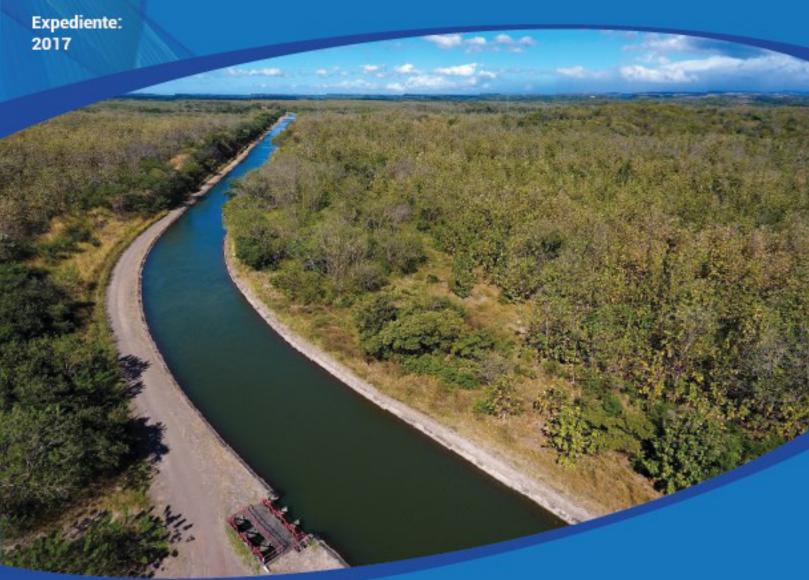
### **Anexos Tomo II**

Estudio de Impacto Ambiental



Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras Cantones de Bagaces, Liberia, Carrillo, Santa Cruz y Nicoya de la provincia de Guanacaste

> Estudio desarrollado por: Instituto Costarricense de Electricidad













Elaborado por

Desarrollador

### Tabla de contenido Anexos Tomo II

Anexo n° 8. 1 "Caracterización florística y estructural de los bosques presentes en el áre	a del
proyecto (AP) Sistema Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempiso	que y
Comunidades Costeras (PAACUME)".	3
Anexo n° 8. 2 Nota Propuesta de Compensación para la Reserva Biológica Lomas de Barbuda	
Anexo n° 8. 3 Establecimiento de la Línea Base de Biodiversidad para la Reserva Biológica L	
de Barbudal (RBLB) y finca adyacente	84
Anexo n° 9. 1 Instrumento de observación.	_ 323
Anexo n° 9. 2 Instrumento de Percepción Local, Área de Estudio I.	_ 326
Anexo n° 9. 3 Instrumento de Percepción Local, Propietarios Área de Estudio I	_ 332
Anexo n° 9. 4 Instrumento de Percepción Local, grupos organizados Área de Estudio II.	_ 336
Anexo n° 9. 5 Instrumento de Percepción Local, Propietarios Área de Estudio II.	_ 341
Anexo n° 9. 6 Instrumento de Percepción Local, Actores socioeconómicos.	_ 346
Anexo n° 9. 7 Proceso de comunicación y participación social con grupos de interés.	_ 350
Anexo n° 9. 8 Formularios de Registro de Monumentos Arqueológicos	_ 528
Anexo n° 9. 9 Instrumento Taller de Percepción del Paisaje	_ 562
Anexo n° 14. 1 Estimación tarifaria DRAT-Margen Derecha.	572





Desarrollador

### Anexo capitulo n° 8





Desarrollador

Anexo n° 8. 1 "Caracterización florística y estructural de los bosques presentes en el área del proyecto (AP) Sistema Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras (PAACUME)".





Desarrollador

### INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD

### Ingeniería y Construcción Centro de Servicio Gestión Ambiental

#### Informe técnico:

"Caracterización florística y estructural de los bosques presentes en el área del proyecto (AP) Sistema Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras (PAACUME)".

#### Elaborado por:

Ing. Fo. Diego Argüello Murillo (SETENA N° CI-039-04) Tec. Fo. Luis Ernesto Acuña Acuña

#### Colaboración trabajo de campo:

Ing. Fo. David Guadamuz Leal Ing. Fo. Rolando Nuñez González Sr. José Aguirre Aguirre Sr. Reinaldo Vargas Morales

Marzo, 2017





Elaborado por

#### Desarrollador

### **INDICE GENERAL**

1.	INTRODUCCION	4
	1.1 Justificación	5
2.	OBJETIVOS DEL INVENTARIO FORESTAL	
	2.1 Objetivo general	
	2.2 Objetivos específicos	
	METODOLOGÍA DEL MUESTREO FORESTAL	
	3.1 Generalidades	
	3.2 Estimación de la biomasa vegetal aérea	11
	3.2.1 Estimación de la biomasa y carbono fijado en árboles	
4.	CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS BOSQUES PRESENTES EN EL AP DEL PAACUME	
	4.1 Estructura Horizontal	
	4.1.1 La curva "Especie/Área"	
	4.1.2. Distribución diamétrica por tipos de bosque y sectores del AP	
	4.1.3. Valores dasométricos promedio por tipo de bosque y sectores del AP.	24
	4.1.4. Área basal y Volumen total por tipo de bosque y sectores del AP	28
	4.1.5. Biomasa vegetal aérea y Carbono fijado por tipo de bosque y sectores del AP	29
	4.1.6. Índice del Valor de Importancia Ecológico (IVI), Dominancia y Abundancia relativas de	
	especies en el AP	
	4.2 Estructura Vertical	
	4.2.1 Distribución por altura total.	
5.	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	38
	5.1. Especies de flora endémica	
	5.2. Especies de flora amenazada	39
	5.3. Especies de flora en peligro de extinción	
	5.4 Asociaciones Naturales presentes en el AP	
	5.5 Usos potenciales de las especies florísticas presentes en el AP	45
6.	CONCLUSIONES	46
	GLOSARIO TÉCNICO	
8.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	55
9.	ANEXO	61
	Anexo 1 Listado de Especies florísticas por tipo de hábito	61





Elaborado por Desarrollador

### **ÍNDICE DE CUADROS**

≻	Cuadro 1. Tipo de coberturas existentes en el área de proyecto (AP) del PAACUME6
≻	Cuadro 2. Modelos para estimar biomasa vegetal y carbono para los árboles en el ecosistema
bos	que seco12
≻	Cuadro 3. Coordenadas geográficas de la ubicación de las parcelas del muestreo forestal (sistema
CRC	TM05)13
≻	Cuadro 4. Resultados uso de la técnica Especie/Área21
≻	Cuadro 5. Resultados de valores dasométricos promedio, obtenidos por tipos de bosque y por
	ores en AP del PAACUME24
≻	
	ores en AP del PAACUME
>	
	enidos para tipos de bosque y para sectores en AP del Proyecto
>	·
> -	
	CUME
≽ rogi	Cuadro 10. Coordenadas de 19 árboles de especies amenazadas o en peligro de extinción,
	strados en el muestreo forestal en el AP del PAACUME40  Cuadro 11. Listado de especies florísticas en peligro de extinción presentes en el AP del
	CUME
	Cuadro 12. Valores dasométricos promedio estimados para la cobertura "matorral espinoso"
	ciación natural) presente en el AP del PAACUME42
,	
INC	ICE DE FIGURAS
Figu	ra 1. Representación esquemática de las parcelas de muestreo8
Figu	ra 2. Mapa de ubicación de parcelas del muestreo forestal en sector Embalse-Canal, AP del
	CUME.Oct. – dic. 201617
_	ra 3. Mapa de ubicación de parcelas del muestreo forestal en sector Distribución, AP del
	CUME.Oct. – dic. 2016
_	ra 4. Curvas "Especie/Área", elaboradas para los tipos de bosque presentes en el AP del
	CUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016
_	ra 5. Distribución diamétrica de la cantidad de individuos por tipo de bosque, en el AP del
	CUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016
	ra 6. Distribución diamétrica de la cantidad de individuos muestreados por sectores de obra, en
	P del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 201623 ra 7.       Distribución diamétrica del área basal total acumulada por tipo de bosque, en AP del
_	CUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 201627
	ra 8. Distribución diamétrica del área basal total acumulada por sectores muestreados, en AP
_	PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 201627
	ra 9. Distribución diamétrica del volumen total acumulado por tipo de bosque, en AP del
_	CUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 201628
$\neg \neg \land$	
Figu	
_	ra 10. Distribución diamétrica del volumen total acumulado por sector muestreado, en AP del CUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016





Elaborado por	Desarrollador
Figura 11.	Distribución diamétrica de la biomasa vegetal aérea total (en Mg/ha) por tipo de
bosque, en AP	del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 201630
Figura 12.	Distribución diamétrica del carbono total fijado (en Mg/ha) por tipo de bosque, en AP
del PAACUME.	Muestreo forestal, oct. – dic. 201631
Figura 13.	Distribución diamétrica de la biomasa vegetal aérea total por sector muestreado, en AP
del PAACUME.	Muestreo forestal, oct. – dic. 201631
Figura 14.	Distribución diamétrica del carbono total fijado por sector muestreado, en AP del
PAACUME. Mu	estreo forestal, oct. – dic. 201632
Figura 15.	Valores de I.V.I., abundancia y dominancia relativas de las 10 principales especies
florísticas de to	odo el muestreo, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 201633
Figura 16.	Comparación por tipo de bosque, de los valores de I.V.I. de las 15 principales especies
florísticas, en A	AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 201634
Figura 17.	Comparación por sectores, de los valores de I.V.I. de las 15 principales especies
florísticas, en A	AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 201635
Figura 18.	Comparación porcentual por estratos verticales, entre el inventario total y el bosque
maduro presei	nte en el AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct – dic, 201638
	Grupos taxonómicos de los individuos latizales y fustales inventariados en AP del
PAACUME. Mu	estreo forestal, oct – dic, 201638
Figura 20.	Mapa de ubicación de árboles de especies amenazadas o en peligro de extinción, AP del
PAACUME.Oct	. – dic. 201641
Figura 21.	Fotografías del ecosistema "matorral espinoso", asociación de tipo edáfica presente en
el AP del PAAC	CUME. Muestreo Feb. 201743
Figura 22.	Mapa de ubicación de parcelas en cobertura de matorral espinoso (asociación natural
edáfica) presei	nte en AP del PAACUME.Oct. – dic. 201644
Figura 23.	Resultado de clasificación por uso potencial de las especies, en AP del PAACUME.Oct. –
dic. 2016.	45





Desarrollador

#### 1. INTRODUCCIÓN

Desde su creación en 1983, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (SENARA), ha sido el ente encargado de fomentar el desarrollo agropecuario en Costa Rica mediante el aprovechamiento y distribución justa del agua, implementación de sistemas de riego y avenamiento, así como la protección ante inundaciones (Ley Nº 6877,1983).

Entre los esfuerzos realizados por SENARA para cumplir su objetivo se encuentra el "Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste" (PIAAG) donde mantiene cuatro ejes principales que son: 1- Seguridad hídrica para las comunidades, 2- Seguridad alimentaria, 3- Necesidades de agua para los ecosistemas, y, 4- Gestión y aprovechamiento sostenible. (Presidencia de la República, 2015).

Como parte de las actividades del PIAAG, se encuentra desarrollar el "Proyecto Sistema Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras" (Abreviado: PAACUME). Este proyecto pretende aprovechar las aguas de generación provenientes del sistema hidroeléctrico Arenal-Dengo-Sandillal (ARDESA), mediante la construcción de un embalse.

El embalse deberá almacenar el agua durante la época lluviosa del país, de esta manera suministrar de manera regulada agua durante las épocas secas del año y de esta manera cumplir con la creciente demanda de agua.

Mediante una contratación externa, el SENARA solicitó al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la elaboración de estudios ambientales en el área del proyecto, insumos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

El objetivo principal de los estudios solicitados, es realizar la caracterización de la flora y fauna presente en la zona de impacto de manera que se obtenga una "línea base" de la composición de especies y su abundancia relativa actual en los diferentes ecosistemas de la zona y que se pueda identificar con ello los impactos potenciales que dicho proyecto generaría en el medio ambiental.

Para cumplir con la caracterización florística anteriormente mencionada, se consideró la ejecución de un muestreo forestal a partir de la determinación del área actual de coberturas boscosas presentes dentro del área de proyecto (AP), esto permitió estimar preliminarmente una afectación aproximada de 859 hectáreas de bosque.

En la planificación del presente muestreo forestal, se consideró como apropiada para la validación estadística, una intensidad de muestreo mínima del 1,12% en dicha cobertura; y de acuerdo con esto, se distribuyeron sistemáticamente en el AP unas 240 parcelas circulares de 400 m² cada una, correspondiente a un área total efectiva de muestreo de unas 9,6 hectáreas; el error máximo permisible en esta estimación correspondió al 15% en el variable de área basal por hectárea; con una confiabilidad probabilística no menor del 95%.





Elaborado por Desarrollador

#### 1.1 Justificación

El presente documento corresponde a una parte de los resultados preliminares de los estudios de línea base solicitados por el SENARA, los cuales son insumos para el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) requerido para la construcción del embalse río Piedras, la ampliación del canal Oeste que llega hasta el río Tempisque en el poblado de Palmira y la red de distribución que abarca canales menores y sifones en los cantones de Liberia, Carrillo, Nicoya y Santa Cruz, en la provincia de Guanacaste.

#### 2. OBJETIVOS DEL INVENTARIO FORESTAL

#### 2.1 Objetivo general

Realizar un inventario forestal de confiabilidad estadística, que permita estimar el componente actual del recurso forestal que sería potencialmente afectado por la futura construcción del proyecto Sistema Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras (PAACUME).

- 2.2 Objetivos específicos
  - 1. Caracterizar mediante un muestreo de confiabilidad estadística la composición y la estructura florística del recurso forestal presente en el área de proyecto (AP).
  - 2. Determinar preliminarmente el potencial del recurso maderable, la cantidad de biomasa presente, y los potenciales productos no maderables; como un medio para estimar el valor actual del recurso potencialmente afectado.
  - 3. Enlistar preliminarmente las especies florísticas de poblaciones endémicas, amenazadas o en peligro de extinción que se verían potencialmente afectadas en el AP.

#### 3. METODOLOGÍA DEL MUESTREO FORESTAL

#### 3.1 Generalidades

Con el muestreo forestal, nos enfocamos primordialmente en inventariar las coberturas de bosque existente en el área de proyecto (AP), ya que estos serán los ecosistemas ambientalmente más frágiles que podrían verse afectados; y por lo tanto constituyen también, la principal fuente de recursos maderables, de biomasa y de diversos servicios ecosistémicos que tienen presencia actual en el área de influencia del proyecto.

La cartografía disponible en el SIG del Centro de Servicio de Gestión Ambiental del ICE utilizó como base informativa la clasificación "INBio-ECOMAPAS 2002", esta base fue "reclasificada" por personal profesional del SIG mediante una fotointerpretación de imágenes satelitales de alta resolución (utilizando 0.5 metros de resolución espacial) provenientes del sensor WorldView2, para esto se consideró el uso de imágenes de los años 2015 - 2016; la reclasificación generada refirió la existencia de 2 coberturas boscosas que son: "bosque maduro" y "bosque secundario", además 4 categorías de herbazales y 2 categorías de matorrales. (ver Cuadro 1).





