

**INVENTARIO DE RECURSOS FORESTALES – FLORÍSTICOS Y
PLAN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL DEL TRAMO
PELILEO – BAÑOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA –
ECUADOR**



Foto: *Epidendrum sp.*, Presente en los taludes de la zona de estudio

**Realizado por:
Pablo Lozano
Consultor Forestal**

**Inventario de Recursos Forestales y Florísticos
del Tramo Vial Pelileo-Baños**

1. Introducción

La zona de estudio tiene como referencia los cantones Baños y Pelileo, ubicados al suroccidente de la Provincia de Tungurahua. El clima que posee la zona es templado y seco, con una temperatura media anual de 170 C y situada entre los 2.550 a los 2.600 metros sobre el nivel del mar. En estas áreas hay presencia de bosque secundario, huertos y animales de forrajeo.

La conformación de la vegetación y tipo de ecosistema acorde al MAE (2013) se denomina: “Bosque y Arbustal Semidecídúo del Norte de los Valles”, que se caracteriza por la presencia de plantas arbustivas y herbáceas que generalmente incluye: Pennisetum clandestinum (kikuyo) y otras gramíneas foráneas como Melinis minutiflora (pasto miel), plantas de tamaño herbáceo sobre suelos secos, muchas de ellas pueden tener formación leñosa.

2. Objetivos

Caracterizar la diversidad florística del tramo construcción del paso lateral de Pelileo y de la ampliación de la vía Pelileo – Baños.

Realizar un diagnóstico del estado de salud del bosque, florístico- ecológico.

Formular el Plan de Aprovechamiento Forestal

Evaluar los servicios ambientales del bosque.

3. Metodologías

3.1. Recolección de datos en campo / Establecimiento de parcelas

En los sitios definidos dentro del área de estudio para la flora y fauna silvestre (Cuadro 1), para el componente de vegetación, se implementaron dos métodos de levantamiento de datos; el primer método fue inventariar la vegetación herbácea y arbustiva utilizando la metodología de Braun Blanquet (1979) (Ver Cuadro 2), y que implicó el establecimiento de parcelas de 5x5m, donde se realizaron los muestreos de vegetación obteniéndose una lista de especies de plantas presentes acompañadas de una estimación de sus valores de abundancia – cobertura vegetal. Además se registró el porcentaje de cobertura vegetal por especies en la escala, tomando en cuenta las formas de vida, briofitas y vasculares.

Cuadro 1. Sitios definidos para muestreos de flora y fauna

SITIO	COORDENADAS		SECTOR
	X	Y	
1	774997	9851037	Huasipamba Bajo
2	775657	9848836	Quebrada Gualacucho
3	778101	9848411	Sector Chaupi
4	778946	9846474	Sector los Pinos
5	781183	9844901	Puente las Juntas 1
6	781210	9844435	Puente las Juntas 2
7	782643	9844149	Sector los Pájaros

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

Cuadro 2. Valores de abundancia – cobertura, método de Blanquet (1979).

DEFINICIÓN	VALOR
Individuos solitarios con baja cobertura	r
Pocos individuos con baja cobertura	+
< 5% de cobertura o individuos abundantes con baja cobertura	1
5-25% de cobertura	2
25-50% de cobertura	3
50-75% de cobertura	4
75-100 % de cobertura	5

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

El segundo método utilizado fue el establecimiento de parcelas o cuadrantes de 25m² cada una, donde se levantó información de la vegetación arbórea y específicamente del bosque de Eucalipto que se ubica a los costados de la vía. Se analizó cuantitativamente la información de abundancia de individuos y se extrapoló para una hectárea, logrando así obtener valores por m³ de madera en pie.

3.2. Identificación de Especies

Durante las jornadas de campo se registraron las especies de vegetación en base a observación directa y toma de fotografías. Se usaron guías de identificación de especies en internet a nivel de familias y géneros. Entre las herramientas técnicas utilizadas se destacan: The field museum (<http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/?lang=esp>), y del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org>).



Fotos: 1, 2. Establecimiento de parcelas y mediciones en bosques de eucalipto en el proyecto.

3.3. Biodiversidad

Diversidad Relativa

Por "biodiversidad" o "diversidad biológica" se entiende la variabilidad de la vida en todas sus formas, niveles y combinaciones. No es la simple suma de todos los ecosistemas, especies y material genético, por el contrario, representa la variabilidad dentro y entre ellos. Es por lo tanto, un atributo de la vida, a diferencia de los "recursos biológicos", que son los componentes bióticos tangibles de los ecosistemas. La diversidad relativa se la calculó a nivel de especies por familia, con el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Diversidad Relativa} = \frac{\text{Número de especies de la familia} \times 100}{\text{Número total de especies}}$$

Estructura

La estructura del bosque nos permite observar el área basal, volumen, las clases diamétricas y toda la estructura vertical del bosque, para lo cual se efectuaron los siguientes cálculos:

Área basal

Representa el área del fuste a la altura del pecho. Para este cálculo se utiliza la expresión para determinar el área de una circunferencia. Esta característica se expresa en cm².; se tiene lo siguiente:

$$\text{Área basal} = \pi * r^2$$

Cabe indicar que el mismo valor se obtiene mediante la fórmula de:

$$AB = 0.7854 * (DAP)^2$$

Factor de Forma (ff)

Como su nombre lo expresa se refiere a la forma de los árboles, mientras más cónico se acerca más al valor 1 mientras más irregular la forma del fuste, se acerca entonces más a 0. Para bosques tropicales los rangos varían entre 0,6 y 0,7 dependiendo del tipo de bosque y forma de los árboles.

Volumen maderable

Es el volumen maderable de cada árbol, representado en metros cúbicos (m³), para este cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Vol. maderable} = \text{Área basal} * \text{Altura} * \text{ff}$$

Densidad Relativa

La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas. La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de las formulas aplicadas

Parámetros	Fórmulas
Área Basal	$0.7854 * (dap\ m)^2$
Volumen	$V = Ab * h * ff$
Densidad (Cerón 1993)	$\text{Dens Rel} = \# \text{ ind spp.} / \text{superficie muestreada} * 100$
Diversidad Relativa (Cerón 1993)	$\text{Div. R.} = \# \text{ spp. fam} / \# \text{ Total spp} * 100$
h = Altura del árbol	a.m. = Área muestreada
Ab = Área basal	Ind. = Individuos
ff = Factor de forma establecido	0,6

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

3.4. Importancia Ecológica y Salud del Bosque

La importancia ecológica de la vegetación en los diversos puntos de muestreo estipulados, se construyó considerando los siguientes parámetros:

Biodiversidad: Se realizaron recorridos de campo en la zona de estudio, para evaluar y recoger datos cualitativos sobre el estado de salud de la biodiversidad a diferentes niveles:

A nivel genético

Se determinó la presencia y número de especies que contienen parientes silvestres de cultivos, valorando su diversidad sobre la base de especies presentes.

A Nivel de Especies

Se definió el estado de la flora del bosque, se incluye especies dominantes, especies representativas, grado de intervención antrópica, uso local, diversidad específica, abundancia.

A Nivel de Ecosistemas

Se realizó observaciones sobre el grado de intervención y fragmentación de los bosques, estado de salud actual del bosque, usos y amenazas actuales; además se determinó la estructura de la vegetación natural y su potencial, entre otros indicadores.

La información ecosistémica se resume en los siguientes parámetros:

- a) Formaciones vegetales.- Se validó y corrigió el tipo de formación vegetal actual, se describió la estructura de la vegetación y especies indicadoras.
- b) Hábitats especiales: En el presente estudio se consideró dentro de esta categoría a las asociaciones de plantas que están restringidos a áreas geográficas muy pequeñas o con características especiales o únicas.
- c) Endemismo: El listado de la flora endémica

3.5. Estado de Conservación

La información validada y levantada en el campo se realizó en torno a las variables e indicadores, criterios técnicos para cada área de monitoreo evaluada, lo que finalmente permitió tener una aproximación real del estado de conservación del área.

En el cuadro 4 se describen las variables e indicadores que se consideraron en la evaluación del estado de conservación de cada punto muestreado, se incluye el valor de importancia entre indicadores transformado a porcentaje como valor ideal de la variable y sus indicadores. También se incluye la valoración que se dio a cada indicador en el campo, de acuerdo a criterios técnicos preestablecidos y, finalmente como resultado del cruce de estas variables y factores se obtiene el valor real del estado de conservación que matemáticamente alcanza cada eje y bosque.

