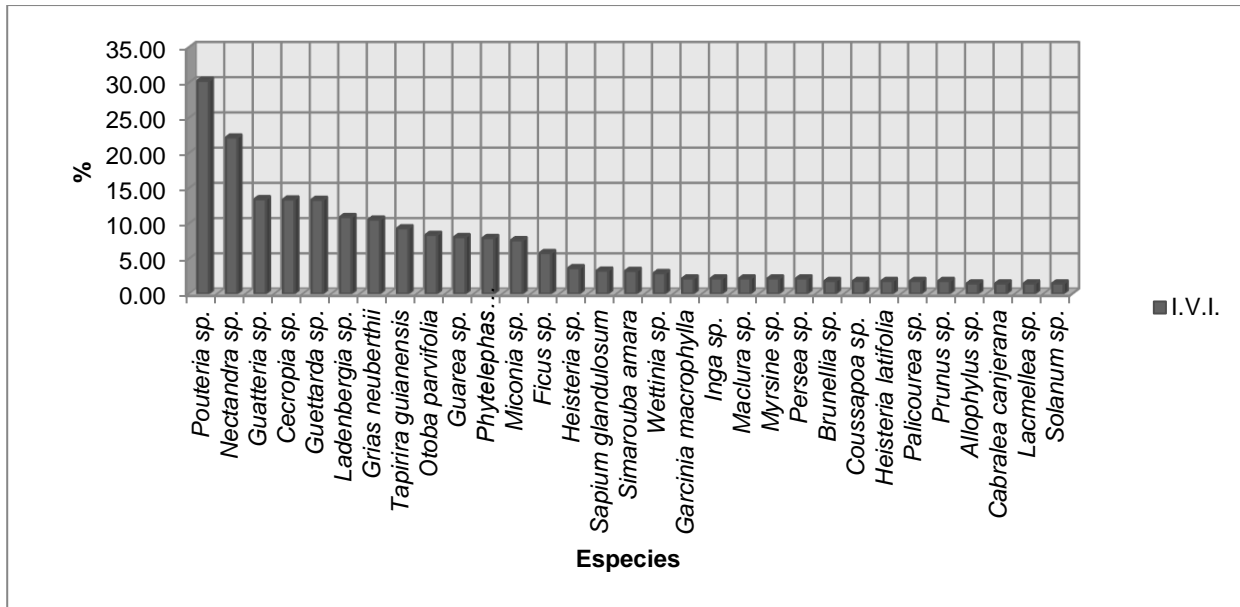
Nombre Científico	No. Individuos por Especie	AB (m <sup>2</sup> )	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	I.V.I.
<i>Pouteria</i> sp.	16	0,35	17,78	12,46	30,23
<i>Nectandra</i> sp.	11	0,28	12,22	9,96	22,19
<i>Guatteria</i> sp.	6	0,19	6,67	6,76	13,43
<i>Cecropia</i> sp.	5	0,22	5,56	7,83	13,38
<i>Guettarda</i> sp.	4	0,25	4,44	8,90	13,34
<i>Ladenbergia</i> sp.	5	0,15	5,56	5,34	10,89
<i>Grias neuberthii</i>	5	0,14	5,56	4,98	10,54
<i>Tapirira guianensis</i>	1	0,23	1,11	8,19	9,30
<i>Otoba parvifolia</i>	4	0,11	4,44	3,91	8,36