Elaborado por

Desarrollador

Para el presente estudio, utilizamos la base del SIG-CGA-ICE y partimos del hecho de que, sumando los sectores de embalse y de canal oeste, se podrían afectar un total de 859 hectáreas de cobertura boscosa (ver Cuadro 1). Seguidamente, se procedió a determinar cuál sería el tipo adecuado y la intensidad del muestreo para validar estadísticamente los resultados de la estimación poblacional, a una confiabilidad probabilística del 95%.

Cuadro 1. Tipo de coberturas existentes en el área de proyecto (AP) del PAACUME.

11--4/----

		Hectáreas			
ID	Tipo cobertura	Embalse	Canal	Total	
1	Bosque maduro	416,17	138,30	554,47	
2 Bosque Secundario		275,32	28,93	304,25	
	Subtotal Bosque	691,49	167,23	858,72	
3	Herbazal	83,87	20,2	104,07	
4	Herbazal Acuático	-	2,03	2,03	
5	Herbazal Arbolado	312,06	16,79	328,85	
6	Herbazal Pantanoso	1,04	1,08	2,12	
	Subtotal Herbazal	396,97	40,10	437,07	
7	Matorral Espinoso	23,63	0,34	23,97	
8	Matorral Arbolado	10,99	1,49	12,48	
	Subtotal Matorral	34,62	1,83	36,45	
9	Arroz	-	0,05	0,05	
10	Canal	2,74	38,03	40,77	
11	Caña Azúcar	-	54,31	54,31	
12	Cultivo Agrícola	4,40	0,001	4,40	
13	Embalse	4,25	-	4,25	
14	Infraestructura	1,33	0,29	1,63	
15	Lago	-	1,68	1,68	
16	Plantación Forestal	-	0,45	0,45	
17	Playón	0,63	-	0,63	
18	Preparación Agrícola	-	0,03	0,03	
19	Río	17,11	0,78	17,89	
20	Terreno Descubierto	0,38	2,72	3,10	
	Subtotal otros elementos	30,84	98,34	129,18	
	Total	1153,92	307,50	1461,43	

Fuente: SIG-CGA-ICE, 2016.





Elaborado por

Desarrollador

Se planteó la realización de un "muestreo simple sin remplazo", utilizando unidades de muestreo (parcelas) de carácter temporal y que se distribuirían en los sitios escogidos del área de embalse (fincas con permiso de ingreso por parte del propietario, incluyendo parte de la potencial área inundada de la Reserva Biológica Lomas de Bardudal (RBLB), así como también, varios sectores puntuales dentro de la servidumbre de 60 metros de ancho x aproximadamente 50 km de extensión del canal oeste. (Ver Figura 2).

El cálculo de la cantidad de parcelas de muestreo se determinó previo al inicio del trabajo de campo, mediante las siguientes fórmulas (Orozco, L; Brumér, C. 2002):

$$n = \left[\frac{Z}{r} CV\right]^2 / \left[1 + \frac{n}{N}\right]$$

Donde:

n: tamaño de la muestra N: tamaño de la población

CV: coeficiente de variación sugerido para este sistema

r: Precisión deseada (15%)

Z: Nivel de confianza en α-1 (95% de confiabilidad)

$$D = \sqrt{(A/n)}$$

Donde:

D: distanciamiento entre parcelas

n: tamaño de la muestra A: Área total del estrato (m²)

Intensidad (%) = 
$$\frac{tamaño\ parcela\ (ha)x\ n^{\circ}parcelas}{tamaño\ bosque\ a\ inventariar\ (ha)}$$

Distanciamiento entre parcelas y fajas 
$$(m) = \sqrt{\frac{\text{área}(m^2)}{\text{°n parcelas}}}$$

Fuente: Orozco, L; Brumér, C. 2002.

Como muestra para la estimación poblacional de los parámetros dasométricos, se utilizaron parcelas circulares de medición de 400 m² cada una, y en este caso particular, se establecieron y midieron un mínimo total de 240 parcelas (correspondientes al 1,12% de intensidad de muestreo, siendo el área de muestreo efectivo un total de 9,6 hectáreas), se consideró, que el error de muestreo esperado no podía superar el 15% en la variable de área basal por hectárea.

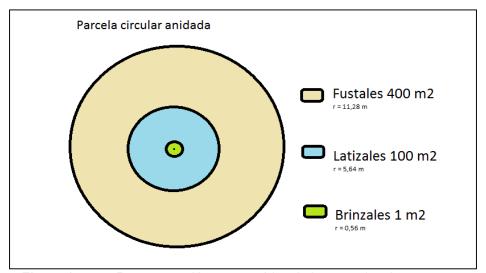




Elaborado por Desarrollador

Las parcelas de medición presentaron una estructura "anidada" (ver Figura 1), para registrar las principales categorías de tamaño de la vegetación (es decir, pretende la medición de los individuos fustales, latizales y brinzales, en un área relativamente proporcional al tamaño de cada grupo o categoría). Se propuso un área de 400 m2 para individuos fustales, un área de 100 m2 para los individuos latizales y un área de 1 m2 para cuantificar los individuos brinzales.

La razón para utilizar parcelas circulares fue la sencillez del montaje en el campo, ya que solo se necesita ubicar un centro de parcela y medir un radio conocido; el cual fue 11,28 metros en el caso de la parcela de medición de fustales, así como 5,64 metros en el caso de la parcela de medición de latizales y adicionalmente 0,56 metros en caso de los brinzales. La forma de las parcelas reduce el posible efecto de borde y facilita su distribución en las franjas o siguiendo las coberturas riparias.



**Figura 1.** Representación esquemática de las parcelas de muestreo.

Los centros de las parcelas fueron marcados temporalmente con balizas rústicas y señaladas con cinta topográfica de color rosado; además, en este punto se tomó la georeferenciación (es decir, las coordenadas geográficas en el sistema CRCTM05) utilizando para esto un GPS marca Garmin modelo map 62s (aprox. ± 3 metros de error).

Los datos tomados en el campo, para todos los fustales arbóreos y/o palmas corresponden a:

- 1) la determinación de la especie individual mediante la identificación taxonómica,
- 2) el diámetro a la altura del pecho (DAP) (en centímetros) medidos con cinta diamétrica.
- 3) la altura comercial y/o total (en metros) medida con clinómetro sunnto o en su defecto un hipsómetro o pistola haga.

En los sitios de muestreo se utilizó una distribución "sistemática" de las parcelas, con una separación mínima entre centros de parcelas de unos 70 metros lineales; guardando





Desarrollador

también esa misma separación respecto a los bordes de la cobertura de estudio. Cabe mencionar, que la "estratificación" en bosque secundario, bosque deciduo y bosque ripario; se realizó a "posteriori" con la información recabada en el campo, utilizando los resultados de composición florística y de los valores de "área basal" que se obtuvieron por parcela; en vista de que como se esperaba, se observaron diferencias significativas en las condiciones actuales de la cobertura boscosa.

Para el cálculo derivado del volumen total de los árboles, se utilizó la fórmula de Loján 1966 (ecuación 1), citada por (Orozco, L; Brumér, C; 2002), recomendada para la cubicación de árboles en pie de diferentes especies tropicales, que se presenta a continuación:

#### Ecuación 1

Volumen (m<sup>3</sup>) = 
$$(0.0000837876) * (DAP^{2.03986}) * (h^{0.779})$$

Donde se tienen las siguientes variables:

DAP = Diámetro medido en centímetros diamétricos a la altura del pecho (es decir, aproximadamente a unos 130 cm de la base del árbol), h = altura comercial del árbol en pie medida en metros lineales.

La fórmula utilizada para determinar la variable de Área Basal (AB) individual (ecuación 2) de los árboles, es la siguiente:

#### Ecuación 2

AB 
$$(m^2) = (DAP)^2 * (\pi/4)$$

En la fórmula utilizada, se tienen los siguientes componentes:

DAP = Diámetro medido en centímetros a la altura del pecho (es decir, aproximadamente a 130 cm de la base del árbol),  $\pi$  = constante "pi" con valor aproximado a 3.141592654.

Adicionalmente, las fórmulas utilizadas para la determinación del error estadístico (Orozco, L; Brumér, C; 2002), fueron las siguientes:

- Promedio por hectárea:
- Total en el área efectiva (A):  $T = \tilde{X} \times A$
- Desviación estándar aproximada (Sps):  $Sps = \sqrt{\frac{\sum (x_{i+1} x_i)^2}{2(n-1)}}$ Error estándar ( $S_x$ ):  $S_x = \frac{Sps}{\sqrt{n}} \times \sqrt{1-f}$
- Error de muestreo absoluto (E):  $E = S_x \times t\alpha_{/2,(n-1)}$ Error de muestreo relativo (% E):  $\%E = \frac{E}{\tilde{\chi}} \times 100$
- ightharpoonup Límites de confianza para la media  $(\tilde{X})$  y el total poblacional (T):





Desarrollador

Limite superior (Ls).  $L_{S\bar{X}} = X + E$   $L_{ST} = I + E$   $L_{ST} = I + E$   $L_{IT} = T - E$ 

Dónde:

xi: Datos de las variables por individuo extrapolados a hectárea.

n: Total de unidades de muestreo medidas.

S: Desviación estándar de la muestra.

★ ☐ f: Fracción de muestreo.

Arr Arr

Como una alternativa para determinar "in situ" la intensidad del muestreo, se propuso el uso de la técnica denominada curva "Especie/Área", esta técnica es comúnmente utilizada para determinar el "área mínima de muestreo", esto es, obtener un área mínima que asegure que dentro de ella van a estar representadas casi la totalidad de especies arbóreas de un bosque en particular.

Esta técnica es una propuesta de Cain et al (1956), citado por Lamprecht (1990); el cual considera que se ha alcanzado el área mínima de muestreo cuando "una ampliación de un 10% del área muestreada no corresponda a un incremento mayor al 10% en especies nuevas".

Para el cálculo de la curva "Especie/Área" se siguieron los siguientes pasos:

- 1. Selección aleatoria de una parcela de área conocida.
- 2. Determinación del número de especies presentes dentro de la parcela.
- 3. Adición de una segunda parcela.
- 4. Se incluyen dentro del listado de la primera parcela todas las especies nuevas (especies acumuladas).
- 5. De esta manera se repiten los pasos 3 y 4, hasta un punto donde la adición de especies por unidad de área no es significativa.
- 6. Generación de la gráfica respectiva para visualizar la tendencia de los datos y generación de la ecuación del modelo con su R2.

El índice del valor de importancia ecológico (I.V.I.) de las especies florísticas, está constituido por 3 componentes que son: la abundancia relativa (%) + la dominancia relativa (%) + la frecuencia relativa (%), por lo que su valor total máximo es de 300 %.

De esta forma se utiliza la información de área basal específica por hectárea para la dominancia; el número de árboles por hectárea para la abundancia y la frecuencia como la presencia o falta de una especie dentro de una determinada parcela de muestreo y se expresa como un porcentaje del total de unidades de registro u ocupación.

A pesar de que sus valores son equivalentes (100% cada uno), se suele graficar destacando el IVI total versus sus componentes de abundancia y dominancia, ya que ambos componentes son conjuntamente relevantes en la expresión del éxito de la especie; especie; mientras el componente de frecuencia solo expresa el grado de ocupación.





Elaborado por

Desarrollador

Esto es, que con pocos individuos se puede obtener una ocupación o frecuencia del 100%, no obstante carecer de "relevancia ecológica" si no se tienen valores aceptables de abundancia y dominancia. Por otra parte, el peso ecológico si se determina por alguno de los componentes de abundancia o de dominancia, y/o por su aporte conjunto.

#### 3.2 Estimación de la biomasa vegetal aérea

Según señala (Brown *et al*, 1999), citado por (Cascante, S; & González, E; 2008), la cantidad de biomasa en un bosque es el resultado de la diferencia entre la producción a través de fotosíntesis y el consumo a través de la respiración, la mortalidad, la cosecha, y la herbivoría.

Los cambios en la biomasa; son consecuencia directa de la sucesión natural, las actividades humanas como: la silvicultura, la intervención para la conversión a coberturas no forestales, las perturbaciones como los incendios, y los cambios por contaminantes atmosféricos y el clima (Cascante, S; & González, E; 2008).

Un método indirecto para la estimación de la biomasa vegetal, es con el uso de ecuaciones alométricas que son modelos matemáticos calculados por medio de análisis de regresión entre las variables de fácil medición en el campo y las variables de biomasa (peso seco o verde) que se desea estimar.

También se puede estimar la biomasa a través del volumen del fuste, utilizando la densidad básica para determinar el peso seco y un factor de expasión para determinar el peso seco total (biomasa total del árbol) (Cascante, S; & González, E; 2008).

#### 3.2.1 Estimación de la biomasa y carbono fijado en árboles

Para la estimación de la biomasa en bosques de la región Pacífico Norte, se consideró utilizar ecuaciones alométricas propuestas por investigadores del proyecto "Manejo de cambio climático a través del sector forestal en Costa Rica" actividad patrocinada por la agencia de cooperación alemana (GTZ). (Ver Cuadro 2)

Estos modelos tienen un ajuste aceptable, sin embargo, presentaron un rango de validez en la predicción de la estimación que va de 4,1 a 80 cm en el DAP; es decir que, por encima y por debajo de este rango diamétrico, los modelos citados generaron estimaciones no confiables de biomasa y de caborno fijado (produciendo algunos valores ilógicos).

Además, presenta otra limitación de uso, ya que requiere conocer la densidad especifica (DE) de cada una de las especies del inventario forestal, información no siempre disponible para la totalidad de especies. A raíz de estos inconvenientes, se prefirió utilizar otro modelo para el rango de no predicción aceptable de las ecuaciones propuestas en el cuadro 2.





Elaborado por

Desarrollador

La ecuación general utilizada para estimar el volumen (ecuación 3) se presenta a continuación:

#### Ecuación 3

$$Vol m^3 = DAP(m) * h * \frac{\pi}{4} * FM$$

Donde:

Vol. m3: Volumen en m3

DAP: Diámetro a la altura del pecho

h: Altura total en metros

FM: Factor mórfico específico

En el siguiente cuadro, se muestran las formulas alométricas mencionadas.

➤ Cuadro 2. Modelos para estimar biomasa vegetal y carbono para los árboles en el ecosistema bosque seco.

Amplitud diamétrica	Indicador	Fórmula	Observaciones
4,1 - 80 cm	Biomasa	Btotal = Exp (-1,53009 + 2,17632*ln(Dap))	Estima biomasa en hojas, ramas, fustes y raíz
4,1 - 80 cm	Carbono	Ctotal = Exp (-2,27186 + 2,17651*ln(Dap))	Estima carbono en hojas, ramas, fustes y raíz
Mayor a 80 cm	Biomasa	Btotal = (Volumen (m³) * DE) * FEB	Se utiliza un FEB de 2,10 para estimar la biomasa de hojas ramas y raíz. Para el cálculo del volumen se utilizó un factor mórfico de 0,7
Mayor a 80 cm	Carbono	Ctotal = Btotal * FC	Se utiliza una fracción de carbono promedio de 46,2%

**Btotal:** biomasa del árbol completo en Kg, **Ctotal:** carbono del árbol completo en Kg, **Bfuste:** biomasa del fuste en Kg, **Cfuste:** carbono del fuste Kg, **Dap:** diámetro normal a 1,30 m sobre el nivel del suelo en cm, **In:** logaritmo natural.