Cuadro 4. Matriz de Valoración del Estado de Conservación de cada unidad de monitoreo

Variables e indicadores	Valor de importancia del indicador	Valoración Ponderada en %	Valoración de campo	Estado de conservación en %
1. SALUD DE LA BIODIVERSIDAD				

Variables e indicadores	Valor de importancia del indicador	Valoración Ponderada en %	Valoración de campo	Estado de conservación en %
Cobertura vegetal con relación a la superficie total del bosque				
Especies representativas de flora				
Diversidad Ecosistémica (en función tamaño de la superficie)				
Diversidad Ecosistémica (En función del # de ecosistemas)				
Diversidad florística específica (En función de la riqueza florística por ecosistema)				
Diversidad florística específica (En función de la riqueza florística total del BP)				
Diversidad genética				
Fragmentación dentro del bosque (Estado del bosque por fragmentación)				
Fragmentación fuera del bosque (Estado del bosque por fragmentación)				
2. ESTRUCTURA DEL BOSQUE				
Estratificación vegetal aérea				
Densidad				
Copa (Grado de cobertura de las copas)				
3. MANEJO				
Producción de bosque nativo (Diversidad de especies maderables)				
Producción de bosques nativos (Abundancia de especies maderables)				
Silvicultura (Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido)				
Estética dentro del bosque (Preservación de la belleza escénica)				
Estética alrededor del bosque (preservación de la belleza escénica)				
Usos tradicionales del bosque (por zonificación)				
4. POBLACIÓN				
Densidad poblacional dentro del bosque				
Densidad poblacional fuera del bosque (ZA)				

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

Los datos de las columnas se obtuvieron bajo el siguiente procedimiento:

Sobre la base de experiencias de campo y valoraciones realizadas en evaluaciones ecológicas rápidas, se definieron las principales variables a ser analizadas, que constan en las matrices de resultados (Anexo 1). Así mismo se definió los diferentes indicadores para cada variable los cuales se evaluó bajo el mismo criterio para todos los casos.

Cada indicador recibió una valoración ponderada de 1, 2 y 3, de acuerdo a su importancia: poca, media o alta entre los indicadores de cada variable; también se estableció la ponderación o peso que tendría cada variable respecto al total o 100 % de la calificación máxima. Con la finalidad de agilizar y ser prácticos en apreciación de campo, se estableció una escala de valoración como se indica en el cuadro 5.

Dichos valores registrados a nivel de campo fueron procesados mediante fórmula matemática que permitió considerar los valores previamente definidos y ser comparados al máximo posible, obteniéndose así el porcentaje de conservación alcanzado.

Cuadro 5. Valoración de los Parámetros

Simbología	Valoración	Equivalente	Descriptor de la valoración para cada indicador
M	Mala	1	
R	Regular	2	
B	Buena	3	
MB	Muy Buena	4	

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

Ejemplo:

Importancia del indicador = 1, 2, 3

Variable = Sumatoria del valor ponderado de sus indicadores

Valor ponderado del indicador = Valor de importancia del indicador x 100

Suma total de valor de todos los indicadores

Valoración de campo: = 1, 2, 3, 4

Estado de conservación = Valor ponderado del indicador en % x Valoración de campo

Valoración máxima de campo (4)

4. Resultados

4.1. Biodiversidad de la vegetación muestreada

Se establecieron 14 parcelas en 10 sitios de muestreo a lo largo de las áreas consideradas tanto para el Paso Lateral de Pelileo así como en la zona de ampliación de la vía existente. Las parcelas fueron establecidas en vegetación de tipo herbáceo, arbustivo y de bosques plantados, característica de la vegetación presente en la zona. El detalle de los sitios de muestreo, la diversidad y densidad observada, se detalla en el Cuadro 6 y los análisis de cada una de las parcelas, en el Anexo 1,

Cuadro 6. Diversidad y densidad presente en las parcelas de estudio

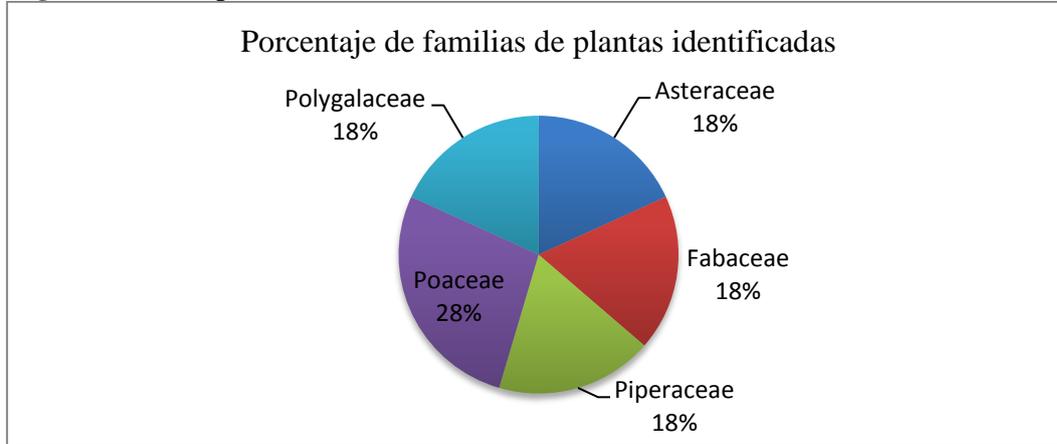
Parcelas	Coordenadas		Superficie	Dm R %	Densidad R %	Sitio Referencia
1	780945	9844381	25m	100	18,3	Puente Las Juntas
2	781621	9844074	25m	100	24	Sector Los Loros
3	782643	9844149	25m	100	28	Camino Pelileo
4	776335	9850213	25m	100	28	Camino Pelileo
5	775296	9848483	25m	100	28	Gualacucho 1
6	775531	9848801	25m	100	24	Gualacucho 2
7-8-9-	775705	9849755	25m	100	16	Huasipamba 1
10-11-12	775347	9850248	25m	100	15,11	Huasipamba 2
13	780253	9846509	25m	100	24	Sector Los Pinos
14	780494	9845935	25m	100	32	Bosque nativo en recuperación antes Pte. Las Juntas
TOTAL			225 m2	100	23,7	

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

La Densidad Relativa es baja (23,0%), esto debido al reducido número de especies encontrados en los cuadrantes y al porcentaje de recubrimiento de las especies, con respecto al suelo desnudo. Es importante indicar que esta vegetación es de tipo pionero, después de la presencia de taludes abiertos y/o cultivos abandonados, entre otros y que representan pequeños parches de vegetación arbustiva y herbácea restante y representada en la zona.

En las parcelas de estudio, se encontraron 17 familias que albergan 21 géneros y especies, las familias más representativas por número de especies son: Poaceae donde se albergan todas las gramíneas, seguido de las Asteraceae, Polygalaceae, Fabaceae y Piperaceae, el resto de especies se presentan con un individuo (Figura 1 y cuadro 7).

Figura 1. Principales Familias en las Parcelas de Estudio



Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

Las especies encontradas en los transectos nos muestran una biodiversidad escasa en primer lugar, debido al tipo de ecosistema y en segundo lugar, a que es el resultado de los procesos de colonización y los consecuentes impactos antrópicos.

Cuadro 7. Listado de Especies en las parcelas de estudio

Familia	Especie	Nombre común
Agavaceae	<i>Furcraea andina</i>	Cabuya
Amaranthaceae	<i>Alternanthera paronychioides</i>	
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	
Bromeliaceae	<i>Puya</i> sp.	Cresta de gallo
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp.	
Cyperaceae	<i>Carex pichinchensis</i>	
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i>	
Fabaceae	<i>Lupinus</i> sp	
Fabaceae	<i>Retama</i> sp	
Lamiaceae	<i>Clinopodium</i> sp.	
Mimosaceae	<i>Mimosa quitoensis</i>	
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.	
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.	
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo
Poaceae	<i>Cortaderia nitida</i>	
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i>	Pasto miel
Polygalaceae	<i>Monnina</i> sp 1	Sacha fréjol
Polygalaceae	<i>Monnina</i> sp2	
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i> sp.	
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum</i> sp.	
Rubiaceae	<i>Arcytophylloum</i> sp.	
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Lantana

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

4.2. Estructura del Bosque de Eucalipto

El eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.), es una especie nativa de Tasmania y el sudeste de Australia, distribuida desde el nivel del mar hasta los 450 m (Brooker y Kleinig, 1990). Es considerada la mejor especie maderera destinada a la fabricación de papel y se estima que existen más de 2,5 millones de hectáreas plantadas en regiones templadas del mundo (Potts et al., 2004). Actualmente la producción maderera se encuentra en crecimiento debido a la gran demanda existente tanto en el mercado interno como externo.

Una de las principales especies forestales maderables explotada en el Ecuador es precisamente el eucalipto (Pacheco, 2010). Esta especie no siempre fue parte de lo que hoy es el territorio ecuatoriano; es a finales del siglo XIX en el gobierno del Dr. Gabriel García Moreno, cuando se realizan las primeras plantaciones de ésta variedad forestal en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua e Imbabura. Con el tiempo se ha extendido por casi la totalidad del territorio y no solo se realizan la plantación en la serranía, sino que inclusive se observan plantaciones en provincias como Morona Santiago, Esmeraldas. Los precios oscilan entre 5 a 20 USD por m³ en pie que normalmente son destinados para aglomerados o postes.

Técnicamente se considera el establecimiento inicial de 1.110 árboles por ha (3 m x 3m.) con dos raleos que pueden realizarse al quinto y décimo año para fines comerciales; no se recomienda el uso como fines de protección por ser una especie introducida en el país. Como sistemas agroforestales puede ser utilizada como cortinas rompe vientos y en linderaciones de predios. Los distanciamientos bajo este sistema dependerán del uso dado. La especie presenta una poda natural de ramas, aunque en ciertas ocasiones se tenga que realizar una poda de las ramas bajas para evitar la presencia de nudos en la madera aserrada.