<b>Nombre Científico</b>	<b>No. Individuos por Especie</b>	<b>AB (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>I.V.I.</b>
<i>Guarea</i> sp.	5	0,07	5,56	2,49	8,05
<i>Phytelephas aequatorialis</i>	2	0,16	2,22	5,69	7,92
<i>Miconia</i> sp.	3	0,12	3,33	4,27	7,60
<i>Ficus</i> sp.	2	0,1	2,22	3,56	5,78
<i>Heisteria</i> sp.	2	0,04	2,22	1,42	3,65
<i>Sapium glandulosum</i>	2	0,03	2,22	1,07	3,29
<i>Simarouba amara</i>	1	0,06	1,11	2,14	3,25
<i>Wettinia</i> sp.	2	0,02	2,22	0,71	2,93
<i>Garcinia macrophylla</i>	1	0,03	1,11	1,07	2,18
<i>Inga</i> sp.	1	0,03	1,11	1,07	2,18
<i>Maclura</i> sp.	1	0,03	1,11	1,07	2,18
<i>Myrsine</i> sp.	1	0,03	1,11	1,07	2,18
<i>Persea</i> sp.	1	0,03	1,11	1,07	2,18
<i>Brunellia</i> sp.	1	0,02	1,11	0,71	1,82
<i>Coussapoa</i> sp.	1	0,02	1,11	0,71	1,82
<i>Heisteria latifolia</i>	1	0,02	1,11	0,71	1,82
<i>Palicourea</i> sp.	1	0,02	1,11	0,71	1,82
<i>Prunus</i> sp.	1	0,02	1,11	0,71	1,82
<i>Allophylus</i> sp.	1	0,01	1,11	0,36	1,47
<i>Cabralea canjerana</i>	1	0,01	1,11	0,36	1,47
<i>Lacmellea</i> sp.	1	0,01	1,11	0,36	1,47
<i>Solanum</i> sp.	1	0,01	1,11	0,36	1,47
Sumatoria	90	2,81	100	100	200

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021





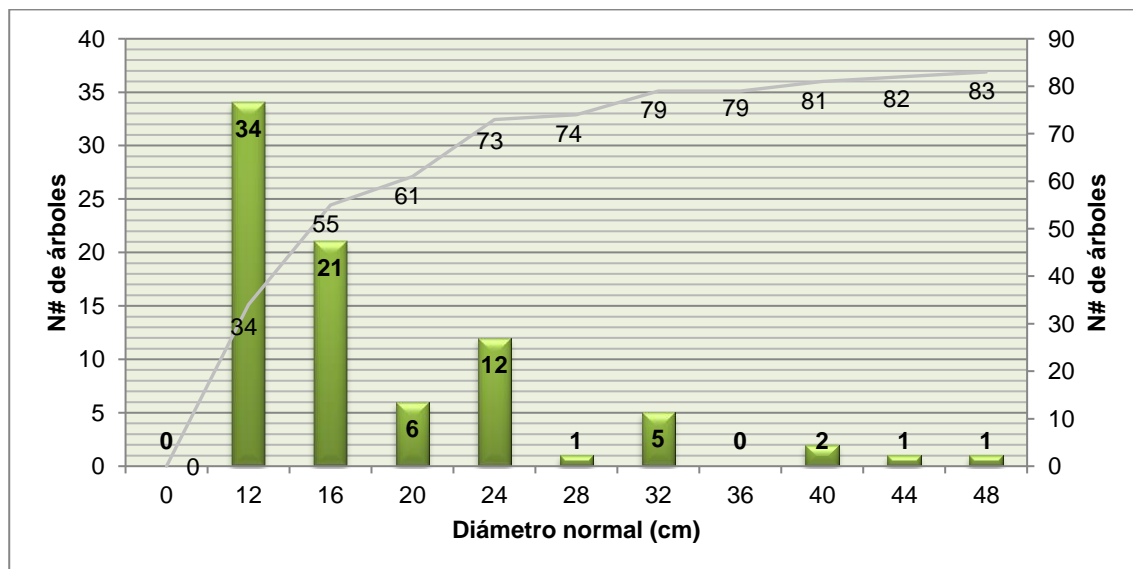
**Figura 6-12 Índice de Valor de Importancia PF2-CEA**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se puede observar en la tabla y figura anteriores, las especies más importantes dentro del área son: *Pouteria sp.*, *Nectandra sp.*, *Guatteria sp.*, *Cecropia sp.*, *Guettarda sp.*, *Ladenbergia sp.* y *Grias neuberthii*, por presentar un índice de valor de importancia (I.V.I.) de 30,23 %; 22,19 %; 13,43 %; 13,38 %; 13,34 %; 10,89 %; y 10,54 %, respectivamente.