Fuente: Fonseca, W; Alice, F; Rojas, M; Villalobos, R; Porras, J. 2016.

Para los árboles cuya medida de DAP estaban por fuera de los rangos válidos de los modelos del cuadro 2, se realizó una aproximación en la estimación de la biomasa vegetal aérea mediante el uso de la ecuación 4, la cual se presenta a continuación y que fue propuesta por Chaves, et al. (2014); citado por Sasa, M. (2017).

#### Ecuación 4

AGBest =  $0.0673 * (\rho D2h) 0.976$ 





Elaborado por Desarrollador

Donde AGB es la biomasa de los árboles, D es el diámetro, h es la altura hasta la base de la copa, y p= densidad media de la madera de las especies dominantes en el bosque seco.

Además, la biomasa por hectárea en megagramos (Mg) fue estimada como:

#### AGBest K \* 1000

La densidad media para especies dominantes del bosque seco se aproxima a **0.59 g/cm** según Zanne, et al; (2009); citado por Sasa, M; et al. (2017); por lo que este dato se usa como una constante en la ecuación 4.

Seguidamente en el Cuadro 3, se enlista las coordenadas (CRCTM05) de la ubicación georefenciada de las 240 parcelas del muestreo.

Cuadro 3. Coordenadas geográficas de la ubicación de las parcelas del muestreo forestal (sistema CRCTM05).

Parcela	Este	Norte	Altitud	Parcela	Este	Norte	Altitud
P 001	361316,40	1155975,51	31,44	P 120	346521,93	1159527,06	35,12
P 002	361296,82	1155926,69	31,78	P 121	346161,64	1159711,21	33,26
P 003	361214,44	1155834,76	34,81	P 122	346169,09	1159810,20	32,99
P 004	361154,24	1155733,67	34,39	P 123	346203,46	1159905,63	35,98
P 005	361129,66	1155693,50	32,23	P 124	346264,11	1159976,39	39,61
P 006	361105,71	1155646,80	28,16	P 125	346316,52	1160066,98	43,12
P 007	361072,43	1155620,71	29,80	P 126	346357,01	1160160,18	50,68
P 008	361202,15	1156156,07	27,44	P 127	346381,85	1160254,44	41,42
P 009	361152,69	1156191,78	31,96	P 128	359770,57	1156541,19	52,11
P 010	361056,84	1156237,85	36,50	P 129	359689,27	1156608,34	44,04
P 011	360996,41	1156295,95	33,97	P 130	359574,06	1156497,63	46,55
P 012	360956,94	1156363,71	39,40	P 131	359498,38	1156438,42	44,38
P 013	360931,37	1156404,08	12,44	P 132	359404,06	1156483,27	95,36
P 014	360901,93	1156490,26	37,72	P 133	359308,03	1156509,99	40,94
P 015	360869,68	1156557,66	13,43	P 134	359205,62	1156556,65	21,89
P 016	360807,56	1156602,82	15,53	P 135	359114,52	1156450,82	50,38
P 017	360762,49	1156641,94	26,43	P 136	359059,64	1156393,30	51,26
P 018	360675,56	1156670,83	41,55	P 137	358960,93	1156459,30	47,87
P 019	361292,72	1156078,71	30,64	P 138	358862,07	1156465,13	48,35
P 020	361255,32	1155981,18	38,62	P 139	359936,79	1158188,42	37,38
P 021	360995,90	1155705,65	37,93	P 140	359879,83	1158236,11	35,13
P 022	361008,90	1155751,51	45,09	P 141	359848,42	1158292,66	39,12





Elaborado por Desarrollador

Elaborado p	OI .						Desairollado
Parcela	Este	Norte	Altitud	Parcela	Este	Norte	Altitud
P 023	360792,68	1156661,84	37,58	P 142	359788,92	1158363,15	37,84
P 024	360736,62	1156689,62	38,33	P 143	359834,16	1156480,97	49,44
P 025	360699,31	1156723,07	49,77	P 144	359882,56	1156561,75	44,15
P 026	360677,58	1156791,85	49,67	P 145	359905,03	1156647,40	41,85
P 027	360649,25	1156799,93	36,11	P 146	349041,55	1160658,21	43,61
P 028	360616,38	1156821,19	36,11	P 147	349054,69	1160608,48	44,24
P 029	360581,07	1156864,48	39,52	P 148	349084,84	1160565,97	42,13
P 030	360582,52	1156814,91	44,83	P 149	349115,98	1160527,89	43,67
P 031	360525,91	1156816,69	43,98	P 150	348211,53	1160739,63	41,60
P 032	360451,86	1156809,25	47,02	P 151	348108,77	1160677,25	42,01
P 033	360554,57	1156863,26	34,70	P 152	348062,26	1160581,65	38,35
P 034	360511,58	1156900,83	35,31	P 153	348024,17	1160487,44	40,76
P 035	360450,76	1156942,56	35,52	P 154	347993,09	1160390,11	45,68
P 036	360380,68	1156969,72	37,19	P 155	347971,26	1160281,79	45,81
P 037	360255,09	1156970,78	35,46	P 156	348407,06	1160758,24	46,60
P 038	360111,99	1156893,37	38,22	P 157	348503,24	1160745,65	70,01
P 039	360038,85	1156813,79	41,76	P 158	348601,57	1160747,54	76,42
P 040	359987,96	1156765,88	48,94	P 159	348699,80	1160724,87	53,82
P 041	360041,97	1156744,97	73,68	P 160	348798,37	1160707,62	47,34
P 042	359990,01	1156677,81	48,63	P 161	339647,65	1162077,11	45,81
P 043	360267,63	1159012,03	49,03	P 162	339789,43	1162121,59	35,52
P 044	360247,07	1159072,85	49,95	P 163	339904,30	1162126,03	33,89
P 045	360279,96	1159136,88	48,24	P 164	340010,07	1162150,32	34,73
P 046	357395,39	1155340,63	64,29	P 165	340110,97	1162162,68	33,99
P 047	357422,07	1155331,89	69,21	P 166	340215,87	1162187,31	37,55
P 048	357473,06	1155350,49	66,15	P 167	340318,10	1162155,97	34,18
P 049	357511,98	1155361,39	62,52	P 168	340413,38	1162090,14	32,26
P 050	357562,60	1155340,94	80,88	P 169	340488,39	1162046,20	34,01
P 051	357542,01	1155313,04	67,72	P 170	340526,47	1161947,56	31,67
P 052	357562,41	1155374,46	66,36	P 171	340521,75	1161826,21	31,90
P 053	357593,82	1155344,57	63,80	P 172	340501,16	1161730,17	41,23
P 054	357655,46	1155340,34	72,51	P 173	340466,49	1161620,35	38,56
P 055	357687,61	1155383,46	67,24	P 174	340409,50	1161538,08	33,30
P 056	357727,80	1155383,63	67,03	P 175	340382,44	1161439,96	32,85
P 057	357719,06	1155442,63	64,69	P 176	361356,14	1156054,34	31,74
P 058	357736,64	1155483,93	57,02	P 177	361275,26	1156147,26	35,35
P 059	357785,09	1155496,23	54,39	P 178	361234,94	1156195,98	38,47
P 060	360336,84	1159151,47	47,36	P 179	361108,32	1156268,73	36,18
P 061	360313,54	1159236,53	50,63	P 180	361066,80	1156317,35	38,42
P 062	360353,81	1159312,48	49,70	P 181	361027,98	1156385,77	37,47





Elaborado por Desarrollador

Parcela	Este	Norte	Altitud	Parcela	Este	Norte	Altitud
P 063	357284,70	1155265,86	59,86	P 182	360976,71	1156460,43	36,97
P 064	357279,05	1155329,94	70,75	P 183	360948,79	1156542,84	38,66
P 065	357252,17	1155291,11	67,30	P 184	360905,91	1156607,84	36,53
P 065	357315,39	1155353,69	65,69	P 185	360841,09	1156663,53	35,48
P 066	357360,56	1155339,23	65,94	P 214	350101,56	1157617,07	46,21
P 067	357453,03	1155299,57	63,90	P 215	350112,16	1157510,38	48,90
P 068	357452,71	1155246,58	66,89	P 216	350202,03	1157455,11	46,78
P 069	357397,48	1155211,74	71,19	P 217	350287,68	1157383,27	43,51
P 070	357340,82	1155280,12	67,41	P 218	350366,36	1157320,20	43,54
P 071	357392,36	1155296,95	58,03	P 219	350422,04	1157232,67	36,65
P 072	357607,58	1155308,23	66,14	P 220	350434,51	1157126,97	36,70
P 073	357659,16	1155283,13	67,37	P 221	350393,00	1157024,81	33,38
P 074	357723,77	1155309,19	61,84	P 222	350423,51	1156939,72	31,22
P 075	357690,60	1155338,31	62,44	P 229	351987,13	1155414,57	42,16
P 076	357772,10	1155451,70	60,33	P 230	351914,17	1155486,46	43,06
P 077	357810,17	1155469,58	62,18	P 231	351817,68	1155508,45	43,58
P 078	360380,14	1159379,41	45,94	P 232	351739,37	1155555,03	44,38
P 079	360412,93	1159446,21	45,45	P 233	351641,17	1155586,65	51,15
P 080	360477,87	1159505,02	52,79	P 234	351574,27	1155665,15	50,62
P 081	360511,39	1159588,74	54,85	P 235	351479,27	1155678,61	54,95
P 082	360568,75	1159694,16	57,43	P 236	356822,07	1153048,90	40,88
P 082	360621,42	1159748,71	68,19	P 237	356727,30	1153090,99	42,31
P 083	360616,95	1159753,48	67,14	P 238	356639,84	1153127,86	41,81
P 084	357772,65	1155320,05	59,23	P 239	356533,78	1153114,03	45,02
P 085	357727,12	1155245,79	60,96	P 240	356435,17	1153128,38	41,95
P 086	357710,46	1155188,44	64,79	S 186	328127,89	1163857,11	29,33
P 087	357791,04	1155398,19	55,56	S 187	328165,36	1163817,53	37,10
P 088	357808,94	1155355,86	64,91	S 188	328021,47	1163792,03	33,17
P 089	357688,85	1155498,62	52,96	S 189	328052,60	1163755,36	28,65
P 090	357704,08	1155582,08	52,23	S 190	326053,87	1163891,78	35,14
P 091		1160756,07	33,74		326962,66	1161349,27	
P 092	345735,27		36,57		327344,03		30,14
P 093	345748,20	1160790,85	34,11	S 193	327282,49	1150801,60	46,94
P 094	345785,06	1160708,82	34,98	S 194	326878,19		37,87
P 095	345965,99	1160743,30	35,90	S 195	328798,78	1145552,60	29,30
P 096	346021,00	1160754,12	37,98	S 196	328782,22	1145592,96	29,80
P 097	345440,85	1160570,30	36,98	S 197	328230,79	1145289,86	28,42
P 098	345491,26	1160602,38	30,73	S 198	328261,53	1145257,29	25,67
P 099	345510,80	1160663,69	33,38	S 199	328409,77	1143878,97	29,46
P 100	345563,03	1160689,13	34,12	S 200	312576,59	1136674,21	37,30





Elaborado por						Desarrollador	
Parcela	Este	Norte	Altitud	Parcela	Este	Norte	Altitud
P 101	345599,06	1160738,75	35,01	S 201	338456,36	1147593,49	11,19
P 102	345314,73	1160305,57	47,46	S 202	339803,89	1146882,74	18,55
P 103	345346,80	1160350,56	53,92	S 203	339718,91	1147029,61	14,43
P 104	345363,79	1160403,37	57,32	S 204	336340,54	1142945,55	29,09
P 105	345382,88	1160461,70	48,24	S 205	336375,54	1142981,23	27,03
P 106	345408,76	1160518,78	44,85	S 206	336740,79	1139455,09	22,92
P 107	345925,67	1160689,71	28,03	S 207	336724,49	1139508,05	14,79
P 108	345894,25	1160738,20	32,13	S 208	336688,57	1139558,67	18,66
P 109	345861,45	1160773,64	35,33	S 209	324775,08	1160467,00	6,03
P 110	345878,90	1160832,09	34,76	S 210	324742,66	1160723,64	40,53
P 111	346429,48	1160574,95	29,39	S 211	324760,46	1160844,26	40,24
P 112	346442,46	1160513,93	29,86	S 212	339910,28	1153734,25	17,99
P 113	346372,00	1160428,62	34,67	S 213	340992,36	1153627,37	15,40
P 114	346338,64	1160363,05	37,81	S 223	328343,27	1152124,15	39,24
P 115	346134,69	1159611,10	43,33	S 224	327190,73	1144913,50	25,60
P 116	346141,03	1159509,84	39,16	S 225	321811,86	1138609,94	34,49
P 117	346223,41	1159444,20	39,34	S 226	313743,45	1137049,74	35,82
P 118	346325,31	1159435,23	38,15	S 227	326991,19	1140717,31	47,71
P 119	346431,61	1159480,44	36,71	S 228	338947,08	1139413,70	20,83

Nota: la letra "S" indica que la parcela se ubica en un sitio de sifón.

Se presenta a continuación en las Figuras 2 y 3; sendos mapas donde se muestra la ubicación georeferenciada de las parcelas del muestreo forestal.





Elaborado por Desarrollador

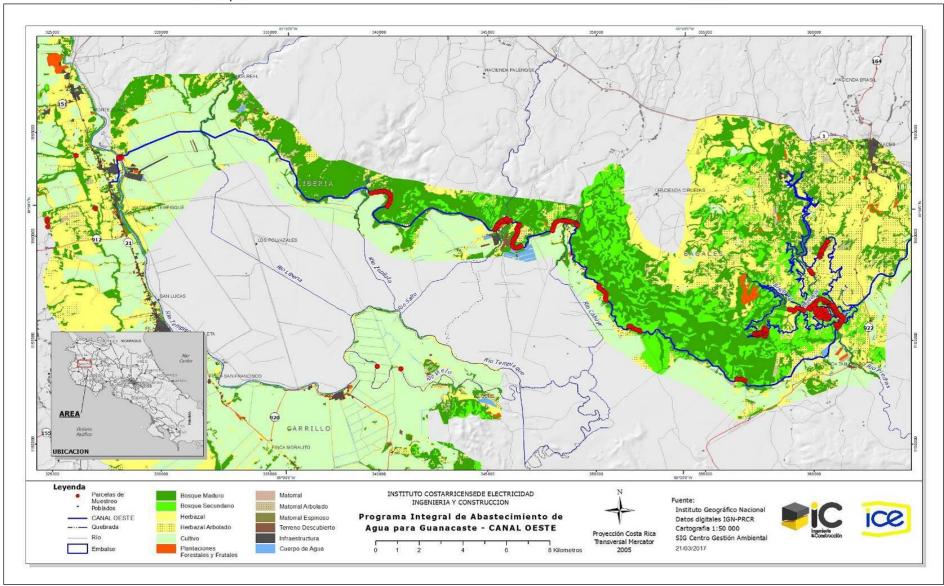


Figura 2. Mapa de ubicación de parcelas del muestreo forestal en sector Embalse-Canal, AP del PAACUME.Oct. – dic. 2016.