Respecto al crecimiento, los incrementos medios anuales (IMA), son de 1,2 – 1,6 m. en altura y de 1,1 – 1,2 cm en diámetro con un rendimiento en volumen de 16,76 – 26,24 m³/ha/año. El turno o rotación del cultivo en Ecuador está previsto para esta especie entre los 13 a 15 años. Los rendimientos volumétricos de acuerdo a lo reportado en www.aima.org.ec, se halla entre los 10-12m³/ha/año.

Para el caso de las parcelas en estudio, en el cuadro 8 se presenta el resumen de los principales valores de área basal y volumen total encontrados en cada una de ellas.

Cuadro 8. Área basal, volumen total maderable del bosque de eucalipto.

Parcela	Superficie (m)	Piso altitudinal	Numero individuos	Área Basal	Área Basal x hectárea	Volumen Total (25m)	Volumen Total x hectárea	Arboles por hectárea
1	25	2617	9	0,211	84,514	1,65	661,5	3600
2	25	2626	20	0,217	86,898	2,17	869,8	8000

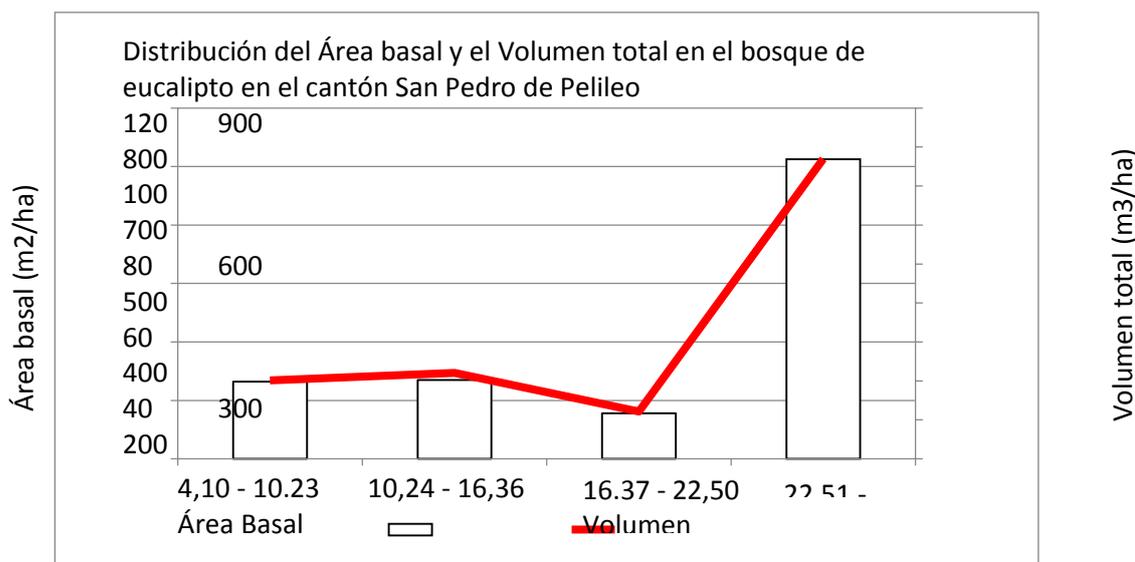
Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

Si se analiza la información de los dos pisos altitudinales muestreados, se puede observar que el bosque de eucalipto es un bosque sin manejo silvicultural, pues existen entre 3.600 y 8.000 individuos por hectárea, cuando un bosque manejado no supera los 400 a 500 individuos por hectárea al final del turno. Este hecho ya produce una madera de malas condiciones que solamente se podrían usar como chips para aglomerados y/o postes o puntales.

Respecto a los precios, en el mercado la madera en pie de diámetros entre 10-15 cm DAP es de un dólar y/o de USD 7 por m³ de madera para aserrar. En el presente caso, el 70% es madera para postes, que daría un valor de USD 3000 y unos 30% restantes que sirven para aserrar que acorde los precios señalados fluctúan entre USD 1800 y 2500, respectivamente. Esto da un valor total de USD 4800 a 5500 por ha; es decir USD 9600 a 11000 en las dos ha a remover en toda el área de estudio. La estructura del bosque presenta un área basal total de 171.41 m²/ha y volumen total de fustes de 1312.56 m³/ha, en 29 árboles (50 m² de superficie); donde la clase diamétrica predominante es la primera de 4,10 a 10,23 cm con 26.39 m²/ha y volumen total de fustes de 201.08 m³/ha (Figura 2).

Se contabilizaron un total de 29 individuos de eucalipto en 50 m² de bosque, correspondientes a las 2 parcelas inventariadas en las diferentes gradientes altitudinales del Cantón San Pedro de Pelileo (2 parcelas de 25m²). En lo que concierne a los árboles con DAP mayor a 10 cm, su área basal promedio fue de 0,015 m²/ árbol (rango de 0,001 a 0,064m²) y el volumen total promedio fue de 0,113 m³/ árbol (rango de 0,011 a 0,481m³) Cuadro 9.

Figura 2. Distribución de clases diamétricas según área basal y volumen total



Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

Cuadro 9. Representación de áreas basales/ parcela, volúmenes totales / parcela

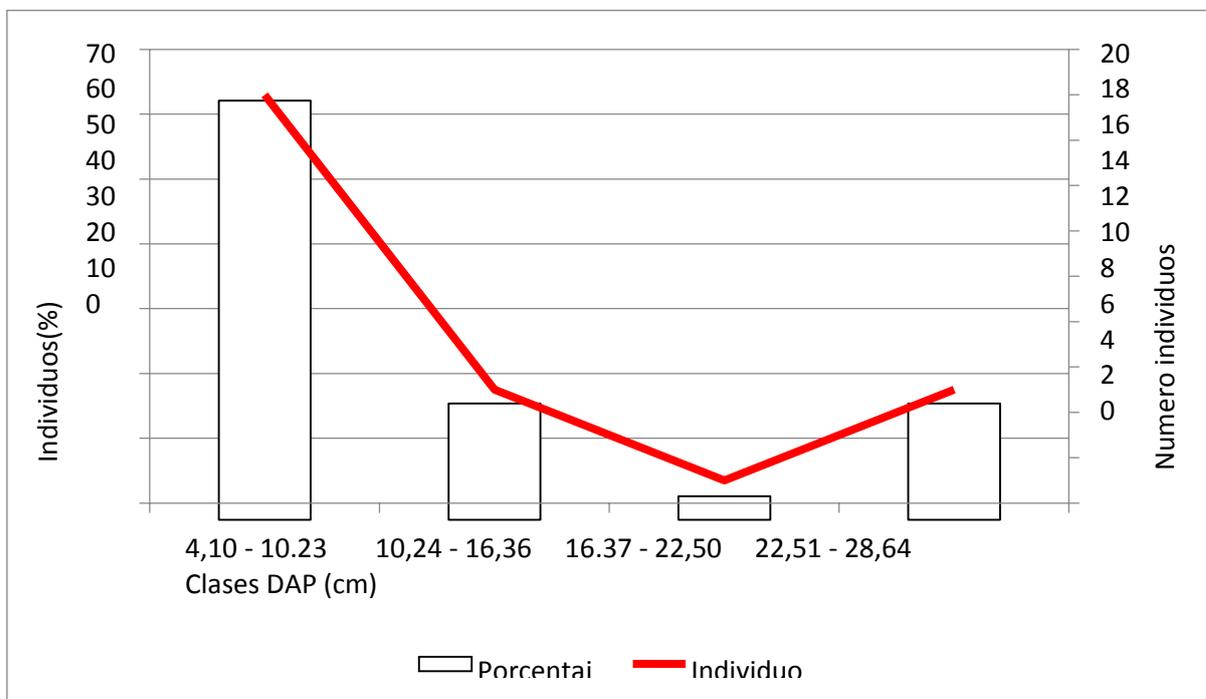
Parcela	Género	CAP (cm)	DAP (cm)	DAP (m)	Altura comercial	Altura total	Área basal	Volumen comercial	Volumen total
1	Eucalyptus	18	5.7	0.06	10	11	0.003	0.015	0.017
1	Eucalyptus	16	5.1	0.05	9	12	0.002	0.011	0.015
1	Eucalyptus	84	26.7	0.27	11	12	0.056	0.371	0.404
1	Eucalyptus	90	28.6	0.29	8	9	0.064	0.309	0.348
1	Eucalyptus	37	11.8	0.12	7	10	0.011	0.046	0.065
1	Eucalyptus	32	10.2	0.10	7	10	0.008	0.034	0.049
1	Eucalyptus	27	8.6	0.09	10	12	0.006	0.035	0.042
1	Eucalyptus	77	24.5	0.25	10	13	0.047	0.283	0.368
1	Eucalyptus	42	13.4	0.13	12	13	0.014	0.101	0.109