### 6.11.7.5 Distribución Diamétrica (Curva de diámetros)

#### 6.11.7.5.1 PF1-CNCH

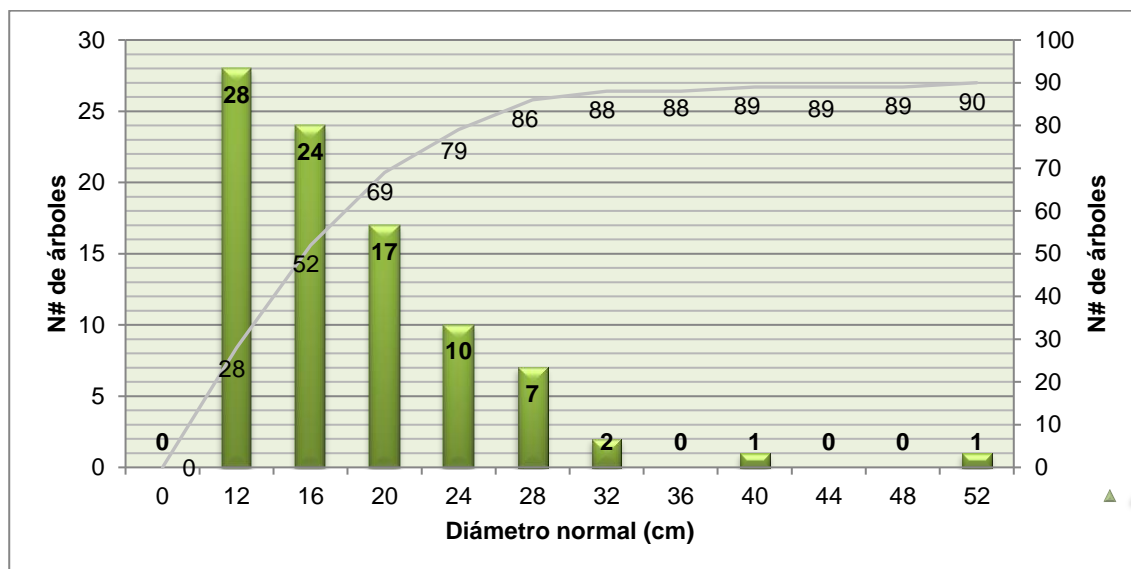


**Figura 6-13 Curva Diamétrica PF1-CNCH**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se observa en la figura anterior, la curva sigue una forma irregular; la marca de clase diamétrica 1 muestra que los individuos de 12 cm de DAP predominan en el área, con 34 individuos de los 83 registrados en total, representando el 40,96 % de los individuos inventariados.

#### 6.11.7.5.2 PF2-CEA



**Figura 6-14 Curva Diamétrica PF2-CEA**

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Como se observa en la figura anterior, la curva sigue una forma irregular; la marca de clase diamétrica 1 muestra que los individuos de 12 cm de DAP predominan en el área, con 28 individuos de los 90 registrados en total, representando el 31,11 % de los individuos inventariados.

#### 6.11.8 Índices de Diversidad

##### 6.11.8.1 Índice de Diversidad de Simpson

**Tabla 6-18 Índice de Diversidad de Simpson**

Implantación	Índice de Diversidad	Interpretación
PF1-CNCH	0,05	Diversidad alta
PF2-CEA	0,07	Diversidad alta

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

##### 6.11.8.1.1 PF1-CNCH

Como se puede observar en la tabla anterior, el índice de diversidad para el área es de 0,05, una diversidad alta; por lo tanto, si se escoge un individuo aleatoriamente de la comunidad, no importa cuál sea su especie, la probabilidad de encontrar otro de la misma especie es 1 en 19.

##### 6.11.8.1.2 PF2-CEA

Como se puede observar en la tabla anterior, el índice de diversidad para el área es de 0,07, una diversidad alta; por lo tanto, si se escoge un individuo aleatoriamente de la comunidad, no importa cuál sea su especie, la probabilidad de encontrar otro de la misma especie es 1 en 14.