Elaborado por Desarrollador

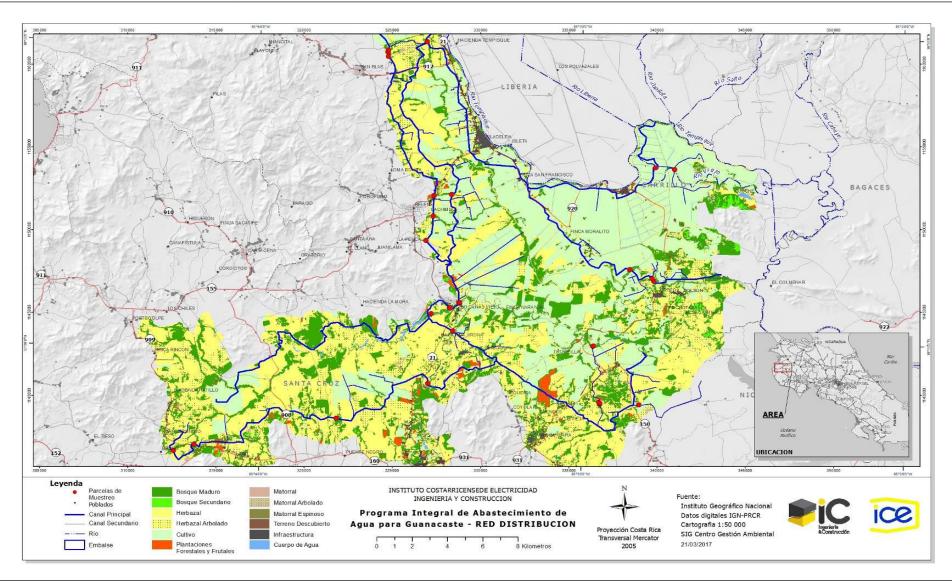


Figura 3. Mapa de ubicación de parcelas del muestreo forestal en sector Distribución, AP del PAACUME.Oct. – dic. 2016.





Desarrollador

#### 4. CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS BOSQUES PRESENTES EN EL AP DEL PAACUME.

Los bosques son los ecosistemas de mayor complejidad estructural, composición y diversidad florística (Obando, 2003). Según Lamprecht, H. (1990), los bosques primarios intervenidos o explotados son aquellos bosques naturales "descremados", de los cuales fue extraido de forma sistemática prácticamente todo el material que produjera ganancias. De acuerdo a la intensidad de las intervenciones, lo que queda y permanece por mucho tiempo es un bosque natural empobrecido, o bien se desarrolla un bosque de segundo crecimiento.

Los bosques secundarios son muy distintos de los bosques primarios intervenidos en cuanto a su composición florística y estructura; por lo menos durante los primeros 30 a 75 años, dependiendo de la intensidad de uso que tuvieron antes del abandono (Whitmore 1998, citado por Louman, 2002).

Para Whitmore 1998 y Finegan 1992, citados por Louman 2002, en las primeras fases o estadíos susecionales estos ecosistemas son dominados por especies heliófitas y muestran una estructura muy coetánea, no obstante, puede resultar que, por el origen, por condiciones específicas de los suelos o por naturaleza de su formación, pueden diferir en uno o varios elementos relativos a su composición y estructura florística.

Colán (1998), citado por Louman (2002), explica que los bosques secundarios ocurren con frecuencia en fragmentos de pocas hectáreas, que incluyen muy comúnmente árboles remantes de especies aprovechables y que forman parte de unidades agrícolas o bien donde la actividad principal es de índole agropecuaria.

Esta condición está muy extendida por la región Pacífico Norte de nuestro país, ya que muchas de las áreas boscosas remanentes se concentran como franjas angostas en las riberas de los ríos, debido a la alta deforestación de la que fue objeto en general la provincia de Guanacaste, para dar paso a cultivos agrícolas extensivos o bien a la ganaderia. (Obando, 2003).

Adicionalmente, los bosques riparios constituyen un corredor de uso fundamental para el desplazamiento y protección de la fauna, siendo también una fuente primordial para la alimentación de varios grupos faunísticos que los visitan o permanecen diariamente en ellos.

En el siguiente apartado, se generará una descripción general sobre los elementos caracteristicos de los bosques presentes en el área de proyecto (AP) del Sistema Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras (PAACUME); por lo tanto, se van a presentar los principales resultados cuantitativos que permiten describir la estructura horizontal y vertical de los ecosistemas boscosos existentes.



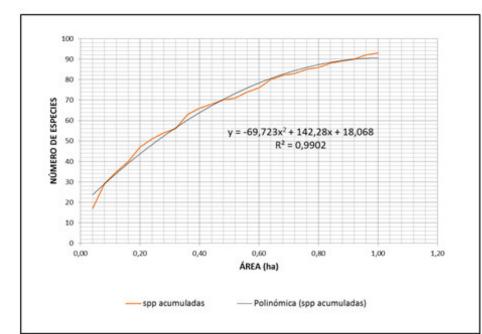


Desarrollador

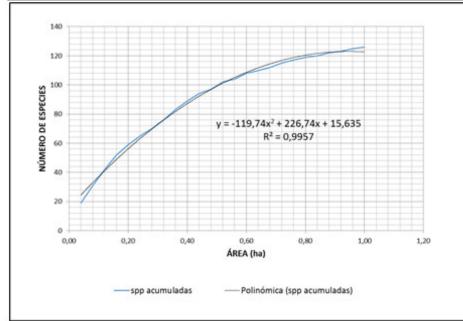
#### **4.1 Estructura Horizontal**

### 4.1.1 La curva "Especie/Área"

En la Figura 4, se presenta a continuación la representación gráfica de las 2 curvas "Especie/Área" que se elaboraron a partir de los datos de campo.



#### B. Secundario



B. Maduro (Ripario)





Elaborado por Figura 4.

Desarrollador

Curvas "Especie/Área", elaboradas para los tipos de bosque presentes en el AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.

La utilidad práctica de la técnica de la curva "Especie/Área", es precisamente, la certeza matemática de que existe una buena representatividad en los datos para describir con ellos las características de los bosques; además, contribuye a economizar recursos, ya que el muestrear más de lo necesario significaría en algunos casos un elevado costo, tanto en tiempo como en inversión económica, ya que el trabajo de campo de un inventario forestal es normalmente "caro" por los insumos que involucran (personal técnico, alimentación, transporte, etc) y puede verse limitado por factores secundarios como acceso a los sitios, estacionalidad, condiciones meterorológicas adversas, etc.

Para cada uno de los dos gráficos (uno por cada tipo de bosque), se muestra una ecuación "y", con su respectivo R2, así como una línea de mejor ajuste desarrollada por el programa EXCEL que refleja la tendencia de las especies acumuladas en cada sitio.

Ahora bien, utilizando el criterio de la "primera derivada", se puede obtener el punto de inflexión, en el cual nos indicaría para cada tipo de bosque el área máxima donde teóricamente se dejarían de muestrearse nuevas especies; esto es donde la pendiente de la curva es 0, también, si se despeja el valor "x", se obtiene el punto de inflexión mismo que corresponde al área en el cual al sustituirlo dentro de la ecuación original permite obtener el número de "especies esperadas" para "un área mínima de muestreo".

De acuerdo a los resultados obtenidos, el área mínima de muestreo para los tipos de bosque encontrados en el área de proyecto (AP) del "Sistema Abastecimiento de Agua para la Cuenca media del río Tempisque y Comunidades Costeras", se muestran en el cuadro 4, así mismo, se presenta aquí la estimación de "especies esperadas" basado en el ajuste de la tendencia de especies acumuladas en el muestreo de cada tipo de bosque.

### > Cuadro 4. Resultados uso de la técnica Especie/Área.

Tipo de bosque	Ecuación curva (SPP/área)	R²	Área mínima de muestreo (ha)	Especies Esperadas	Especies Muestreadas
Bosque Secundario	y= -69,723x <sup>2</sup> + 142,28x + 18,068	0,9902	1,02	91	94
Bosque Maduro (Ripario)	y= -119,74x² + 226,74x + 15,635	0,9957	0,95	123	126

Fuente: Datos de campo inventario forestal, utilizando datos de las primeras 25 parcelas muestreadas en cada tipo de bosque.

El bosque maduro (ripario) presentó el mejor ajuste en la tendencia de la curva (R<sup>2</sup> más





Elaborado por Desarrollador

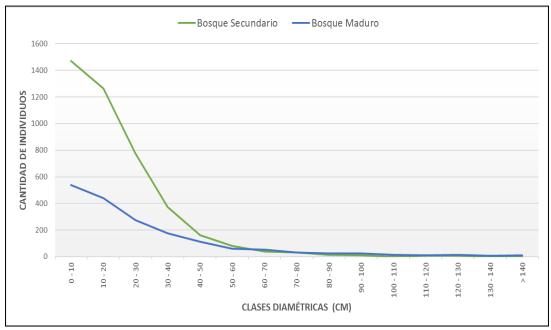
cercano a 1), además comparando los resultados con respecto a otro tipo de bosque (secundario), presenta un mayor número de especies esperadas, aunque con un "menor esfuerzo de muestreo" (un mínimo de 0,95 ha).

El bosque secundario es comparativamente el de menor diversidad florística, ya que tendría acumuladas apenas unas 91 especies, luego de un esfuerzo de muestreo ligeramente superior a la hectárea.

En ambos casos, se superó ligeramente el número de especies esperadas, esto viene a confirmar que se llegó a valor muy cercano a la representatividad real de cada ecosistema.

#### 4.1.2. Distribución diamétrica por tipos de bosque y sectores del AP

En la figura 5, mostrada a continuación; tenemos la comparación de resultados acerca de la distribución dimétrica de individuos arbóreos por cada uno de los 2 tipos de bosque representados en el AP del PAACUME.



**Figura 5.** Distribución diamétrica de la cantidad de individuos por tipo de bosque, en el AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016

Como se puede apreciar, la tendencia de la distribución de los individuos muestreados es normal, ya que se representa como una "jota invertida" (distribución típica de bosques tropicales, mostrándose una amplia disminución del número de individuos conforme se aumenta el diámetro de los mismos) (Lamprecth, 1990).

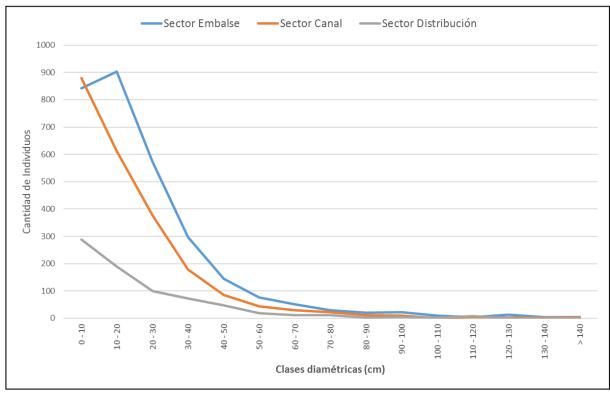
Podemos decir que el crecimiento y estado actual los bosques analizados reflejan una aparente normalidad, y se observa cómo el bosque secundario suele presentar más marcada dicha tendencia, la cual se relaciona lógicamente, con su estado sucesional más temprano.





Elaborado por Desarrollador

Para la figura 6, tenemos la gráfica que muestra la comparación de resultados acerca de la distribución dimétrica de los individuos arbóreos inventariados por cada "sector de obras" representado en el AP del proyecto.



**Figura 6.** Distribución diamétrica de la cantidad de individuos muestreados por sectores de obra, en el AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.

Como puede apreciarse, la tendencia de la distribución de los individuos muestreados es aparentemente normal, ya que igualmente se representa como una "jota invertida" (distribución típica de bosques tropicales, mostrando una amplia disminución del número de individuos conforme se aumenta el diámetro de los mismos); sin embargo, hay una pequeña diferencia en cuanto al inventario realizado en el sector de embalse, esto es con respecto a la primera clase diamétrica; donde se da un ligero crecimiento del número de individuos hacia la segunda clase diamétrica, para luego continuar un comportamiento normal de la curva.

Creemos que esta pequeña anomalía mostrada por los datos de la primera clase diamétrica (en referencia al sector de Embalse), podría ser el reflejo de uno de los eventos observado en varias fincas del sector de embalse, se trata de la existencia de quemas o fuegos periódicos (ocurrencia durante la época seca). Incluso en la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB), se presentaron extensiones de bosque donde han tenido ocurrencia de fuegos periódicos que tienden a afectar en mayor cuantía el sotobosque de los mismos.

Podemos concluir que para los 2 tipos de bosque y para los diferentes sectores del AP, más del 50% de los individuos arbóreos muestreados están en las clases diamétricas inferiores





Elaborado por Desarrollador

a 40 cm; lo cual refleja su permancia en estadíos tempranos o intermedios de la sucesión natural.

No obstante, a pesar de encontrarse dichos bosques en estadíos sucesionales tempranos y/o intermedios de desarrollo, también es típico encontrar que existen algunos individuos árboreos de gran tamaño, probablemente remanentes de los bosques originales, dichos individuos se manifiestan por presentar 100 o más centímetros diamétricos.

4.1.3. Valores dasométricos promedio por tipo de bosque y sectores del AP.

El inventario forestal por muestreo simple, tomó como base una población constituida por la totalidad de la cobertura boscosa dentro del área de proyecto (AP) y estimada en unas 859 hectáreas.

Sobre esta base se consideró una intensidad de muestreo del 1,12% por lo que se distribuyeron 240 parcelas de 400 m2 cada una. Los resultados dasométricos preliminares se muestran resumidos en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Resultados de valores dasométricos promedio, obtenidos por tipos de bosque y por sectores en AP del PAACUME.

ltem	n (parcelas)	Densidad (N/ha)	DAP (cm)	Ht (m)
Bosque Secundario	168	632	18,2	6,3
Bosque Maduro-Ripario	72	618	26,3	7,5
Sector Embalse	118	633	22,2	7,2
Sector Canal	88	643	18,2	6,1
Sector Distribución	34	568	21,6	6,4
Todo el inventario	240	628	20,6	6,7

En el cuadro 5, se presentan los resultados de los principales valores promedio obtenidos con el muestreo forestal, el % de error corresponde a la estimación de la variable área basal por hectárea.

A excepción del sector de distribución, todos los tipos de bosque presentes y demás sectores del AP presentaron estimaciones confiables de la variable estimada, con valores de error de muestreo menores al 15%.