2	Eucalyptus	24	7.6	0.08	15	16	0.005	0.041	0.044
2	Eucalyptus	20	6.4	0.06	10	13	0.003	0.019	0.025
2	Eucalyptus	31	9.9	0.10	8	10	0.008	0.037	0.046
2	Eucalyptus	17	5.4	0.05	10	12	0.002	0.014	0.017
2	Eucalyptus	22	7.0	0.07	12	14	0.004	0.028	0.032
2	Eucalyptus	70	22.3	0.22	10	13	0.039	0.234	0.304
2	Eucalyptus	14	4.5	0.04	10	12	0.002	0.009	0.011
2	Eucalyptus	14	4.5	0.04	11	12	0.002	0.010	0.011
2	Eucalyptus	45	14.3	0.14	13	15	0.016	0.126	0.145
2	Eucalyptus	72	22.9	0.23	10	13	0.041	0.248	0.322
2	Eucalyptus	77	24.5	0.25	15	17	0.047	0.425	0.481
2	Eucalyptus	27	8.6	0.09	14	15	0.006	0.049	0.052
2	Eucalyptus	44	14.0	0.14	10	13	0.015	0.092	0.120
2	Eucalyptus	20	6.4	0.06	13	15	0.003	0.025	0.029
2	Eucalyptus	15	4.8	0.05	10	12	0.002	0.011	0.013
2	Eucalyptus	20	6.4	0.06	9	12	0.003	0.017	0.023
2	Eucalyptus	16	5.1	0.05	10	12	0.002	0.012	0.015
2	Eucalyptus	26	8.3	0.08	14	16	0.005	0.045	0.052
2	Eucalyptus	13	4.1	0.04	12	14	0.001	0.010	0.011
2	Eucalyptus	37	11.8	0.12	15	17	0.011	0.098	0.111
						Promedio	0,015		0,113

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

El mayor porcentaje de individuos (60 %) estuvieron ubicados en la clase diamétrica de 4,10 a 10,23 cm. El 3% tuvieron fuste con diámetros comprendidos entre 16,37 a 22,50. El DAP promedio fue 11,5 cm, esto significa que son árboles juveniles de rebrotes, ver figura 3.

Figura 3. Distribución de clases de DAP de árboles presentes en 2 parcelas en el bosque de eucalipto.

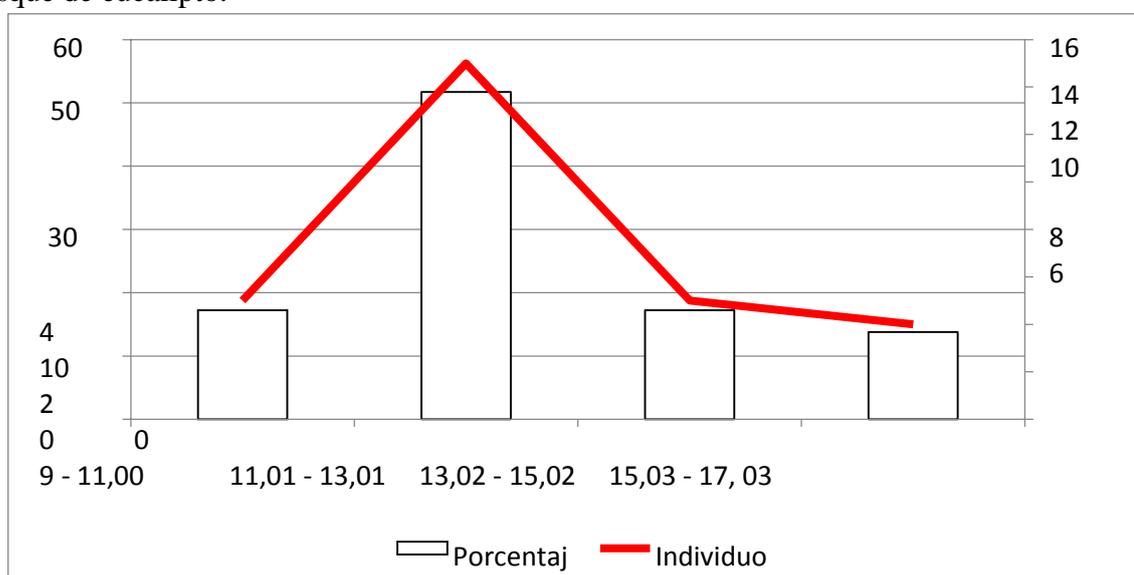


Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

Los árboles de eucalipto presentaron alturas comprendidas entre 9 y 17 m. El mayor porcentaje de árboles (51,72 %) tuvo alturas comprendidas entre 11,01 y 13,01 m, mientras que el menor porcentaje de individuos (13,79 %) presentó alturas superiores a 15 m. La altura promedio de los árboles fue de 12.93 (Figura 4).

Los árboles de eucalipto se caracterizaron por tener un DAP promedio de 11,5 cm, una altura total promedio de 12,93 m, un área basal promedio de 0,015 m² y un volumen total promedio de 0,113, que representa un área basal total de 171.41 m²/ha y volumen total de fustes de 1312.56 m³/ha, en 29 árboles (50 m² de superficie); donde la clase diamétrica predominante es la primera de 4,10 a 10,23 cm con 26.39 m²/ha y volumen total de fustes de 201.08 m³/ha, en términos forestales todos estos volúmenes son anormales pues existe una elevada extrapolación por hectárea debido al bosque sin manejo.

Figura 4. Distribución de clases de altura de árboles presentes en 2 parcelas en el bosque de eucalipto.



Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

Por otra parte, cuatro parcelas adicionales se establecieron junto a la vía Baños – Pelileo, cerca de Pelileo, obteniéndose similares estadísticas que se señalan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Resumen de parcelas de eucalipto

Parcela	Superficie	Piso Altitudinal	Área Basal (25m ²)	Vol (25m ²)	Área Basal/ha	Volumen Comercial/ha	Volumen total/ha	Promedio Árboles/ha
1	25	2600	2,9	10	1160	4000	4800	3600
2	25	2600	0,9	3,6	360	1440	1560	4800
3	25	2600	0,5	1,8	200	720	1160	5200
4	25	2600	1,4	5,7	560	2280	2920	4000
		Total	1,425	5,275	570	2110	2610	4400

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

En este caso los diámetros son mayores y corresponden a árboles con mejor área basal y volúmenes, el valor por m³ en pie estaría entre los \$7USD por los 2.110 m³ de madera comercial existente, dando un valor de \$14.770 USD por hectárea y 18.270 USD por volumen total. En tal virtud, los valores totales estarían entre los 29.540 y 36.540 USD por las dos hectáreas existentes en esta área.

Obteniendo un promedio entre las primeras dos parcelas analizadas y las cuatro últimas podemos señalar que arrojan valores entre los 20.000 hasta los 25.000 USD de valor efectivo por la madera de eucalipto de dos hectáreas a removerse en la vía.

4.3. Estado de Salud del Bosque

El Estado de salud del bosque refleja dos valoraciones muy similares realizadas en dos puntos distintos de la vía; una al inicio cerca de Baños y la otra cerca de la entrada a Pelileo, ambas coinciden con una valoración de campo menor a 22/100 del indicador lo cual es bastante bajo, esto se debe a la alta fragmentación del bosque, escasos de estrato arbóreo, así como de especies económicamente importantes desde el punto de vista genético, que son los parientes silvestres de plantas cultivadas, las cuales son escasos en la zona. Con respecto a la estructura del bosque y manejo, podemos indicar que no existe bosque nativo, solamente algunos fragmentos de vegetación secundaria nativa que no reflejan valores importantes en la valoración realizada.

En el caso del estado de conservación ambas valoraciones se acercan entre sí a 45% y 43,2%. En este sentido, se puede constatar que el área de estudio pertenece a un ecosistema alterado con influencia antropogénica, la masa vegetal nativa desapareció, quedando algunas especies de la zona que ocupan las áreas abiertas como pioneras y colonizadoras que son las más representativas. En los cuadros 11 y 12 se presentan estos resultados e indicadores.

Cuadro 11. Valoración de la salud del bosque: Sector 1: Inicio cerca Baños/ Coordenadas: 781210/9844435 Altitud: 2025 msnm.