### 6.11.8.2 Índice de Shannon Weaver

Tabla 6-19 Interpretación del Índice de Shannon Weaver

Implantación	Índice de Diversidad	Interpretación
PF1-CNCH	3,18	Diversidad alta
PF2-CEA	3,00	Diversidad alta

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021

Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

#### 6.11.8.2.1 PF1-CNCH

Como se puede observar en la tabla anterior, el índice de diversidad para el área es de 3,18 (diversidad alta); por lo tanto, la probabilidad de sacar la misma diversidad de especies con la misma proporción en otro muestreo es alta.

#### 6.11.8.2.2 PF2-CEA

Como se puede observar en la tabla anterior, el índice de diversidad para el área es de 3,00 (diversidad alta); por lo tanto, la probabilidad de sacar la misma diversidad de especies con la misma proporción en otro muestreo es alta.

### 6.11.9 Especies

A continuación, se detallan las especies más importantes por cada área de trabajo, en función de su rol en el entorno, así como especies que deben destacarse en función de otros factores, como especies indicadoras, endémicas, raras, en categoría de amenaza (UICN), con aprovechamiento condicionado, medicinales y de interés económico.

Página en blanco

**Tabla 6-20 Clasificación de las Especies Registradas**

Área Evaluada	Importantes	Indicadoras	Endémicas	Raras	En Categoría de Amenaza (UICN)/(CITES)	Interés Económico
PF1-CNCH	<i>Croton lechleri</i> -sangre de drago, <i>Eschweilera coriacea</i> -caoba veteada, <i>Grias neuberthii</i> -pitón, <i>Ochroma pyramidale</i> -balsa, <i>Otoba parvifolia</i> - sangre de gallina, <i>Sapium glandulosum</i> - caucho, <i>Tetrathylacium macrophyllum</i> -barazón (especies medicinales)	No se registraron	No se registraron	No se registraron	<i>Grias neuberthii</i> -pitón, <i>Tetrathylacium macrophyllum</i> -barazón, <i>Ochroma pyramidale</i> -balsa, <i>Eschweilera coriacea</i> -caoba veteada, <i>Clarisia biflora</i> , <i>Sapium glandulosum</i> -caucho, <i>Grias neuberthii</i> -pitón - LC-UICN	<i>Ficus</i> sp.-mata palo, <i>Grias neuberthii</i> -pitón, <i>Nectandra</i> sp.-canelo, <i>Ochroma pyramidale</i> -balsa, <i>Otoba parvifolia</i> -sangre de gallina, <i>Persea</i> sp.-aguacate, <i>Pouteria</i> sp.-caimito, <i>Tetrathylacium macrophyllum</i> -barazón
PF2-CEA	<i>Cabralea canjerana</i> -cedro macho (aprovechamiento condicionado); <i>Grias neuberthii</i> -pitón, <i>Otoba parvifolia</i> -sangre de gallina, <i>Phytelephas aequatorialis</i> -tagua, <i>Sapium glandulosum</i> -caucho, <i>Simarouba amara</i> -amargo, <i>Tapirira guianensis</i> -cedrillo (especies medicinales)	<i>Inga</i> sp.-guaba (suelos con nutrientes); <i>Cecropia</i> sp.-guarumo, <i>Coussapoa</i> sp.-quicure (áreas intervenidas)	<i>Phytelephas aequatorialis</i> -tagua	No se registraron	<i>Tapirira guianensis</i> -cedrillo, <i>Garcinia macrophylla</i> -madroño, <i>Sapium glandulosum</i> -caucho, <i>Grias neuberthii</i> -pitón, <i>Cabralea canjerana</i> -cedro macho, <i>Grias neuberthii</i> -pitón, <i>Heisteria latifolia</i> -onomonkawe, <i>Simarouba amara</i> -amargo - LC-UICN; <i>Phytelephas aequatorialis</i> -tagua - Casi amenazada-Libro Rojo/NT-UICN	<i>Cabralea canjerana</i> -cedro macho, <i>Ficus</i> sp.-mata palo, <i>Grias neuberthii</i> -pitón, <i>Guarea</i> sp.-guamo, <i>Nectandra</i> sp.-canelo, <i>Otoba parvifolia</i> -sangre de gallina, <i>Persea</i> sp.-aguacate, <i>Pouteria</i> sp.-caimito, <i>Simarouba amara</i> -amargo, <i>Tapirira guianensis</i> -cedrillo
LC = Least Concern (Preocupación Menor) NT = Near Threatened (Casi Amenazado)						