La densidad arbórea oscila entre los 568 y 643 individuos por hectárea, siendo el ecosistema de bosque secundario y el sector Canal Oeste, los que presentaron mayor cantidad de individuos por hectárea con 632 y 643, respectivamente.

Para los tipos de bosque representados en el AP del proyecto, se tuvieron errores de muestreo por debajo del 10%, el bosque secundario es el ecosistema de mayor presencia en el AP y a excepción de la densidad arbórea, fue el ecosistema con los valores promedio más bajos: el diámetro a la altura del pecho (DAP) con un valor de 18,2 cm y la altura total





aborado por Desarrollador

con 6,3 metros. Le siguieron en densidad arbórea (618 individuos por hectárea) y con los valores máximos de DAP (26,3 cm) y altura total (7,5 metros) el bosque maduro-ripario.

El sector de Embalse, presentó valores promedio comparativamente mayores a los obtenidos en el sector de Canal Oeste. Pareciera comprobar que el sector de Embalse refleja una mayor presencia de bosque maduro-ripario, y que, en consecuencia, está en mejores condiciones sucesionales por tener bosques de crecimiento más tardío.

El sector de Canal Oeste, registró valores promedio bajos de DAP (18,2 cm) y de altura total (6,1 metros), con una densidad (643 individuos por hectárea) relativamente alta; lo cual pareciera demostrar mayor presencia de bosque secundario, y en consecuencia presenta una condición sucesional más incipiente respecto al sector de Embalse; es decir, el Canal Oeste tiene áreas ambientamente más alteradas o bien menos conservadas.

Considerando todo el muestreo forestal, se registró un DAP promedio de 20,6 cm, una altura promedio de 6,7 metros y una densidad promedio de 628 individuos por hectárea.

#### 4.1.4. Área basal y Volumen total por tipo de bosque y sectores del AP.

En el cuadro 6, que se presenta a continuación, observamos los resultados de los valores obtenidos de Área basal y de Volumen total promedios por hectárea, para los ecosistemas y sectores representados en el AP del proyecto.

Cuadro 6. Resultados de valores dasométricos promedio, obtenidos por tipos de bosque y por sectores en AP del PAACUME.

ltem	Área Basal (m²/ha)	Desv. Est.	Volumen (m³/ha)	Desv. Est.	% Error
Bosque Secundario	28,75	± 12,5	109,82	± 65,53	6,58
Bosque Maduro-Ripario	65,07	± 20,5	301,64	± 134,11	7,43
Sector Embalse	44,12	± 22,82	198,08	± 139,02	9,43
Sector Canal	34,10	± 20,91	134,27	± 105,57	13,08
Sector Distribución	38,45	± 22,99	146,43	± 106,68	20,95
Todo el inventario	39,64	± 22,64	167,37	± 127,00	7,23

Fuente: Inventario forestal por muestreo, en AP del PAACUME. oct – dic. 2016.

Considerando todo el muestreo forestal, se registró un área basal promedio de **39,64** m²/ha y un volumen total promedio de **167,37** m³/ha.

En los resultados del muestreo forestal, se obtuvieron valores relativamente altos de área basal y volumen total promedio, siendo comparables solo en algunos casos de estudios previos, con valores reportados para el bosque secundario tardío (50 años) en la zona de vida bosque seco tropical piso basal (Spitler, 2001) citado por





Elaborado por

Desarrollador

Quesada, R, (2012); y en otro caso referido al bosque secundario intermedio (mayor de 20 años) en la zona de vida bosque húmedo tropical piso basal (Quesada, 2005); que mencionan valores de 28,4 y 25,8 m2/ha, respectivamente.

Por otro lado, en bosques secundarios de la zona norte de Costa Rica, Finegan y Guillén, (1992) citados por (Vilchez et al, 2001) encontraron que el área basal máxima estaba entre 17-27 m2/ha a los 12 años de edad; entre 8,5-26,8 m2/ha a los 15 años; entre 20,9-27,4 m2/ha a los 20 años; entre 17,4-25 a los 25 años.

Por su parte, Lamprecht (1990), señala que, para bosques de tierras bajas, los valores de área basal total tienden a oscilar entre 30 y 40 m2/ha.

Los altos valores de área basal son favorecidos por la permanencia de árboles remanentes en el sitio. Según Guariguata, et al, (1997), citado por Vilchez, et ál (2001), cerca del 15% en el área basal de bosques secundarios corresponde a individuos remanentes que se dejaron cuando se eliminó la cobertura vegetal.

Lo anterior, explicaría las diferencias relativas de área basal entre los tipos de bosque y naturalmente, entre el volumen total obtenido por hectárea. Nótese que las diferencias de los valores de área basal y de volumen son más estrechas entre sectores de posible afectación en el AP que por coberturas boscosas.

Igualmente, se repite la tendencia observada con con los valores dasométricos primarios (DAP, altura, densidad); donde se observa una similitud de valores de área basal y de volumen total por hectárea, entre el bosque deciduo y los promedios obtenidos para todo el muestreo.

Por otra parte, se confirma que de acuerdo a los valores de área basal y de volumen total, el sector de Embalse está en mejores condiciones sucesionales por tener bosques de crecimiento más tardío; no así el sector del Canal Oeste, donde se presentaron los valores comparativamente más bajos de área basal y de volumen total por hectárea, es decir, que aquí se concentraron buena parte del ecosistema secundario.

En la Figura 7 que se presenta a continuación, se muestra una gráfica con la distribución diamétrica del área basal acumulada en cada clase y comparando los tres tipos de bosque en el AP. Puede observarse como la tendencia de los datos por encima de la clase 40-50 cm es normal, no así en las primeras tres clases diamétricas, donde hay una evidente anomalía producto de una inusual concentración de área basal acumulada en el bosque secundario, luego en las clases diamétricas mayores se tiende a establecer un orden lógico con el bosque ripario, el bosque deciduo y el bosque secundario, respectivamente.

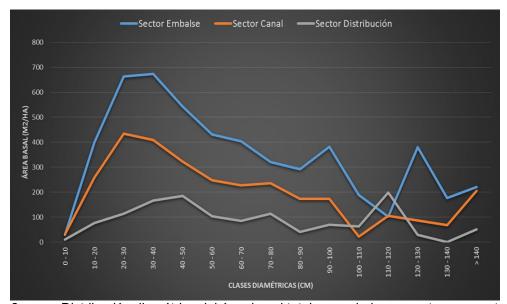






**Figura 7.** Distribución diamétrica del área basal total acumulada por tipo de bosque, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.

A continuación, en la Figura 8, se muestra la gráfica elaborada sobre la distribución diamétrica del área basal acumulada en cada clase y comparando así mismo, los sectores muestreados en el AP.



**Figura 8**. Distribución diamétrica del área basal total acumulada por sectores muestreados, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.

Como se muestra en el gráfico anterior, el área basal acumulada por clase diamétrica tiende a ser mayor en las clases diamétricas menores hasta un límite cercano a la clase 30-40 cm, posteriormente la tendencia de las curvas es a normalizarse en un orden previsto que





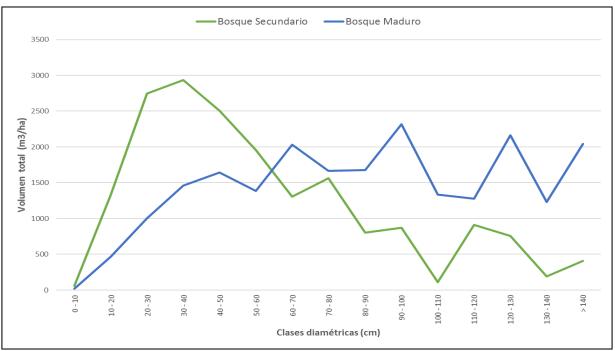
Desarrollador

orado por

sería: primero el sector Embalse, segundo a sector Canal Oeste y tercero el sector Distribución.

En las siguientes 2 Figuras, se presentan la distribución diamétrica del volumen acumulado total por tipos de bosque (Figura 9) y la distribución diamétrica del volumen por sectores muestreados en el AP (Figura 10).

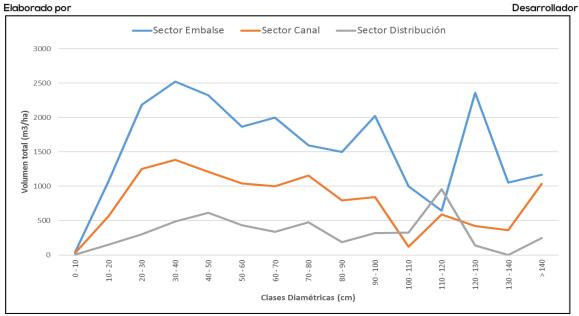
A excepción de las primeras clases diamétricas donde existen marcadas diferencias entre las tendencias de las curvas, es por sobre las clases de 60 cm y mayores, que se nota una tendencia a la normalidad de las curvas, es decir, mayor cercanía entre los valores registrados. En todos los casos, el bosque ripario y el sector Embalse dominan los valores obtenidos de los diferentes parámetros dasométricos (área basal y volumen por hectárea).



**Figura 9.** Distribución diamétrica del volumen total acumulado por tipo de bosque, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.







**Figura 10.** Distribución diamétrica del volumen total acumulado por sector muestreado, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.

Puede observarse, como existe una misma tendencia de los datos de los gráficos anteriores relacionados a la variable de área basal, ya que el volumen se trata de una variable derivada. Se tiene entonces, un comportamiento relativamente normal por encima de la clase 40-50 cm, no así en las primeras tres clases diamétricas, donde hay una inusual concentración de volumen acumulado producto de un gran número de individuos existentes en clases menores especialmente para el bosque secundario. En cuanto a la distribución diamétrica del volumen acumulado total por los sectores muestreados, existe un orden que no cambia: primero sector Embalse, segundo el Canal Oeste y tercero el sector Distribución.

Como anteriormente mencionamos, en el caso de las primeras clases diamétricas existen marcadas diferencias entre las tendencias de las curvas, pero sobre las clases de 60 cm y mayores, se nota una tendencia a la normalidad de las curvas, es decir, una mayor cercanía entre los valores registrados. En todos los casos, el bosque ripario y el sector Embalse siguen dominando los valores obtenidos de los diferentes parámetros dasométricos (área basal y volumen por hectárea).

#### 4.1.5. Biomasa vegetal aérea y Carbono fijado por tipo de bosque y sectores del AP.

Con respecto al tipo de bosque y al sector muestreado, se realizó una estimación de los contenidos de biomasa vegetal aérea y de carbono total fijado (ambos en Mg/ha) con la utilización de fórmulas alométricas de uso aceptado para el bosque seco. En el cuadro 7, se resume los valores promedio de la estimación realizada.





Elaborado por Desarrollador

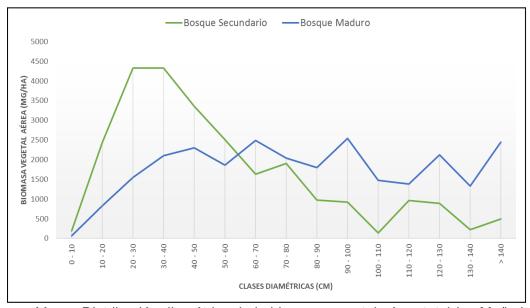
Cuadro 7. Estimación de valores promedio de Biomasa vegetal aérea y de Carbono fijado, obtenidos para tipos de bosque y para sectores en AP del Proyecto.

ltem	B total (Mg/ha)	Desv. Est.	C total (Mg/ha)	Desv. Est.
Bosque Secundario	122,92	± 69,7	58,69	± 25,64
Bosque Maduro-Ripario	337,81	± 129,8	87,73	± 35,7
Sector Embalse	211,26	± 138,17	73,17	± 30,03
Sector Canal	159,63	± 128,08	61,18	± 31,68
Sector Distribución	176,40	± 123,76	63,49	± 35,22
Todo el inventario	187,39	± 134,73	67,40	± 31,93

Fuente: Inventario forestal por muestreo, en AP del PAACUME. oct – dic. 2016.

Considerando todo el muestreo forestal, se registró una Biomasa total promedio de 187,39 Mg/ha, y un Carbono total fijado promedio de 67,40 Mg/ha.

A continuación, se presenta la Figura 11, donde se muestra la distribución diamétrica de valores estimados de biomasa vegetal aérea comparando los tipos de bosque muestreados en el AP del proyecto.

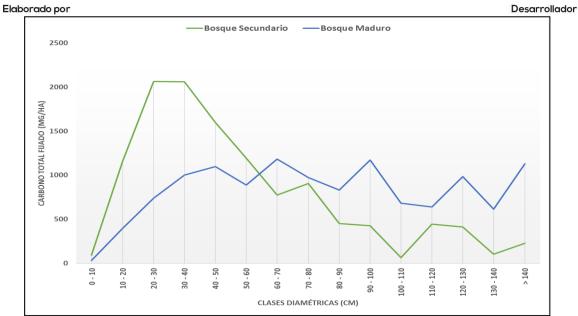


**Figura 11**. Distribución diamétrica de la biomasa vegetal aérea total (en Mg/ha) por tipo de bosque, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.

Igualmente, la siguiente Figura 12, presenta la distribución diamétrica de valores estimados de Carbono fijado por tipo de ecosistema en el AP del proyecto.

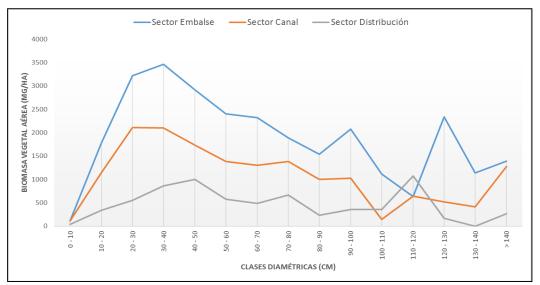






**Figura 12.** Distribución diamétrica del carbono total fijado (en Mg/ha) por tipo de bosque, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.

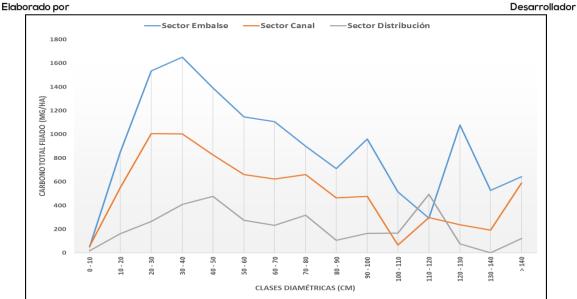
En las siguientes 2 Figuras, se presentan la distribución diamétrica de la Biomasa vegetal aérea por sectores muestreados en el AP (Figura 13) y la distribución diamétrica del Carbono fijado por sectores muestreados en el AP (Figura 14).



**Figura 13.** Distribución diamétrica de la biomasa vegetal aérea total por sector muestreado, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.







**Figura 14.** Distribución diamétrica del carbono total fijado por sector muestreado, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.

Puede observarse, como existe una tendencia similar a los gráficos anteriores relacionados a la variable de área basal y/o volumen, ya que las variables de biomasa y carbono fijado son igualmente derivadas de valores de área basal o de volumen obtenidos.