Variables e indicadores	Valor de importancia del indicador	Valoración Ponderada en %	Valoración de campo	Estado de conservación en %
1. SALUD DE LA BIODIVERSIDAD				
Cobertura vegetal con relación a la superficie total del bosque	1	5	1	1
Especies representativas de flora	1	5	1	1
Diversidad Ecosistémica (en función tamaño de la superficie)	1	5	1	1
Diversidad ecosistémica (en función del # de ecosistemas)	1	5	1	1
Diversidad Florística específica (en función de la riqueza por ecosistema)	1	5	1	1
Diversidad florística específica (en función de la riqueza florística total del bosque)	2	9	1	2
Diversidad genética	1	5	1	1
Fragmentación dentro del bosque (Estado del bosque por fragmentación)	3	14	4	14
Fragmentación fuera del bosque (Estado del bosque por fragmentación)	3	14	4	14
2. ESTRUCTURA DEL BOSQUE				0
Estratificación vegetal área	1	5	1	1

Densidad	1	5	1	1
Copa (Grado de cobertura de las copas)	0	0	1	0
3. MANEJO				0
Producción de bosque nativo (Diversidad de especies maderables)	0	0	1	0
Producción de bosques nativos (Abundancia de especies maderables)	0	0	1	0
Silvicultura (Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido)	1	5	1	1
Estética dentro del bosque (Preservación de la belleza escénica)	1	5	1	1
Estética alrededor del bosque (preservación de la belleza escénica)	1	5	1	1
Usos tradicionales del bosque (por zonificación)	1	5	1	1
4. POBLACIÓN				0
Densidad poblacional dentro del bosque	1	5	1	1
Densidad poblacional fuera del bosque	1	5	1	1
Total Ponderado en %	22	100	26	45
Estado de Conservación Real				

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

Cuadro 12. Valoración de la salud del bosque: Sector 2: Junto a la vía cerca de Pelileo Coordenadas: 775657/9848836 altitud: 2200 msnm

Variables e indicadores	Valor de importancia del indicador	Valoración Ponderada en %	Valoración de campo	Estado de conservación en %
1. SALUD DE LA BIODIVERSIDAD				
Cobertura vegetal con relación a la superficie total del bosque	1	5	1	1
Especies representativas de flora	1	5	1	1
Diversidad Ecosistémica (en función tamaño de la superficie)	1	5	1	1
Diversidad ecosistémica (en función del # de ecosistemas)	1	5	1	1
Diversidad Florística específica (en función de la riqueza por ecosistema)	1	5	1	1
Diversidad florística específica (en función de la riqueza florística total del bosque)	1	5	1	1
Diversidad genética	0	0	1	0
Fragmentación dentro del bosque (Estado del bosque por fragmentación)	3	14	4	14
Fragmentación fuera del bosque (Estado del bosque por fragmentación)	3	14	4	14
2. ESTRUCTURA DEL BOSQUE				0
Estratificación vegetal aérea	1	5	1	1
Densidad	1	5	1	1
Copa (Grado de cobertura de las copas)	1	5	1	1
3. MANEJO				
Producción de bosque nativo (Diversidad de especies maderables)	1	5	0	0
Producción de bosques nativos (Abundancia de especies maderables)	1	5	0	0
Silvicultura (Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido)	3	14	1	3
Estética dentro del bosque (Preservación de la belleza escénica)	1	5	1	1

Estética alrededor del bosque (preservación de la belleza escénica)	1	5	1	1
Usos tradicionales del bosque (por zonificación)	0	0	1	0
4. POBLACIÓN				
Densidad poblacional dentro del bosque	0	0	1	0
Densidad poblacional fuera del bosque	0	0	1	0
Total Ponderado en %	22	100	24	43,2

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

4.4. Intervención Humana, Problemas y Soluciones

En la vía Baños – Pelileo existe una alteración del entorno natural caracterizado especialmente por: 1). la misma vía, 2). asentamientos humanos con viviendas junto a la vía, 3). comercios establecidos para la venta de derivados de caña de azúcar, manjares, dulces, jugo de caña de azúcar; otros como restaurantes, entradas a viviendas, hostales, así como establecimiento de viveros frutales y ornamentales. Todo este escenario se entremezcla con remanentes escasos de vegetación nativa, la cual se representa solamente con arbustos y herbáceas, mezclado con árboles de especies introducidas pino, ciprés y acacia.

La ampliación de la vía dará soluciones de movilidad, de ingreso y de paso por las áreas pobladas que se congestionan a diario, no obstante desde el punto de vista vegetal, la misma afecta a un ecosistema ya reducido en especies y con pocas especies promisorias, es decir la afectación con el proyecto será mínima, no obstante se deberá reconocer a los propietarios de los bosques de eucalipto cercanos a la vía, el valor del volumen que se extraiga para la ampliación, valores que se encuentran calculados en el presente estudio.

De igual manera, algunas de las viviendas cercanas a la vía también serán motivos de demolición y por ende sujetas de indemnización, así como cultivos de cítricos, tomate de árbol, alfalfa y otros que predominan en la zona.

4.5. Valoración Ambiental Económica de Bienes y Servicios Ambientales.

La valoración ambiental económica de bienes y servicios permite identificar los valores técnicos-físicos como: valor de la propiedad, cambios en la productividad, costos de salud, capital humano, costos de reposición, costos de reubicación, costos preventivos o de mitigación, precios hedónicos, costos de viaje, diferencia de salarios etc.

Sin duda la valoración de bienes y servicios ambientales es una herramienta que permite estimar el uso de los bienes de un ecosistema y desarrollar esquemas de pagos. En Ecuador la valoración de las servidumbres ecológicas donde se valoran los bienes, como el caso referido al agua, ya han sido valoradas y estimados las tasa de producción anual, mismos que incluso han sido un tipo de canje por ejemplo en los pagos de impuestos prediales, entre otros.

Se considera que la implementación de mecanismos apropiados de pago por servicios ambientales puede contribuir a una producción sostenible y a fortalecer los medios de vida en zonas rurales.

4.5.1. Valoración Eco-sistémica

Para dar una valoración económica tanto a los bienes como a los servicios ambientales es necesario conocer conceptos que permitan diferenciar y a la vez relacionar los elementos presentes en un ecosistema, como son:

La Biodiversidad, que se puede describir en términos de genes, especies y ecosistemas que corresponden a tres niveles fundamentales y jerárquicos de organización biológica.

Las Especies son la población en la cual cada flujo de genes ocurre bajo condiciones naturales. Si hablamos de Diversidad Ecosistémica nos referimos a los diferentes hábitats, comunidades bióticas y procesos ecológicos en la biosfera, así como la diversidad en ecosistemas.

Son funciones Ecosistémicas las relaciones (flujos energéticos) entre los distintos elementos de un ecosistema. Los Servicios Ambientales tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor, por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema.

Son las funciones ecosistémicas que utiliza el hombre y al que le generan beneficios económicos, Aquí se debe tomar en cuenta los impactos que existen sobre este recurso que son efecto de una actividad económica de una persona sobre el bienestar de otra.

4.5.1.1. Objetivo de la Valoración Eco-sistémica

Identificar los bienes y servicios ambientales presentes en el área del proyecto de construcción del Paso Lateral de Pelileo y el ensanchamiento de la vía existente entre Chambag y el ingreso a la ciudad de Baños, para estimar su valoración en base a la información forestal.

4.5.1.2. Alcance de la Valoración Eco-sistémica

El alcance de la presente investigación corresponde al área de afectación del proyecto vial. La superficie estimada es de 34 Km que pasa por diversos caseríos y comercios, así como de áreas de vegetación remanentes.

4.5.1.3. Metodología

Para realizar la valoración de los bienes y servicios de la vegetación nativa se usa la metodología indicada en el Acuerdo Ministerial 076 modificadorio al Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (2012), con la aplicación de las ecuaciones matemáticas indicadas para tal efecto, sobre la información levantada para el estudio de impacto Ambiental del proyecto de construcción del Paso Lateral de Pelileo y la ampliación de la vía entre Chambag y el ingreso a la ciudad de Baños, en una longitud aproximada de 34 km que multiplicada por 20 m (10 a cada lado de la vía), se estima una superficie de 68 ha de suelo (y por ende la cobertura vegetal principalmente) que serían removidas para los trabajos de construcción y ampliación de la vía.

Sin embargo, de acuerdo a los trabajos de campo efectuados, se estima que 24 km de las áreas del trazado del proyecto vial corresponden a sitios con intervención humana, donde

se ubican viviendas, restaurantes, viveros, áreas de cultivos y otros desarrollos antrópicos. Con estas premisa, para los cálculos de valoración se estima que efectivamente serán removidos 2 ha de Eucalipto y 8 ha de vegetación herbácea y arbustiva (Total 10 has de remoción de vegetación). El área como se ha mencionado de manera reiterada, incluye en gran parte sitios con mezcla de pastizales, cultivos y frutales, con pocos remanentes de vegetación nativa en estado secundario.

4.5.1.3.1. Valoración Económica de los Servicios Ambientales

Para la valoración de bienes y servicios ambientales, se considera las siguientes variables ambientales: regulación de gases con efecto invernadero, belleza escénica, agua y productos maderables y no maderables.

4.5.1.3.2. Regulación de Gases con Efecto Invernadero (secuestro de carbono)

Existen algunos requerimientos básicos para realizar la estimación de los aportes por el servicio de mitigación por la emisión de los gases de efecto invernadero. Por un lado se debe conocer la cantidad de carbono (C) almacenado ton/ha y las tasas de fijación (ton/ha/año) que pueden fijar los distintos tipos de bosque en la zona de estudio. También es necesario conocer el precio (USD/ton) que se puede cobrar por la remoción de CO₂ de la atmosfera mediante la fijación de carbono al servicio de fijación de gases con efecto invernadero, en este caso se aplicarán los valores en el mercado voluntario de carbono o carbono neutro, paralelo es imprescindible conocer el total de has que se someterán a la prestación del servicio de fijación de gases.

La presente ecuación es la relación entre los componentes descritos, y la estimación de aportes por la regulación de gases de efecto invernadero.

$$Y_C = \sum_{i=1}^n P_C Q_i^C N_i^C$$

Dónde:

Y_C = Aportes por la fijación de carbono (\$/año)

P_C = Precio (¢/ ton) del carbono fijado

Q_i^C = Cantidad de carbono fijado (ton/ha/año)??