Fuente: Cardno Entrix, septiembre 2021  
 Elaboración: Cardno Entrix, septiembre 2021

Página en blanco

### 6.11.10 Resultados de la Valoración Económica

A continuación, se resumen los datos resultantes del inventario realizado y la caracterización socioambiental de cada área de análisis. Estos datos son utilizados como insumos para poder desarrollar el Valor Económico Total (VET) del proyecto.

#### 6.11.10.1 Viabilidad para Efectuar la Valoración Económica

**Tabla 6-21 Matriz de Viabilidad para Efectuar la Valoración Económica**

Características	Unidades	Valores
Área que intervenir por el proyecto	ha	290,15
Área total para desbrozar	ha	121,4
Área de bosque	m <sup>2</sup>	243,41
Densidad de bosque	m <sup>2</sup> /ha	21,56
Tipo de bosque	-	Bosque secundario y vegetación arbustiva
Aplica valoración económica	-	<b>SÍ</b>

Fuente: Cardno Entrix, diciembre 2020  
Elaboración: Cardno Entrix, enero 2021

En el área de análisis se ha establecido que la densidad de bosque es de 21,56 m<sup>2</sup>/ha, lo cual determina que el área analizada corresponde a un área altamente intervenida, y por ende **SÍ** aplica efectuar la Valoración Económica Total de los bienes y servicios ambientales de la vegetación nativa en el área de estudio.

#### 6.11.10.1.1 Valoración de Bienes Ambientales

##### Productos Maderables y No Maderables del Bosque

Fórmula	$VBA_{PF} = CM_{PF} \times V_C$		
<b>VBAPF</b>	Valor bienes ambientales productos forestales (USD)	7.565,19	USD
<b>CMPF</b>	Costo de mercado productos forestales (USD/m <sup>3</sup> )	3,00	USD/m <sup>3</sup>
<b>VC</b>	Volumen total de madera inventariado (m <sup>3</sup> )	2521,73	m <sup>3</sup>

##### Productos Medicinales Derivados de la Biodiversidad

Fórmula	$VBA_{Med} = CM_{Med} \times Ab_{Med}$		
<b>VBA<sub>Med</sub></b>	Valor bienes ambientales productos medicinales (USD)	7,61	USD
<b>CM<sub>Med</sub></b>	Costo de mercado productos medicinales (USD/ha)	1.043	USD/ha
<b>Ab<sub>Med</sub></b>	Área basal de productos medicinales (ha)	0,0073	ha

##### Plantas Ornamentales

Fórmula	$Y_{ar} = \sum_{i=1}^n P_i^{po} \times Q_i^{po}$		
<b>Y<sub>ar</sub></b>	Aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales de la biodiversidad (USD/año)	0,00	USD/año
<b>P<sub>i</sub><sup>po</sup></b>	Costo de las plantas ornamentales i (USD/unidad)	0,00	USD/unidad

$Q_i^{po}$	Cantidad vendida de las plantas ornamentales i (unidades/año)	0,00	unidades/año
------------	---	------	--------------

### Artesanías

<b>Fórmula</b>	$Y_{ar} = \sum_{i=1}^n P_i^{ar} X Q_i^{ar}$		
$Y_{ar}$	Aportes por la comercialización de artesanías de origen silvestre (USD/año)	0,00	USD
$P_i^{ar}$	Precio de la pieza (USD/pieza)	0,00	USD/ha
$Q_i^{ar}$	Cuantificación de la pieza (pieza/año)	0,00	ha