Se tiene entonces, un comportamiento relativamente normal ya que en las primeras tres clases diamétricas hay un crecimiento mayor producto de un gran número de individuos existentes en las clases menores especialmente para el bosque secundario; siendo relativamente mayor la acumulación de biomasa vegetal aérea, así mismo, la fijación de carbono fijado es relativamente mayor en este mismo sector de la curva.

En cuanto a la distribución diamétrica de la biomasa vegetal aérea y de carbono fijado por los sectores muestreados en el AP del proyecto, existe un orden o tendencia que no cambia: primero sector Embalse, segundo el Canal Oeste y tercero el sector Distribución.

Es natural la tendencia observada en estos gráficos, ya que la biomasa y carbono fijado suele acumularse principalmente en los individuos más jóvenes, las primeras clases diamétricas muestran acumulados mayores que en las clases diamétricas mayores.

#### 4.1.6. Índice del Valor de Importancia Ecológico (IVI), Dominancia y Abundancia relativas de las especies en el AP.

El índice del valor de importancia ecológico conocido como IVI, da a conocer el peso ecológico de una determinada especie, este a su vez es compuesto por los valores relativos de frecuencia, abundancia y dominancia, de esta manera viene a poner de manifiesto la distribución de los recursos disponibles dentro del ecosistema y de cómo los aprovechan las especies que lo integran. A mayores valores corresponde un mayor peso ecológico y, por tanto, una mayor concentración de recursos que les hacen ser especies más exitosas.



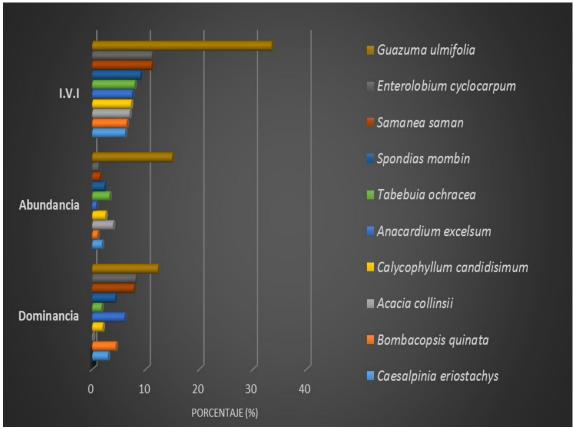


Elaborado por Desarrollador

A continuación, en la Figura 15, se presenta la comparación gráfica de los valores obtenidos de IVI, abundancia y dominancia de las 10 principales especies del inventario forestal total.

En primer término, destaca la alta abundancia y dominancia que presenta el guácimo ternero (Guazuma ulmifolia) que se ve reflejado en un altísimo valor de IVI, incluso domina también, si se compara su valor ecológico por sectores del AP; las siguientes especies ecológicamente más relevantes, son el guanacaste (Enterolobium cyclocarpum) y el cenízaro (Samanea saman) que son especies arbóreas que a diferencia del guácimo suelen tener individuos de grandes dimensiones incluso frecuentemente superan los 100 cm diamétricos (mayor dominancia) antes que mayores valores de abundancia.

Seguidamente en orden de importancia aparecen 2 especies que ecológicamente suelen ser más abundantes que dominantes: el jobo (Spondias mombin) y la corteza amarilla (Tabebuia ochracea), incluso mantienen sus posiciones al comparar su ubicación en los inventarios por sectores del AP, lo que hace catalogarlas como especies muy constantes en los ecosistemas presentes en el AP.



**Figura 15.** Valores de I.V.I., abundancia y dominancia relativas de las 10 principales especies florísticas de todo el muestreo, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.





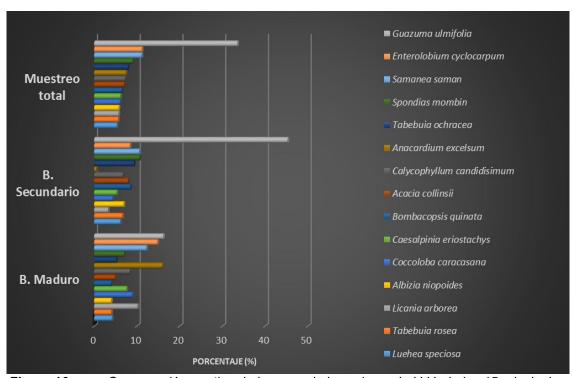
Elaborado por Desarrollador

Continuando con la posición que ocuparon en la lista de las especies más relevantes del muestreo forestal, aparecen dos especies muy características de los ecosistemas riparios como son: el espavel (Anacardium excelsum) y el madroño (Calycophyllum candidisimum).

En la octava posición de las especies más relevantes, se ubicó la segunda especie más "abundante" pero también la menos "dominante" de todas, nos referimos al cornizuelo (Acacia collinsii).

El pochote (Bombacopsis quinata) y el sahino (Caesalpinia eriostachys), cierra la lista de diez especies florísticas ecológicamente más relevantes para la generalidad del muestreo forestal realizado en el AP, ambas son ligeramente más dominantes que abundantes.

De las 10 especies ecológicamente más relevantes del muestreo, hay que mencionar que 8 (guanacaste, cenízaro, jobo, corteza amarilla, espavel, madroño, pochote y sahino), son especies maderables que por la dureza y calidad general de su madera presentan un atractivo comercial para el aprovechamiento forestal. En este muestreo forestal se registraron otras 182 especies que no se muestran en el anterior gráfico, ya que sus abundancias y dominancias las posicionan por debajo en la lista. En la figura 16, se presenta una comparación del IVI de las 15 principales especies del muestreo total versus valores de IVI obtenidos para los 2 tipos de bosque presentes en el AP del PAACUME.



**Figura 16.** Comparación por tipo de bosque, de los valores de I.V.I. de las 15 principales especies florísticas, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.





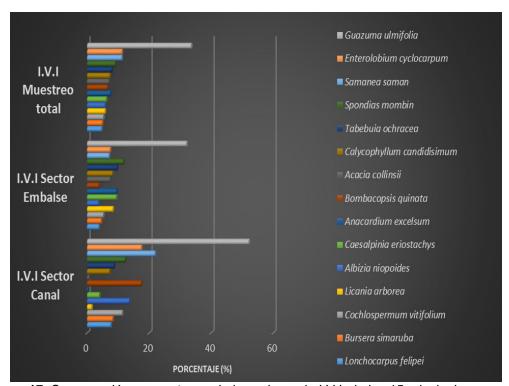
Elaborado por Desarrollador

El valor de IVI de las primeras 15 especies más relevantes en el muestreo total, y su comparación con los valores de IVI respecto de los tipos de bosque presentes en el AP del PAACUME ofrece resultados muy interesantes.

Hay una marcada relevancia ecológica del **guácimo ternero** (Guazuma ulmifolia) considerando la totalidad del muestreo y principalmente en el bosque secundario, no así tratándose del bosque maduro; donde su valor ecológico merma considerablemente y se hace casi equivalente a los valores obtenidos por otras especies dominantes del bosque maduro o bien ripario como son: el **espavel** (Anacardium excelsum), el **Guanacaste** (Enterolobium cyclocarpum) y el **cenízaro** (Samanea saman), el **alcornoque** (Licania arborea), el **papaturro** (Coccoloba caracasana), el **madroño** (Calycophyllum candidissimum), el **sahíno** (Caesalpinia eryostachys), y el **jobo** (Spondias mombin).

En el bosque maduro o ripario, presentaron una menor relevancia ecológica especies como corteza amarilla (Tabebuia ochracea), cornizuelo (Acacia collinsii), pochote (Bombacopsis quinata), Guanacaste blanco (Albizia niopoides), roble sabana (Tabebuia rosea) y el guácimo molenillo (Luehea speciosa).

En el bosque secundario por su parte, a excepción del **guácimo ternero** (Guazuma ulmifolia), destaca la homogeneidad y relativa estrechez en los valores de IVI de las diferentes especies dominantes, y por otra parte, se observa una mayor relevancia en especies usualmente más demandantes de luz como por ejemplo:



**Figura 17**. Comparación por sectores, de los valores de I.V.I. de las 15 principales especies florísticas, en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct. – dic. 2016.





Elaborado por Desarrollado

Debimos incorporar otras especies que se vieron representadas y "bien posicionadas" por sectores de obras en el AP, inclusive mejor que considerando la totalidad del muestreo forestal.

El gráfico de la figura 17 las incluye, estas son: el guanacaste blanco (Albizia niopoides), el alcornoque (Licania arborea), el poro-poro (Cochlospermum vitifolium), el indio desnudo (Bursera simaruba), y el chaperno (Lonchocarpus felipei).

En el sector Embalse, el guácimo ternero (Guazuma ulmifolia) sigue siendo la especie más relevante desde el punto de vista ecológico, sin embargo, algunas especies terminaron ubicándose como relevantes, por ejemplo: el jobo, la corteza amarilla, el espavel, el sahino, y el alcornoque; dichas especies estuvieron mejor ubicadas que el guanacaste y el cenízaro; finalmente aparecen, aunque con una menor importancia relativa el poro-poro, el guanacaste blanco, y el chaperno.

Por otro lado, si se toma en cuenta úicamente el sector de canal oeste, adquieren mayor relevancia ecológica además del guácimo ternero, el cenízaro en segundo lugar, siguiendo luego en orden de relevancia el guanacaste, el pochote, el guanacaste blanco, el jobo, la corteza amarilla, el indio desnudo y el chaperno; finalmente, el alcornoque, el espavel y el cornizuelo son las especies que presentan la menor importancia relativa de las 15 primeras destacadas.

Otro hecho llamativo, es que el cornizuelo (Acacia collinsii) está bien representado en el sector de embalse donde ocupa la quinta posición de 15 especies relevantes; no así, en el sector del canal oeste donde ocupa la 15 posición de estas mismas especies mencionadas.

#### 4.2 Estructura Vertical.

En términos de estructura vertical, los bosques secundarios y maduros presentes en el AP del PAACUME tienen respectivamente, 2 y 3 estratos distinguibles.

En el bosque maduro (ripario), el dosel o estrato superior suele ser de mediana densidad y puede superar los 12 - 15 metros de altura; en este tipo de bosque son abundantes las lianas y los bejucos; así mismo, los fustes de los árboles son cortos, gruesos y retorcidos, algunos con cortezas exfoliantes, la mayoría de especies arbóreas carecen de gambas o aletones. El subdosel, en un rango de 7-12 metros de altura suele tener pocos individuos. El sotobosque con una altura no superior a los 2-3 metros, puede presentar una baja densidad de especies donde predominan los individuos en categorías de brinzales y latizales de regeneración natural de los árboles del dosel.

La hojarasca en descomposición sobre el piso del bosque es una característica distintiva de estos ecosistemas, pues el dosel presenta una cantidad importante de especies semidecíduas y muchas son caducifolias en época seca por lo que cambian el follaje constantemente entre los cambios estacionales de la época seca y lluviosa.





laborado por Desarrollador

El bosque secundario, difiere del bosque maduro o ripario en la presencia del estrato medio y en el hecho de que el sotobosque suele ser relativamente más denso por tener una mayor apertura a la entrada de luz. La altura del dosel ronda el rango de 7-12 metros, el sotobosque de apariencia marañoso presenta una altura de 1-2 metros.

Es importante mencionar que, dentro de todas las variables medibles dentro de un bosque, la altura es la variable que puede tener un mayor error en su medición, ya que en muchos casos corresponde a una estimación arbitraria del observador que toma el dato.

Así mismo, cualquier cambio en la persona que realiza la medición es una fuente muy importante de error pues la estimación o medición de esta variable es condicionada por los factores muy diversos propios del observador o bien de las condiciones del sitio limitan en parte la correcta estimación, algunas de las principales condiciones limitantes están: la pendiente del sitio, la luz dentro del bosque, la densidad de las copas de los árboles, entre otras.

#### 4.2.1 Distribución por altura total.

Para tal propósito se utilizó el sistema de clasificación propuesto por IUFRO, citado por Acosta, L. (1998); donde se establecen tres pisos altitudinales en función de la altura superior del vuelo. De este modo, se tiene el piso superior o dosel (altura >2/3 de la altura superior), piso medio o subdosel (entre 1/3 y 2/3 de la altura superior) y el piso inferior o sotobosque (altura <1/3 de la altura superior).

En el AP del PAACUME, el primer estrato vertical correspondió a un rango de altura no mayor de los 6,99 metros, el estrato medio se ubicó en un rango de 7 a 12,99 metros de altura, mientras que el dosel o estrato superior se ubicó entre los 13 a 18 metros de altura total.

Como se puede apreciar en la figura 18, la tendencia de la distribución de individuos por clases de altura, si se compara el inventario total con la estructura vertical que presenta el bosque maduro; es llamativo el hecho de que el bosque maduro presenta una menor densidad en el sotobosque (42%) respecto de su estrato medio (44%), y también en referencia al sotobosque que presenta la totalidad del inventario forestal (53,1%).

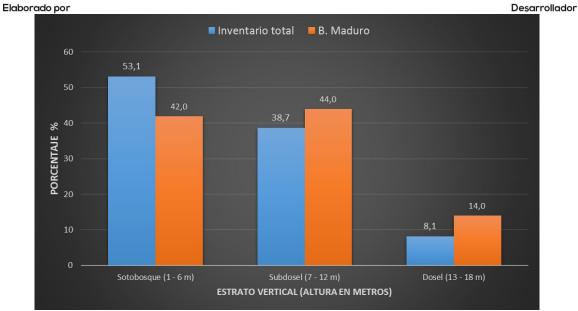
Por otra parte, en el caso del inventario total, se aprecia una marcada ventaja en la densidad de los estratos bajo (53,1%) y medio (38,7%); con respecto al dosel o estrato superior (8,1%).

El bosque maduro, a su vez, se distingue por una mayor representatividad o densidad en los estratos medio (44%) y superior (14%), esto si se compara con el inventario total.

Para el bosque secundario; no se aplica esta metodología pues solamente presentaría 2 estratos altimétricos.







**Figura 18.** Comparación porcentual por estratos verticales, entre el inventario total y el bosque maduro presente en el AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct – dic, 2016.

#### 5. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

En cuanto a la composición florística para el AP del PAACUME, durante un periodo de tres meses de trabajo de campo se registraron y midieron un total de 6017 individuos latizales y fustales, que sumaron 123 géneros y 192 especies pertenecientes a 46 familias botánicas.

En la Figura 19, se muestra el resultado numérico del levantamiento florístico para la totalidad del AP.

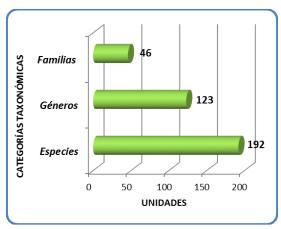


Figura 19. Grupos taxonómicos de los individuos latizales y fustales inventariados en AP del PAACUME. Muestreo forestal, oct – dic, 2016.

#### 5.1. Especies de flora endémica





Elaborado por Desarrollador

En el Cuadro 8, que se muestra a continuación, se reporta la única especie florística "endémica" encontrada durante el inventario de individuos latizales y fustales presentes en el AP del PAACUME.