N_i^C = Número de hectáreas reconocidas para fijación de carbono

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

4.5.1.3.3. Belleza Escénica como Servicio Ambiental de los Bosques

El servicio ambiental de belleza escénica no es cuantificable; por lo tanto, no es posible monitorear un volumen o cantidad específica de servicio. Ante la imposibilidad de ofrecer o mercadear una cantidad física de este servicio, no es posible tener un precio de mercado específico. Sin embargo para estimar los aportes es necesario contar con un valor monetario concreto que cada turista deberá pagar.

Existen preliminarmente dos maneras de determinar este valor. Por un lado, mediante la disposición de pago que el turista tiene que hacer por el disfrute de la naturaleza y belleza escénica, la misma que varía de acuerdo con la diversidad de ecosistemas y las características propias que posea cada uno en términos de belleza escénica. Otra manera de acercarse al valor monetario que cada turista debe pagar es por medio del costo que representa para el ente administrativo mantener la calidad del ecosistema, por lo cual no asume costos indirectos adicionales para conservarla ni protegerla.

Realizada esta separación entre el turista nacional y el extranjero, la estimación de los aportes derivados del servicio ambiental de belleza escénica de los ecosistemas está dada por la ecuación:

$$Y_{be} = P_{be}^E Q_{be}^E + P_{be}^N Q_{be}^N \quad Y_{be} = P_{be}^E Q_{be}^E + P_{be}^N Q_{be}^N$$

Y_{be} : Aporte por belleza escénica en turismo (USD/año)

P_{be}^E : Valor monetario pagado por turistas extranjeros para el disfrute de belleza escénica (USD/persona/año)

P_{be}^N : Valor monetario pagado por turistas nacionales para el disfrute de belleza escénica (USD/persona/año)

Q_{be}^E : Cantidad de turistas extranjeros (persona/año)

Q_{be}^N : Cantidad de turistas nacionales (persona/año).

4.5.1.3.4. Valoración Económica de los Bienes Ambientales

Los bienes ambientales que constan en el documento de la metodología del MAE, para valorar constan: el agua, productos maderables y no maderables del bosque, productos medicinales derivados de la biodiversidad, plantas ornamentales y artesanías.

Los cálculos que se presentan corresponden solo a los productos maderables y no maderables del bosque, esto debido a que se consideró que el proyecto de construcción del Paso Lateral de Pelileo y la ampliación de la vía hasta Baños, no afectan otros parámetros por lo que no se hace necesario su cálculo. No obstante se detalla de manera breve por estar dentro del documento del MAE.

Agua

El agua es un bien utilizado en distintas actividades económicas y productivas cuyo consumo es medido en m³/año, como unidad de medida para cálculos de cobros por su utilización, sin discriminar ni diferenciar usuarios ni sectores económicos.

Para fines de esta metodología se consideran dentro del análisis las implicaciones y afectaciones a causar por el desbroce de cobertura vegetal, que entre otros aspectos puede representar afectaciones a fuente hídricas, escurrimiento del agua, entre otros.

La estimación de los aportes por el aprovechamiento del agua como insumo está dada por la ecuación:

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

Y_a = Aportes por el aprovechamiento del agua como insumo (\$/año)

P_a = Precio del agua como insumo de la producción (\$/m³)

Q_i^a = Demanda de agua en el sector i (m³/año)

En el caso del sector doméstico, aunque no usa el agua para actividades productivas, su consumo implica el pago respectivo. Por lo tanto, el sector doméstico también está considerado en la ecuación anterior.

Cuando el desbroce involucre afectación a fuentes hídricas que constituyen regadíos de cultivos, el análisis incluirá la demanda de agua por tipo de cultivo por año.

Productos Forestales no Maderables (pfnm)

Los productos forestales no maderables (pfnm) son definidos por la organización de las Naciones Unidas (ONU) como los bienes de origen biológico (Distintos de la madera, la leña y el carbón vegetal) y los servicios brindados por los bosques, otras áreas forestales y los árboles fuera de los bosques.

Los pfnm pueden recolectarse en forma silvestre o producirse en plantaciones forestales o sistemas agroforestales. Se incluyen entre estos los siguientes bienes y servicios:

Productos alimenticios plantas, hierbas y sus raíces, tubérculos, grasas, aceites comestibles, especias y aromatizantes, edulcorantes, productos para ablandar comidas, infusiones, etc.

Productos farmacéuticos para obtener artesanías, ungüentos tanto para uso humano como veterinario.

Productos aromáticos para obtener aceites esenciales para la industria de cosméticos y de perfumería.

Productos ornamentales: plantas con atractivo estético, plantas disecadas

Fibras para telas, esterillas, cestería, relleno para almohadas, corcho.

Productos ornamentales plantas con atractivo estético, cortadas y secas.

Productos bioquímicos grasas y aceites no comestibles, suministros navales, ceras, gomas, látex, taninos, productos bioquímicos para la industria del plástico y de revestimientos de pinturas y de barnices.

Productos animales silvestres de aves: huevos, plumas, nidos comestibles; de invertebrados comestibles y secreciones de plantas: maná, miel, seda, laca, propóleos servicios (ecoturismo, bonos de carbono).

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:

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

Y_m = Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (\$/año)

P_i^{mn} = Precio de bien i (\$/m³)

Q_i^{mn} = Volumen de bien i (m³/año)

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 kilogramos para estos productos; 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:

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

Donde:

Y_{ms} = Aportes por el aprovechamiento de bienes medicinales silvestres (\$/año)

P_i^{ms} = Precio del bien medicinal silvestre i

Q_i^{ms} = Cantidad explotada del bien medicinal i

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 comerciales se realiza por la unidad de planta extraída. Estas plantas tienen un precio en el mercado; mediante la siguiente ecuación se puede estimar los aportes provenientes de esta actividad:

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

Y_{ar} = Aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales de la biodiversidad (\$/año)

P_i^{po} = Precio de las plantas ornamentales i (\$/unidad)

Q_i^{po} = Cantidad vendida de las plantas ornamentales i (unidades/año)

Artesanías

La cantidad de las artesanías comerciales involucra una serie de dificultades propias de esta 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 demandado. Es decir, en el caso de productos que se comercializan por pieza la estimación estaría dada por:

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

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

P_i^{ar} = Precio de la pieza i (\$/pieza)

Q_i^{ar} = Demanda de la pieza i (pieza/año)

Aportes Totales por Servicio y Bienes Ornamentales

Para obtener una estimación total de los aportes por biodiversidad, es necesario hacer una agregación de los aportes obtenidos por el aprovechamiento individual de los distintos bienes y servicios considerados. En términos algebraicos, la estimación está dada por:

$$Y_{Tb} = \sum_{K=1}^n Y_K$$

Donde:

Y_{Tb} = Aportes totales de la biodiversidad (\$/año)

Y_K = Aporte de cada componente de la biodiversidad

4.5.1.4. Resultados

La valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos del proyecto de construcción del Paso Lateral de Pelileo y la ampliación de la vía existente entre Chambag y el ingreso a Baños, una vez obtenido los datos de valoración forestal, se aplicó para dos categorías de las seis establecidas en la metodología que para el efecto ha dispuesto el Ministerio del Ambiente, definiéndose los pagos que deberán realizarse obligatorios por Ley.

4.5.1.4.1. Fijación de Carbono

El estimado en Ecuador para el almacenamiento de CO₂ por ecosistema, señala un valor de 47,9 Ton/ha para Bosque Seco Andino (MAE, 2015).

El precio de referencia de un bono de carbono en mercados voluntarios regulados está basado en el análisis de precios para proyectos de reducción de emisiones de carbono. Si bien el precio considerado como base se puede interpretar como bajo (entre 1,00 a 2,00 USD), este precio refleja la tendencia actual del mercado internacional que a su vez son poco previsibles ya que dependen de la coyuntura internacional actual tanto política como económica. Con estos parámetros y aplicando las formulas definidas, se tiene que:

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

Donde:

Y_c = Aportes por la fijación de carbono (\$/año)

P_c = Precio (¢/ton) del carbono fijado

Q_i^c = Cantidad de carbono fijado (ton/ha/año)

N_i^c = Número de hectáreas reconocidas para fijación de carbono

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

Los resultados obtenidos nos muestran que para las 8 ha de vegetación herbácea y arbustiva a remover y consideradas a un precio de 1,5 USD (Un dólar con cincuenta centavos), con una fijación de carbono de 47,9 toneladas por hectárea año, la valoración económica estaría en \$ 574,8 USD (Quinientos setenta y cuatro coma ocho 00/00) por año (Cuadro 13).

Cuadro 13. Cálculos de CO2.

Yc	Pc e/ton	Qc ton/ha/año	Nc Ha
Yc	1,5	47,9	8
Yc	574,8 USD		

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

4.5.1.4.2. Belleza Escénica

Este servicio no es cuantificable, primero porque a lo largo de la vía, no existe un área turística de naturaleza y por otro lado en vista que las tasas de pagos para visitas a áreas protegidas, reservas ecológicas entre otras denominaciones de conservación en el Ecuador fueron derogadas, permitiéndose un uso de recreación y turismo de acceso libre para todos los turistas sean nacionales y/o extranjeros.