### 6.11.10.1.2 Valoración de Servicios Ambientales

#### Regulación de Gases con Efecto Invernadero (Secuestro de Carbono)

<b>Fórmula</b>	$VSA_C = CM_C X (TF_C X AB_t)$		
$VSA_C$	Valor servicio ambiental captura de carbono (USD)	119.263,36	USD
$CM_C$	Costo de mercado captura de carbono (USD/Ton.C)	8,00	USD/Ton.C
$TF_C$	Tasa de fijación de carbono por tipo de bosque (Ton.C/ha)	122,80	Ton.C/ha
$AB_t$	Área de bosque a desbrozar por el proyecto (ha)	121,40	ha

#### Regulación Hídrica

<b>Fórmula</b>	$VSA_H = CM_H X AB_t$		
$VSA_H$	Valor servicio ambiental regulación hídrica (USD)	28.407,60	USD
$CM_H$	Costo de mercado regulación hídrica (USD/ha)	234	USD/ha
$AB_t$	Área de bosque a desbrozar por el proyecto (ha)	121,40	ha

#### Belleza Escénica Como Servicio Ambiental de los Bosques

<b>Fórmula</b>	$VSA_{BE} = CM_{BE} X A_t$		
$VSA_{BE}$	Valor servicio ambiental belleza escénica (USD)	0,00	USD
$CM_{BE}$	Costo de mercado belleza escénica (USD/ha)	162,92	USD/ha
$AB_t$	Área a intervenir por el proyecto (ha)	0,00	ha

### 6.11.10.1.3 VET

Tabla 6-22 Valoración Económica de Bienes y Servicios Ambientales

Tipo de Valoración	Componente	Costo Unitario (USD)	Volumen o Área de Cálculo (m³ o ha)	Valor (USD)	Peso sobre el VET (%)
Valoración de bienes ambientales	Productos maderables y no maderables (Artículo 1, AM No. 041)	3,00	2521,73 m³	7565,19	4,87
	Productos medicinales derivados de la biodiversidad (Rausser & Small [1998])	1043,00	0,0073 ha	7,61	0,00
	Plantas ornamentales (Anexo 1, AM No. 134 [ec. 6.6])	50,00	0,00 ha	0,00	0,00



Tipo de Valoración	Componente	Costo Unitario (USD)	Volumen o Área de Cálculo (m <sup>3</sup> o ha)	Valor (USD)	Peso sobre el VET (%)
	Artesanías (Anexo 1, AM No. 134 [ec. 6.7])	2,50	0,00 ha	0,00	0,00
Valoración de servicios ambientales	Regulación de gases con efecto invernadero (secuestro de carbono) (ENF, 2009-2013)	8,00	122,8 Ton. C/ha x 121,4 ha	119 263,36	76,82
	Regulación hídrica (Ruitenbeek [1992])	234,00	121,4 ha	28 407,60	18,30
	Belleza escénica como servicio ambiental de los bosques (Baldares et al. [1990])	162,92	0,00 ha	0,00	0,00
Total	-	-	-	155 243,76	100,00

Fuente: Cardno Entrix, diciembre 2020  
Elaboración: Cardno Entrix, enero 2021

El valor resultante del VET para el área evaluada aplicando la metodología establecida fue de USD 155 243,76 por la afectación de 121,40 ha. Como se puede observar en la tabla anterior, los valores más altos están directamente relacionados con los resultados del inventario de recursos forestales realizado (productos maderables y no maderables, y almacenamiento y secuestro de carbono); por otro lado, los servicios ambientales (regulación hídrica) también tienen un peso en la valoración, siendo considerados de gran importancia socioambiental (Anexo E.- Inventario Forestal E.3. VET).

#### 6.11.10.1.4 Valor Económico Total (VET) del Proyecto

El valor resultante del VET aplicando la metodología establecida y tomando en cuenta los valores determinados fue de ciento cincuenta y cinco mil doscientos cuarenta y tres con 76/100 dólares americanos (USD 155 243,76) para todo el proyecto.

Es importante evidenciar el hecho de que es posible analizar el aporte de cada componente al cálculo del VET. Adicionalmente, la metodología planteada está acorde a los criterios bióticos, forestales y de ecología económica, que establecen que, a mayor edad de una formación vegetal, mayor será su abundancia, su área basal aprovechable, su valor de no uso y por ende su valoración económica total.