Cuadro 8. Especie florística "endémica" presente en el AP del PAACUME.

HÁBITO	ESPECIE (Nombre Científico)	NOMBRES COMUNES	FAMILIA BOTÁNICA
Cacto	Stenocereus aragonii	Cardón	Cactaceae

Fuente: (UICN, 2016); (CITES, 2016); Baltodano, J. 2003.

#### 5.2. Especies de flora amenazada

En el AP del PAACUME, se registraron durante el muestreo forestal un total de 15 especies consideradas por tener en Costa Rica algún grado de amenaza en sus poblaciones (sin llegarse a considerar especies en peligro de extinción) de acuerdo a la revisión de listas rojas sobre especies prioritarias para conservación (UICN, 2016) y también, los apéndices I, II y III del Convenio sobre Conservación de Especies de Flora y Fauna (CITES, 2016).

El Cuadro 9, detalla las 15 especies encontradas bajo esta categoría de "especies de flora amenazadas".

Cuadro 9. Listado de especies florísticas con algún grado de amenaza, presentes en el AP de PAACUME.

HÁBITO	ESPECIE (Nombre Científico)	NOMBRES COMUNES	FAMILIA BOTÁNICA
Árbol	Anacardium excelsum	Espavel, rabito	Anacardiaceae
Árbol	Astronium graveolens	Ron-ron	Anacardiaceae
Árbol	Hymenaea courbaril	Guapinol	Fabaceae- caesalpiniodeae
Árbol	Albizia niopoides	Guanacaste blanco, cenizaro macho	Fabaceae- mimosoideae
Árbol	Cedrela odorata	Cedro amargo	Meliaceae
Árbol	Eugenia salamensis var. hiraifolia	Fruta de pava, moridero	Myrtaceae
Árbol	Agonandra macrocarpa	Melón	Opiliaceae
Árbol	Manilkara chicle	Níspero, chicle	Sapotaceae
Árbol	Sideroxylon capiri	Tempisque, Danto amarillo	Sapotaceae
Árbol	Ceiba pentandra	Ceiba	Malvaceae
Árbol	Bursera graveolens	Caraño, caraña	Burseraceae
Árbol	Capparis discolor	Talcacao	Capparidaceae
Árbol	Forchhammeria pallida	Aceituno blanco	Capparidaceae
Árbol	Acosmium panamense	Carboncillo, guayacán, chichipate	Fabaceae- papilionoideae
Cacto	Stenocereus aragonii	Cardón	Cactaceae

Fuente: (UICN, 2016); (CITES, 2016); Baltodano, J. 2003.





Elaborado por Desarrollador

Algunas especies son relativamente frecuentes de encontrar e inclusive algo abundantes en fincas o sectores puntuales del AP muestreado; por ejemplo: el tempisque, el Guanacaste blanco, el níspero, el espavel, la fruta de pava; por otra parte, algunas otras especies mencionadas, si son pocos frecuentes y se observaron muy pocos individuos en las fincas muestreadas, por ejemplo: el aceituno blanco, el talcacao, el caraño, el carboncillo, el melón y el cardón.

El Cuadro 10, detalla el nombre y ubicación geográfica de 19 árboles de especies amenazadas y/o en peligro de extinción encontradas en el AP del PAACUME.

➤ Cuadro 10. Coordenadas de 19 árboles de especies amenazadas o en peligro de extinción, registrados en el muestreo forestal en el AP del PAACUME.

#	Nombre Común	Especie	Estatus	Este	Norte
1	Ron Ron	Astronium graveolens	Amenazado	360500,45	1156801,64
2	Caoba	Swietenia macrophylla	Peligro Extinción/Vedado	361142,70	1155723,54
3	Cocobolo	Dalbergia retusa	Peligro Extinción/Vedado	361193,21	1155865,27
4	Caoba	Swietenia macrophylla	Peligro Extinción/Vedado	361059,45	1156233,53
5	Cocobolo	Dalbergia retusa	Peligro Extinción/Vedado	360837,64	1156432,33
6	Ron Ron	Astronium graveolens	Amenazado	357756,27	1155862,97
7	Ron Ron	Astronium graveolens	Amenazado	357461,96	1155340,91
8	Melón	Agonandra macrocarpa	Amenazado	359582,80	1156492,17
9	Cristobal	Platymiscium parviflorum	Peligro Extinción/Vedado	357711,85	1155606,61
10	Melón	Agonandra macrocarpa	Amenazado	357558,46	1155373,70
11	Cristobal	Platymiscium parviflorum	Peligro Extinción/Vedado	328033,41	1163793,52
12	Melón	Agonandra macrocarpa	Amenazado	357708,61	1155191,43
13	Cocobolo	Dalbergia retusa	Peligro Extinción/Vedado	351994,34	1155410,89
14	Cristobal	Platymiscium parviflorum	Peligro Extinción/Vedado	351911,56	1155489,79
15	Cedro amargo	Cedrela odorata	Amenazado	356727,96	1153092,87
16	Cristobal	Platymiscium parviflorum	Peligro Extinción/Vedado	356650,46	1153127,38
17	Laurel negro	Cordia gerascanthus	Peligro Extinción/Vedado	356638,19	1153125,10
18	Cocobolo	Dalbergia retusa	Peligro Extinción/Vedado	357730,26	1155317,35
19	Ron Ron	Astronium graveolens	Amenazado	360559,66	1159692,76

Nota: Coordenadas geográficas en el sistema CRCTM05. Muestreo forestal, oct – dic 2016.

En la Figura 20, que se presentan a continuación, se muestran un mapa con la ubicación de los 19 árboles de especies amenazadas y/o en peligro de extinción, encontradas en el AP del PAACUME.





Elaborado por Desarrollador

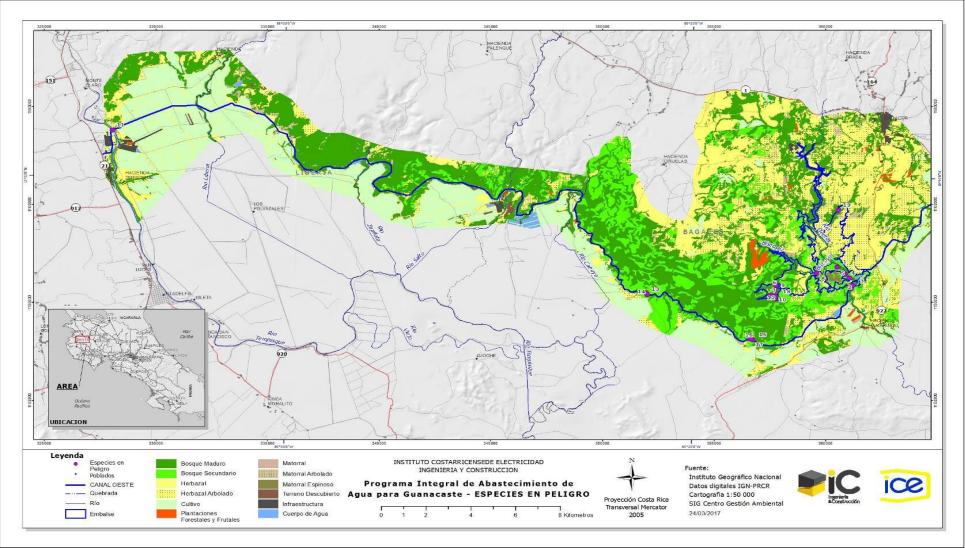


Figura 20 Mapa de ubicación de árboles de especies amenazadas o en peligro de extinción, AP del PAACUME.Oct. – dic. 2016.





Desarrollador

#### 5.3. Especies de flora en peligro de extinción

Para la zona de estudio, se registraron durante el muestreo forestal un total de 5 especies consideradas en "peligro de extinción", todas las 5 especies corresponden al hábito arbóreo y 3 de ellas están legalmente protegidas por el Decreto de veda a su aprovechamiento forestal (Decreto Ejecutivo # 25700-MINAE), estas son: laurel negro, Cristóbal y Caoba.

El Cuadro 11, detalla las 5 especies arbóreas en categoría de especies de "flora en peligro de extinción", muestreadas en el AP del PAACUME.

Cuadro 11. Listado de especies florísticas en peligro de extinción presentes en el AP del PAACUME.

HÁBITO	ESPECIE (Nombre Científico)	NOMBRES COMUNES	FAMILIA BOTÁNICA
Árbol	Cordia gerascanthus	Laurel negro	Boraginaceae
Árbol	Dalbergia retusa	Cocobolo	Fabaceae-papilionoideae
Árbol	Lonchocarpus phaseolifolius	Chaperno	Fabaceae-papilionoideae
Árbol	Platymiscium parviflorum	Cristóbal, cachimbo	Fabaceae-papilionoideae
Árbol	Swietenia macrophylla	Caoba	Meliaceae

Fuente: MINAE, 1997; (UICN, 2016); (CITES, 2016); Baltodano, J. 2003.

#### 5.4 Asociaciones Naturales presentes en el AP

En el AP del PAACUME, se reporta la existencia de una "asociación natural" de tipo edáfica, cuya cobertura vegetal es denominada "matorral espinoso".

En el sitio, se realizó un inventario forestal sistemático con arraque aleatorio; se distribuyeron un total de 20 parcelas circulares de 100 m² (2000 m² totales), la separación mínima entre parcelas fue de unos 100 metros lineales.

A continuación, en el Cuadro 12, se muestran los resultados dasométricos preliminares del inventario forestal en dicha cobertura.

➤ **Cuadro 12.** Valores dasométricos promedio estimados para la cobertura "matorral espinoso" (asociación natural) presente en el AP del PAACUME.

Cobertura	DAP (cm)		Densidad (N/ha)	Área Basal (m²/ha)	Volumen (m³/ha)	Btotal (Mg/ha)	Ctotal (Mg/ha)	% Error
Matoral Espinoso	3,9	1,2	2090	7,26	10,03	26,00	12,39	10,86

Fuente: Inventario forestal por muestreo, oct – dic, 2016.





Elaborado por

Desarrollador

Se trata de un ecosistema de 22,03 ha de extensión dominado por especies leñosas achaparradas y en su mayoría espinosas, (ver figura 21) por ejemplo, se registran en el área especies como: el cornizuelo (Acacia collinsii), aromo (acacia farnesiana), abejoncillo (Senna pendula var. grabrata), caraña (Bursera graveolens), jicaro (Crescentia cujete), guácimo ternero (Guazuma ulmifolia), guácharo (Semialarium mexicanum), burriquita (bonellia nervosa), tuna (Opuntia guatemalensis), chirca (Thevetia ovata), pasto jaragua (Hyparrenia rufa), moriseco (Bidens pilosa), y canastilla (calliandra rubescens); adaptadas al crecimiento en suelos "vertisoles" con presencia de arcillas expandibles y además que están sobre una base rocosa de poca profundidad (aproximadamente 20 - 30 cm).

Puede apreciarse en el cuadro 12, los valores promedio de las variables dasométricas más relevantes, las especies que componen esta cobertura apenas promedian en DAP 3,9 cm; la altura del matorral ronda 1,2 metros, la densidad es de 2090 individuos por hectárea; los valores de área basal y volumen son bastante bajos **7,26** m²/ha y **10,03** m³/ha, respectivamente.

La biomasa promedio del matorral espinoso esta en un orden de **26,0** Mg/ha y el carbono total fijado es apenas **12,39** Mg/ha.





**Figura 1.** Fotografías del ecosistema "matorral espinoso", asociación de tipo edáfica presente en el AP del PAACUME. Muestreo Feb. 2017.

En la Figura 22, se presenta el mapa con la ubicación del matorral espinoso y la ubicación de parcelas del inventario forestal preliminar.





Elaborado por Desarrollador

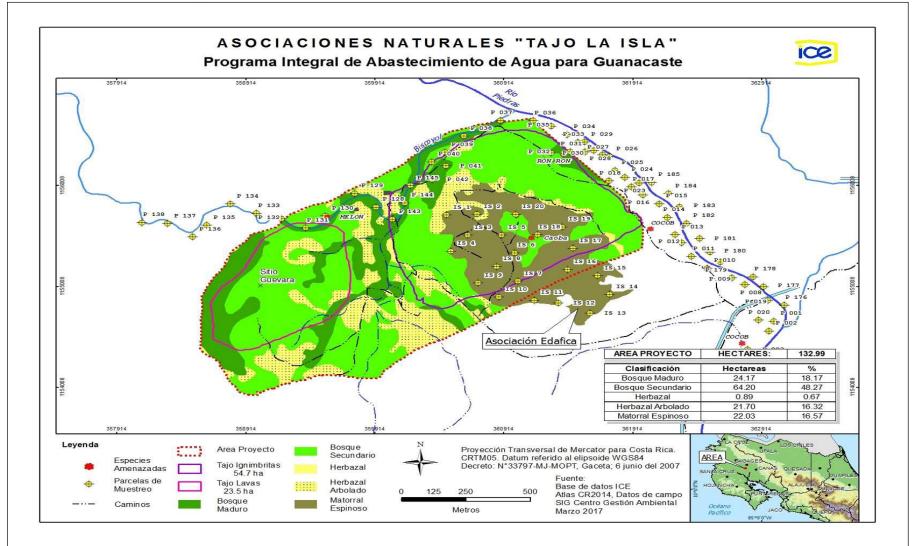


Figura 22. Mapa de ubicación de parcelas en cobertura de matorral espinoso (asociación natural edáfica) presente en AP del PAACUME.Oct. – dic. 2016.





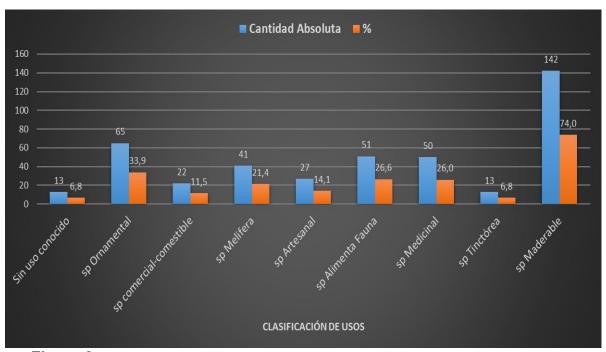
Elaborado por Desarrollador

#### 5.5 Usos potenciales de las especies florísticas presentes en el AP

Para la totalidad de especies e individuos del inventario forestal se realizó una clasificación de usos conocidos (mediante revisión de literatura, conocimiento propio y consulta a expertos).

A continuación, se muestra el resultado de la clasificación usos potenciales de las especies muestreadas en el AP del PAACUME (figura 23). Las especies se clasificaron en al menos ocho usos potenciales generales, pudiendo tener también otros usos menos conocidos o tradicionales.

Al menos 142 del total de especies muestreadas (74%) presentan potencialmente usos maderables, también 65 de las especies florísticas (34%) podrían utilizarse ornamentalmente, otros usos potenciales importantes son: alimentación para la fauna (27%), utilidad medicinal (26%), utilidad como especie melífera (21%), con 51, 50, y 41 especies respectivamente.