4.5.1.4.3. Aprovechamiento de Productos Maderables y No Maderables

El valor otorgado a este bien esta dado en base a la comercialización de madera en la zona y adicional al levantamiento de datos de campo. Es importante reconocer que los valores de mercado fluctúan entre tipo de madera y distancias, así como la accesibilidad al mercado legal. El área no cuenta con manejo de productos forestales no maderables de este bosque, no existen volúmenes de los pfm.

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

Donde:

Y_m = Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (\$/año)

P_i^{mn} = Precio de bien i (\$/m3)

$$Q_i^{mn} = \text{Volumen de bien } i \text{ (m}^3\text{/año)}$$

En vista de que no existe bosque nativo el costo promedio de valoración es de 0 USD, no existen datos de volumen de madera comercial, el producto obtenido nos da el valor de \$0 USD (cero dólares), que sería el aporte económico en términos de madera en la superficie cubierta con bosque natural. No obstante los cálculos de bosque de Eucalipto si se realizan pero no en esta sección (Cuadro 14).

Cuadro 14. Cálculos de aprovechamiento.

Ym	Pmn \$	Qmn m3
Ym	0	0
	0 USD	

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

4.5.1.4.4. Agua

Se determinó que el área motivo del presente estudio no afecta cuencas y /o micro-cuencas hidrográficas que aporten al uso humano y/o riego de plantaciones aledañas, en este caso específico la valoración No Aplica.

4.5.1.4.5. Aportes Totales por Servicios y Bienes Ambientales

Una vez obtenidos ambos resultados de los cálculos de bienes y servicios por fijación de CO2 y Aprovechamiento forestal (productos maderables), se cuantifica en base a la sumatoria para estimar la valoración de biodiversidad.

$$Y_{Tb} = \sum_{K=1}^n Y_k$$

Y_{Tb} = Aportes totales de la biodiversidad (\$/año)

Y_k = Aporte de cada componente de la biodiversidad

El valor de los aportes totales por servicios y bienes ambientales asciende a 574,8 usd/año (Quinientos setenta y cuatro coma ocho) esta valoración señala que el aporte económico no es significativo (Cuadro 15).

Cuadro 15. Cálculos de Servicios Ambientales.

Ytb	Yc	Ym
Ytb	574,8	0
Ytb	574,8 USD	

Fuente: Diagnóstico Vegetal-Florístico, Consorcio Pelileo-Baños, 2018

4.5.1.6. Conclusiones

El estudio de vegetación de las áreas donde se construirá el Paso lateral de Pelileo y el ensanchamiento de la vía entre Chambag y el ingreso a la ciudad de Baños nos muestra un área con alto impacto antropogénico ya ocasionado por décadas atrás, la misma vía actual ya fue un gran impacto a la vegetación nativa de la zona en su determinado momento, a esto se suma los asentamientos poblacionales con presencia de viviendas, estructuras y construcciones de recreación como paraderos, restaurantes, así como

diferentes actividades antrópicas (Cultivos agrícolas, frutales y otros) sumado a la presencia de especies exóticas (Introducidas) que afectaron desde años atrás a un ecosistema poco valorado en Ecuador como son los bosques y vegetación seca de los valles interandinos.

En las 14 parcelas de estudio se identificaron 17 familias y 21 especies. La densidad de la vegetación es baja con 23%, esto debido a las pocas especies nativas existentes así como al porcentaje de recubrimiento dentro del área de estudio.

Los resultados de valoración de bienes y servicios ambientales y particularmente por la Fijación (Secuestro) de Carbono, al considerar la remoción de los árboles de eucalipto y otra vegetación arbustiva y herbácea, es igual a USD 574,8.

No existe bosque nativo y por ende madera comercial a remover en el proyecto (Árboles nativos con DAP igual o mayor a 10 cm), por esta razón, el costo promedio de valoración es de 0 USD, para el componente de aprovechamiento de productos maderables y no maderables.

El análisis de salud del bosque nos da valores bajos debido a la escasez de vegetación nativa arbórea en la zona, lo que implica una escasez de recursos fitogenéticos dentro del ecosistema muestreado.

Las dos hectáreas de eucalipto a remover a lo largo de la vía, no poseen manejo silvicultural y en su mayoría se representa como una plantación con alto número de individuos en las clases de “dap” menores a 10cm, lo cual desfavorece la venta como volumen del bosque, al no poseer manejo y por ende no influyen en el valor comercial.

Otras especies como ciprés, pino y acacia, no son representativos en el análisis por el número reducido de individuos a lo largo del eje vial.

El análisis sobre costos en 2 parcelas de eucaliptos, considerando la madera en pie de diámetros entre 10-15 cm DAP es de un dólar y/o de USD 7 por m³ de madera para aserrar¹, permite obtener precios de USD 4800 y 5500 por cada Ha. En consecuencia para este tipo de bosque, el costo de las dos hectáreas estaría entre USD 9.600 y 11.000.

Los análisis de costos en 4 parcelas adicionales de eucalipto, donde los diámetros son mayores y corresponden a árboles con mejor área basal y volúmenes, el valor por m³ en pie estaría entre los USD 7,00 que por 2.110 m³ de madera comercial existente, da un valor de USD 14.770 por hectárea y USD 18.270 USD por volumen total. En tal virtud, los valores totales estarían entre los 29.540 y 36.540 USD por las dos hectáreas existentes en esta área.

Para efectos de presupuesto para pagos por bosque de eucalipto a remover, se propone efectuar un promedio de costos entre las primeras dos parcelas analizadas y las cuatro últimas. Esto daría valores referenciales entre los USD 20.000 hasta los USD 25.000 que habría que pagar por las dos hectáreas de madera de Eucalipto a removerse en la vía.

¹ Información de costos obtenida a nivel de principales aserraderos en la provincia de Pastaza y Tungurahua. No se reportan precios actualizados y oficiales del MAGAP. Precios fluctúan de acuerdo al lugar, principalmente tomando en consideración costos de transporte.

4.5.1.7. Recomendaciones

Para la construcción del Paso Lateral de Pelileo así como en la ampliación de la vía existente entre el sector de Chambag hasta el ingreso a la ciudad de Baños, se emiten las siguientes recomendaciones:

Para buscar mitigar el impacto realizado en la vía, se debe implementar una franja de arborización a lo largo de la vía con especies propias de la zona de baja estatura que no interfieran con cableado de energía eléctrica y que a su vez le den estética a la misma.

Algunas especies que se pueden considerar son: *Caesalpinia espinosa* (vainillo o guarango), *Croton wagneri* (moshquera), *Agave americana* (penca). Mientras que en otras áreas donde no influyen con cableados se debería usar las especies *Jacarand sp.* (*Jacarandá*), *Juglans neotropica* (nogal). Detalle ver cuadro 16.

Realizar los pagos de indemnización de los árboles de eucalipto a ser removidos en dos hectáreas, a sus propietarios de manera oportuna. Los valores calculados en este estudio deben contemplarse en el presupuesto general del Plan de Manejo.

Realizar la indemnización de los cultivos de tomate de árbol, alfalfa, papa, (y cultivos anuales), que deberán ser removidos, en base a las evaluaciones de costo efectuados en el Plan de Afectaciones e Indemnizaciones.

Realizar los pagos de USD 574,8 obtenidos en la valoración de bienes y servicios ambientales y particularmente por la Fijación de carbono, al considerar la remoción de los árboles de eucalipto y otra vegetación arbustiva y herbácea. Esto a fin de dar cumplimiento al AM 076-MAE, que en el Artículo 35, señala que: “Una vez que las Direcciones Provinciales o la Subsecretaría de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente, según el caso, emitan pronunciamiento favorable al Estudio de Impacto Ambiental que contendrá el Inventario de Recursos Forestales y el Plan de Manejo Ambiental, ordenará el pago por concepto de tasas por licenciamiento ambiental, costo de valoración por la remoción cobertura vegetal y demás tasas que se requieran para el efecto”.

Cuadro 16. Especies, número y cantidad de especies nativas sugeridas para plantaciones en bordes de la vía, áreas recuperadas, minas, escombreras y otros.

Especie	Nombre común	Cantidad**	Costo USD***		Sitio probables de plantación*
			Unitario	Total	
<i>Caesalpinia espinosa</i>	Guarango	1200	2,50	3000	Tramo: Puente las Juntas-Barrio la Pampa (Ingreso a Baños). Tramo: Los Pinos-Puente las Juntas. Tramo Chaupi-Guadalupe. Tramo: Huasipamba Bajo-La Florida Baja. (Quebrada Gualacucho). Áreas de recuperación en minas, campamentos y otros.
<i>Croton wagneri</i>	Moshquera	1200	2,50	3000	
<i>Agave americana</i>	Penca	1000	2,50	2500	
<i>Jacarand sp.</i>	Jacaranda	1500	2,50	3750	
<i>Juglans neotropica</i>	Nogal	1500	2,50	3750	
<i>Acacia macracantha</i>	Faique	1500	2,50	3750	
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	800	2,50	2000	
<i>Shinus molle</i>	Molle	800	2,50	2000	
TOTALES		9500		23000	

*=Sitios y número de especies vegetales sugeridos y estimados, la Fiscalización deberá verificar la viabilidad de plantaciones, previo consulta con propietarios locales.