Además, hay que señalar que la presente valoración procuró incluir en el cálculo tanto valores de uso como valores de no uso, estos últimos por lo general excluidos del cálculo de valoraciones económicas de bienes y servicios ambientales, por la dificultad y muchas veces subjetividad de su cálculo, a pesar de que su no inclusión contempla una subvaloración de los antes mencionados bienes y servicios. Adicionalmente, es importante mencionar que esta metodología es aplicable a todos los casos de valoración ambiental en los que se cuente con el detalle de un inventario forestal específico levantado en el área de análisis del proyecto propuesto.

El presente análisis evidenció la limitada disponibilidad de información cuantitativa trazable y directamente aplicable al territorio ecuatoriano que muestre los niveles de aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales procedentes de un bosque nativo. La mayor parte de la información disponible para los estudios de valoración ambiental corresponde a datos cualitativos, lo cual dificulta los procesos de valoración económica; de ahí, que el mantener un criterio conservador a la hora de utilizar la información secundaria disponible es crucial para evitar posibles sesgos económicos por parte del evaluador.

El detalle de los cálculos y valores económicos resultantes puede apreciarse en el Anexo E.- Inventario Forestal E.3. VET.

## 6.12 Tratamiento de la Madera Proveniente del Desbroce

Dentro de los planes y programas que implica la implementación y desarrollo del proyecto, bajo la responsabilidad de la Compañía CURIMINING S.A., se identifica las diferentes alternativas para el uso del

material proveniente del desbroce, la compañía ve conveniente utilizar como insumo para algunas actividades constructivas o como complemento para otra infraestructura para el proyecto acorde a los diseños del proyecto de ser aplicable, caso contrario se utilizará la madera como donación para actividades de apoyo local en las comunidades del área de influencia del proyecto.

CURIMINING S.A. dará a conocer al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), el destino y uso final que se le dará a la madera proveniente del desbroce.

### **6.13 Conclusiones**

Cumpliendo con la legislación ambiental vigente, se ha realizado el inventario de los recursos forestales y la valoración económica por pérdida de cobertura vegetal nativa para el proyecto. A continuación, se detallan las conclusiones obtenidas del muestreo realizado:

- > Con el tipo de muestreo planificado se obtuvo una intensidad de muestreo del 2,21 %
- > El área basal calculado fue de 243,41 m<sup>2</sup>,
- > El volumen calculado fue de 2521,73 m<sup>3</sup>
- > El índice de diversidad de Simpson calculado indica que en el área de muestreo hay una diversidad alta
- > El índice de diversidad de Shannon Weaver calculado indica que en el área de muestreo hay una diversidad media
- > Se identificaron especies de interés:
  - Ecológico endémica
  - Económico
  - Especie con aprovechamiento condicionado
  - Especies medicinales
  - Especies indicadoras de suelos con nutrientes
- > En fundamento a lo antes señalado, se realizó el cálculo de bienes y servicios ambientales de la vegetación nativa a ser intervenida, obteniendo como resultado un valor de USD 155 243,76 por la intervención de 121,4 ha con cobertura vegetal nativa.

### **6.14 Recomendaciones**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se identificaron especies de importancia ecológica y económica; en este sentido, al momento de realizar la liberación del área se efectuará el rescate de semillas y plántulas para que sean propagadas en viveros y utilizadas en todas las actividades de restauración de áreas intervenidas con las mismas características, actividad que será incluida como una medida dentro del Plan de Manejo Ambiental del presente estudio, en el Plan de Rescate de Vida Silvestre, conforme lo cita el Art. 435 del RCODA.

Se deberá tener la documentación del seguimiento de éxito de propagación de las especies identificadas en viveros con el propósito de minimizar la pérdida de variabilidad genética de especies nativas.

Se deberá generar documentación de respaldo del uso que se le dará a la vegetación arbórea que será afectada por las infraestructuras a implementar en el área.

Se recomienda generar documentación de respaldo del volumen y áreas conforme avancen las actividades de construcción para controlar de esta manera el volumen y el área indicadas en el documento.



Página en blanco