**= Cada 10 metros lineales, se colocan 3 plantas.

***= Costos incluyen plantas, abonos, traslados, plantación y prendimiento.

ANEXOS

Análisis cuantitativos de vegetación en Parcelas definidas en el proyecto.

Parcela 1

Especie	Familia	Especie	Altitud	# Ind ssp	#Ind ssp Familia	%Superficie	Diversidad	Densidad
Sp6	Amaranthaceae	Alternanthera paronychioides	2617	4	1	8	12,5	16
Sp2	Asteraceae	Baccharis latifolia	2617	3	1	5	12,5	12
Sp3	Commelinaceae	Commelina sp.	2617	5	1	20	12,5	20
Sp8	Dryopteridaceae	Elaphoglossum	2617	2	1	5	12,5	8
Sp1	Piperaceae	Peperomia sp.	2617	4	2	8	25	16
Sp5	Piperaceae	Peperomia sp.	2617	2		4		8
Sp4	Poaceae	Pennisetum clandestinum	2617	7	2	30	25	28
Sp7	Poaceae	Cortaderia nitida	2617	5		20		20
			TOTAL	32	8		100	18,3

Fuente: Diagnostico vegetal florístico, Consorcio Pelileo Baños 2017

Parcela 2

Familia	Especie	Cobertura vegetal %	Numeración Braunt-Blanquet	#ind spp de familia	Diversidad.	Densidad
Poaceae	Cortaderia nitida	10	1	1	16,67	4
Oxidaceae	Oxalis sp.	3	1	1	16,67	4
Euphorbiaceae	Croton wagneri	1	1	1	16,67	4
Orchidaceae	Epidendrum sp.	1	1	1	16,67	4
Myrtaceae	Eucalyptus globulus	3	1	1	16,67	4
Suelo Desnudo		82	5	1	16,67	4
TOTAL		100		6	100	24

Fuente: Diagnostico vegetal florístico, Consorcio Pelileo Baños 2017

Parcela 3

Familia	Especie	Cobertura vegetal %	Numeración Braunt-Blanquet	#ind spp de familia	Diversidad.	Densidad
Poaceae	Stipa sp	30	2	1	14,28	4
Orchidaceae	Epidendrum sp.	20	2	1	14,28	4
Rubiaceae	Arcytophyllum sp.	5	1	1	14,28	4
Euphorbiaceae	Croton wagneri	3	1	1	14,28	4
Myrtaceae	Eucalyctus globulus	5	1	1	14,28	4
Oxidaceae	Oxalis sp.	10	1	1	14,28	4
Suelo Desnudo		27	2	1	14,28	4
TOTAL		100		7	100	28

Fuente: Diagnostico vegetal florístico, Consorcio Pelileo Baños 2017

Parcela 4

Especies	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	# Ind ssp	Diversidad	Densidad
	Correspondencia Braunt Blanquet					
Elaphoglossum ssp	4	4	4	1	14,29	4
Carex pichinchensis	2	0.5	0.5	1	14,29	4
Commelina sp	2	2	2	1	14,29	4
Peperomia sp	0.5	2	2	1	14,29	4
Baccharis latifolia	0.5	2	2	1	14,29	4
Pennisetum clandestinum	1	2	0.5	1	14,29	4
Cortaderia nitida	0.5	0.5	3	1	14,29	4
TOTAL				7	100	28

Parcela 5

Parcela	Familia	Especie	Cobertura vegetal %	Numeración Braunt-Blanquet	#ind ssp familia	Diversidad	Densidad
P1S1	Commelinoideae	Commelina sp	2	1	1	14	4
P1S2	Verbenaceae	Lantana camara	10	2	1	14	4
P1S3	Asteraceae	Lantana camara	6	2	1	14	4
P1S4	Plantaginaceae	Plantago major	8	2	1	14	4
P1S5	Poaceae	Cortaderia nitida	60	4	2	29	4
P1S6	Violaceae	Viola sp	6	2	1	14	8
P1S7	Poaceae	Pennisetum Clandestinum	8	2		100	4
		TOTAL	100		7		
		TOTAL		15			28

Fuente: Diagnostico vegetal florístico, Consorcio Pelileo Baños 2017

Parcela 6

Parcela	Familia	Especie	Cobertura vegetal %	Numeración Braunt-Blanquet	#ind ssp familia	Diversidad	Densidad
P2S1	Abaceae	Mimosa quitensis	50	3	1	17	4
P2S2	Oxalidaceae	Oxalis sp.	5	1	1	17	4
P2S3	Asteraceae	Bidens pilosa	8	2	1	17	4
P2S4	Fabeceae	Retama sp	15	2	1	17	4
P2S5	Poaceae	Cortaderia nitida	10	2	1	17	4
P2S6	Verbenaceae	Lantana camara	12	2	1	17	4
		TOTAL	100		6	100	24
		TOTAL		12			

Fuente: Diagnostico vegetal florístico, Consorcio Pelileo Baños 2017

Resumen parcelas: 7, 8 y 9

Parcela	Familia	Especie	Cobertura vegetal %	Numeración Braunt-Blanquet	#ind ssp familia	Diversidad	Densidad
P3S1	Cucurbitaceae	Cucurbita sp.	10	2	1	25	4
P2S2	Commelinaceae	Commelina sp.	8	2	1	25	4
P2S3	Poaceae	Cortaderia Nitida	70	4	1	25	4
P2S4	Fabaceae	Mimosa quitensis	12	2	1	25	4
		TOTAL	100				16
		TOTAL		10			

Fuente: Diagnostico vegetal florístico, Consorcio Pelileo Baños 2017

Resumen parcelas: 10, 11 y 12.

N°	Familia	N° Especie	N° individuo	Diversidad (%)	Densidad
1	Agavaceae	1	2	5	2,67
2	Asteraceae	3	5	15	6,67
3	Commelinaceae	1	2	5	2,67
4	Dryopteridae	1	1	5	1,33
5	Eurphorbiaceae	1	1	5	1,33
6	Fabaceae	3	3	15	4
7	Orchidaceae	1	2	5	2,67
8	Phyllanthaceae	2	3	10	4
9	Plantaginaceae	1	1	5	1,33
10	Poaceae	2	4	10	5,33
11	Polygalaceae	2	4	10	5,33
12	Rubiaceae	1	3	5	4
13	Verbenaceae	1	3	5	4
	TOTAL	20	34	100	15,11

Fuente: Diagnostico vegetal florístico, Consorcio Pelileo Baños 2017

Parcela 13

N°	Familia	Especie	Porcentaje (%)	Escala de Braum Blanquet	#ind ssp familia	Dm R	Densidad Relativa
1	Asteraceae	Baccharis latifolia	5	1	1	16,67	4
2	Bromeliaceae	Puya sp.	30	3	1	16,67	4
3	Fabaceae	Mimosa quitensis	25	3	2	33,33	8
4	Fabaceae	Lupinus sp	5	1			
5	Lamiaceae	Salvia sp.	10	2	1	16,67	4
6	Orchidaceae	Pleurothallis sp.	35	3	1	16,67	4
	Suelo desnudo		20	2			
	TOTAL			15	6	100	24

Fuente: Diagnostico vegetal florístico, Consorcio Pelileo Baños 2017

Parcela 14

N°	Familia	Especie	Porcentaje (%)	Escala de Braum Blanquet	#Ind ssp familia	Dm R	Densidad Relativa
1	Asteraceae	Baccharis latifolia	40	3	1	12,5	4
2	Bromeliaceae	Puya sp.	15	2	1	12,5	4
3	Fabaceae	Lupinus sp	2	1	1	12,5	4
4	Lamiaceae	Clinopodium sp.	1	1	1	12,5	4
5	Orchidaceae	Pleurothallis sp.	5	1	1	12,5	4
6	Oxalidaceae	Oxalis sp.	1	1	1	12,5	4
7	Poaceae	Melinis minutiflora	5	1	1	12,5	4
8	Rubiaceae	Arcytophyllum sp.	1	1	1	12,5	4
	Suelo desnudo			11			32
	Total				8	100	

Fuente: Diagnostico vegetal florístico, Consorcio Pelileo Baños 2017.

Parcelas	Coordenadas		Superficie	Dm R %	Densidad R %	Sitio Referencia
1	780945	9844381	25m	100	18,3	Puente Las Juntas
2	781621	9844074	25m	100	24	Sector Los Loros
3	782643	9844149	25m	100	28	Camino Pelileo
4	776335	9850213	25m	100	28	Camino Pelileo
5	775296	9848483	25m	100	28	Gualacucho 1
6	775531	9848801	25m	100	24	Gualacucho 2
7-8-9-	775705	9849755	25m	100	16	Huasipamba 1
10-11-12	775347	9850248	25m	100	15,11	Huasipamba 2
13	780253	9846509	25m	100	24	Sector Los Pinos
14	780494	9845935	25m	100	32	Pte. Las Juntas
TOTAL			225 m2	100	23,7	