**Figura 2.** Resultado de clasificación por uso potencial de las especies, en AP del PAACUME.Oct. – dic. 2016.





Desarrollador

#### 6. CONCLUSIONES

- Para los 2 tipos de bosque (secundario, maduro-ripario) y para los diferentes sectores del AP (embalse, canal, y distribución), más del 50% de los individuos arbóreos muestreados están en las clases diamétricas inferiores a los 40 cm; lo cual refleja su permancia en estadíos tempranos o intermedios de la sucesión natural.
- A pesar de encontrarse estos bosques en estadíos sucesionales tempranos y/o intermedios de desarrollo, es frecuente encontrar que existen algunos individuos arbóreos de gran tamaño, probablemente remanentes de los bosques originales, dichos individuos se manifiestan presentando 100 o más centímetros diamétricos de DAP.
- Se presentaron estimaciones confiables de la variable estimada con valores de error de muestreo menores al 15%, para todos los tipos de bosques y sectores de proyecto; la excepción es el sector distribución donde el muestreo refiere la ubicación de algunos sifones (obras puntuales de paso de ríos o quebradas), donde la cobertura boscosa es limitada y con mucha alteración producto de la acción humana.
- El sector de Embalse, presentó valores promedio comparativamente mayores a los obtenidos en el sector de Canal Oeste. Reflejando, por lo tanto, una mayor presencia de bosque maduro-ripario, creemos que ésta es la razón de que pueda presentar en general una mejor condición, al tratarse de bosques con crecimiento más tardío, esto difere de lo observado en el sector de Canal Oeste, donde la cobertura boscosa es mayoritariamente secundaria.
- El sector de Canal Oeste, registró valores promedio bajos de DAP (18,2 cm) y de altura total (6,1 metros), con una densidad relativamente alta (643 individuos por hectárea); lo cual pareciera demostrar una mayor presencia de bosque secundario, por lo tanto, concentrando áreas ambientamente más alteradas por la actividad humana.
- Tomando en cuenta todo el muestreo forestal, se registró un DAP promedio de 20,6 cm, una altura promedio de 6,7 metros, una densidad promedio de 628 individuos por hectárea, adicionalmente, se registró un área basal promedio de 39,64 m2/ha, y un volumen total promedio de 167,37 m3/ha.
- Considerando la totalidad de la cobertura boscosa que potencialmente afectaría el proyecto (aproximadamente 859 hectáreas), estaríamos hablando de unos 143771 m3 de madera potencialmente afectada.
- Considerando todo el muestreo forestal, se registra una Biomasa total promedio de 187,39 Mg/ha, y con un valor de Carbono total fijado promedio de 67,40 Mg/ha.





Elaborado por Desarrollador

- Considerando la totalidad de cobertura boscosa potencialmente afectada (859 hectáreas) estaríamos hablando de la futura perdida de 160968 Mg de Biomasa vegetal y de 57897 Mg de Carbono total fijado, que dejarían de suplir su actual contribución medioambiental.
- En el sector Embalse, el guácimo ternero es la especie más relevante desde el punto de vista ecológico, sin embargo, algunas especies terminaron ubicándose como especies destacadas, por ejemplo: el jobo, la corteza amarilla, el espavel, el sahino, y el alcornoque; dichas especies estuvieron mejor ubicadas que el guanacaste y el cenízaro; finalmente aparecen también, aunque con una menor importancia relativa: el poro-poro, el guanacaste blanco, y el chaperno.
- Si se toma en cuenta únicamente el sector de canal oeste, adquieren mayor relevancia ecológica además del guácimo ternero, el cenízaro, siguiendo luego en orden de relevancia el guanacaste, el pochote, el guanacaste blanco, el jobo, la corteza amarilla, el indio desnudo y el chaperno; finalmente, el alcornoque, el espavel y el cornizuelo son las especies que presentan la menor importancia relativa comparativa de las 15 primeras especies destacadas.
- La única asociación natural de importancia en el AP, es una asociación de tipo edáfica denominada "matorral espinoso" presente en un área de 22,3 hectáreas del sector de embalse, dicha cobertura vegetal se desarrolla en un área de "zonzoquitle" (suelos vertisoles, con arcillas de tipo expandibles), donde la flora indicadora corresponde a unas pocas especies adaptadas a esta condición, donde mencionamos las siguientes: cornizuelo, abejoncillo, canastilla, jicaro, caraña, guácimo ternero, guácharo, chirca, tuna, y burriquita. La biomasa promedio de esta cobertura está en un orden de 29,1 Mg/ha y el carbono total fijado promedio es apenas un 13,9 Mg/ha.
- En el AP del PAACUME se presentaron, una especie "endémica", unas 15 especies de flora amenazada y unas 5 especies de flora en categoría de peligro de extinción de las cuales 3 especies son árboles que están legalmente protegidos por un decreto ejecutivo de veda.

#### 7. GLOSARIO TÉCNICO

Abundancia: se refiere a la cantidad de individuos de una determinada especie en un sitio o área determinada. La abundancia absoluta es el número de individuos de una especie, y la relativa es proporción porcentual del número de individuos de una especie entre la sumatoria de los individuos de todas las especies.





Elaborado por Desarrollador

- Altura comercial: Se refiere a la longitud maderablemente "aprovechable" del fuste o tronco principal de un árbol, abarca desde el punto de corta hasta la altura de la primera rama gruesa donde se separa de la copa del árbol.
- Árbol: vegetal perenne (que vive más de dos años) de tronco simple y leñoso que ramifica a cierta altura, pero lejos de la base, pudiendo alcanzar almenos 5 metros de altura total, que es fuente de materia prima para los diferentes tipos de industria forestal y que a su vez puede brindar diferentes beneficios ambientales como: secuestro y fijación de carbono, protección de la fauna, producción de oxígeno, etc.
- Arbusto: vegetal perenne leñoso que siempre ramifica cerca de la base, pudiendo alcanzar una altura total inferior a los 3 metros de alto.
- Área de Influencia Directa (AID): es un área físico-geográfica y socio-ecológica inmediatamente adyacente al AP, que por la improcedencia y dificultad para fijar sus límites geográficos (los cuales pueden variar para cada impacto) deberá definirse desde cada tema particular, siendo naturalmente el área que estará expuesta a la influencia directa de los impactos derivados del proyecto, aunque naturalmente con una magnitud, permanencia y transformación diferente al desarrollado en el AP.
- Área de Proyecto (AP): es el área físico-geográfica claramente delimitada, en la que será implementado el proyecto. Esta recibirá o será objeto de las mayores transformaciones o alteraciones (sean éstas positivas o negativas) derivadas de la construcción y funcionamiento del proyecto (v.g. construcción de obras, producción y acumulación de desechos, remoción de vegetación, acondicionamiento de caminos, etc.).
- Bejuco o liana: planta de hábito adepreso y escandente de tallo delgado fibroso que cuelga de las copas de los árboles.
- Cactus: Planta xerófita, terrestre o epífita, normalmente sin hojas, y en la mayoría de de los casos con espinas, que desarrolla uno o varios tallos capaces de fotosintetizar.
- Coetáneo: individuos de la misma edad.
- Bioclima: es cada uno de los tipos de clima que pueden distinguirse atendiendo a los factores que afectan a los seres vivos.
- Biodiversidad: es la variedad biológica y genética de especies presentes en un ecosistema.
- Biofísico: categoría para la descripción y análisis del paisaje geográfico que comprende componentes bióticos, abióticos y las diferentes relaciones entre los mismos.





Elaborado por Desarrollador

- Biomasa vegetal: es el peso (o estimación equivalente) de la materia orgánica de origen vegetal en la cual se ha almacenado la energía solar a través de la fotosíntesis, y que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo. Normalmente es cuantificada en toneladas o megagramos (Mg) por hectárea de peso verde o seco.
- Bosque: es el ecosistema natural o seminatural con un crecimiento denso de árboles que mantienen una cobertura de al menos un 33% del espacio donde se ubica, está conformado por una flora y fauna diversa en constante interrelación, así como de condiciones naturales de suelo y/o culturalmente no alterado. Pero según la definición legal establecida en Costa Rica, de acuerdo con la ley forestal N° 7575 vigente a la fecha, ... "es el ecosistema nativo o autóctono, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales, que ocupa una superficie de 2 o más hectáreas, caracterizada por la presencia de árboles maduros de diferentes edades, especies y porte variado, con uno o más doseles que cubran más del 70% de esa superficie y donde existan más de 60 árboles por hectárea de 15 o más cm de diámetro medido a la altura del pecho (DAP)".
- Bosque ripario o de galería: es un ecosistema de bosque que se establece a lo largo de un curso pluvial, ya que un alto porcentaje de su flora es reófita, presenta síndromes de dispersión por agua o es poco tolerante del déficit hídrico en los suelos, incluso en zonas bajas, suele presentar inundación periódica ocasional. Con frecuencia esa vegetación riparia se estructura de tal manera, que produce el efecto de un corredor de vegetación por el que discurre el cauce que la alimenta.
- Bosques muy intervenidos: generalmente se trata de bosques naturales, de los cuales fue extraída de forma sistemática prácticamente todos los árboles que por su especie y diámetro produjera ganancias.
- Bosque primario: es el ecosistema natural en condición de bosque original que se encuentra en un sitio determinado y que presenta como característica principal etapas maduras de sucesión vegetal donde la estructura y composición florística son el resultado de procesos ecológicos poco o nada intervenidos por la actividad humana. Los bosques primarios "intervenidos" son los ecosistemas boscosos maduros que si recibieron algún grado de intervención humana (aprovechamiento forestal y/o manejo), pero que a pesar de su alteración mantienen relativamente "intactas" sus características estructurales y de composición.
- Bosque secundario: es la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea que conforma un ecosistema de bosque con una sucesión vegetal incipiente o moderadamente reciente, llegándose a desarrollar en los terrenos que fueron abandonados después de que el bosque que originalmente ocupaba ese espacio fuera destruido o severamente intervenido por la actividad humana.
- Bosque deciduo: bosque que pierde totalmente su follaje durante una parte del año. La pérdida de las hojas (caducidad foliar) es una adaptación a la estación desfavorable.





aborado por Desarrollador

- Bosque seco: bosque tropical caducifolio de marcada estacionalidad que presenta hasta seis meses de seguía al año.
- Brinzales: son todos los individuos vegetales leñosos de un sotobosque y cuyo diámetro del tallo medido a la altura del pecho (DAP) es menor a los 4,99 cm e incluye también, a todas las plantas contabilizables del sotobosque que tienen 1.5 metros o menos de altura total.
- Charral o tacotal: es la cobertura vegetal constituida de un matorral denso y árboles aislados que se presenta en un sitio como producto del proceso de regeneración natural del mismo, constituye el estado anterior al bosque secundario, por lo que difiere de éste en su estructura, donde no existe un dosel arbóreo que caracteriza al bosque secundario.
- Clinómetro: Es un hipsómetro o aparato de precisión utilizado en la ciencia dasométrica, para determinar la altura de los árboles en pie (normalmente utiliza operaciones trigonométricas), sirve para tomar directamente datos de ángulos y de pendientes (%).
- Discetáneo: individuos de edades diferentes.
- **Diversidad:** variedad de especies de animales y plantas en un ecosistema.
- **Dominancia:** Se define como las sumas de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. Es determinada por medio del área basal de las especies. La dominancia absoluta es la suma de las áreas basimétricas de una especie expresada en m² y la dominancia relativa es el cociente entre el área basal de una especie entre la suma del área basal de todas las especies.
- **Dosel:** en la estructura vertical de un bosque el dosel es el estrato conformado por el conjunto de las copas de los árboles.
- **Ecosistema:** conjunto o sistema formado por una o más comunidades bióticas (seres vivos), con el medio físico (recursos abióticos) que les rodea y sus diferentes interrelaciones en un sitio que brinda condiciones de permanencia y desarrollo (hábitat).
- Edáfico: relativo o relacionado a las características físicas, químicas, biológicas y ambientales del tipo de suelo o sustrato del sitio en que se encuentra.
- Elementos bióticos del paisaje: se trata del conjunto de elementos naturales en un paisaje compuesto de comunidades vegetales (bosques, selvas, etc.).
- Entorno del proyecto: es aquella parte del medio ambiente que interactúa potencialmente con el proyecto, y, por ende, es la receptora potencial de sus impactos. Resulta de la unión del AP y del AID.





Elaborado por Desarrollador

- Especie amenazada: especie animal o vegetal que podría extinguirse por condiciones naturales (mutaciones o endogamia genética) o por condiciones artificiales (cacería o explotación excesiva, destrucción de hábitat) si no se le protege debidamente y a tiempo. En los países con cierta consciencia ambiental-conservacionista (ya sea a un nivel local y/o regional) se establecen listas de dichas especies con miras a establecer algunos niveles de protección legal ya sean propios o internacionales; en este caso tenemos: las "listas rojas" de organizaciones como la UICN y algunos estudios de científicos y de centros de investigación universitarios.
- Especie disyunta: especie que tienen poblaciones geográficamente aisladas unas de otras.
- Especie endémica: especie cuya distribución en estado silvestre se limita a una o varias regiones dentro del entorno de un único país (en este caso al área costarricense), es decir, especies que solo crecen naturalmente en Costa Rica y no en otro país del mundo.
- **Especie naturalizada:** especies exóticas o introducidas en un hábitat o región geográfica que con el tiempo logran adaptarse, permanecer y coexistir con las especies autóctonas o propias del hábitat o ecosistema.
- Especie indicadora: especies características o sustitutas de una comunidad o ecosistema natural; se utiliza como prueba o medición de la condición de un hábitat o ecosistema particular.
- Especie invasora: especies nativas o autóctonas, o también introducidas o exóticas; que son capaces de establecerse en un sitio o hábitat y lograr con el paso del tiempo un evidente cambio en la dominancia y/o estructura florística del hábitat o ecosistema que invaden.
- Especie en peligro de extinción: aquellas especies que debido a su escasez o por algún otro factor de su biología particular, se encuentran gravemente amenazadas de desaparecer del país y cuya sobrevivencia es poco probable, si los factores causales de su desaparición (entre otros: endogamia genética, deforestación, cacería, introducción de especies exóticas, etc.) continúan actuando sobre ellas. Se incluyen especies cuyo número de individuos se ha reducido a niveles críticos o cuyos hábitats se han visto reducidos de manera drástica.
- Especie con poblaciones restringidas: son aquellas especies que usualmente tienen un área de distribución muy restringida, o sus poblaciones (sumamente escasas) están distribuidas por un amplio territorio, por lo que presentan potencialmente un cierto grado de amenaza futura a su supervivencia, aunque propiamente no se cataloguen en la actualidad como especies amenazadas conviene tomarlas en cuenta.
- Especie vedada: son aquellas especies arbóreas que por la afectación de parámetros como: disminución del hábitat, abundancia, capacidad de regeneración natural y por ofrecer una madera muy utilizada en construcción y otros usos han sido sobreutilizadas





Elaborado por Desarrollador

reduciendo muy aceleradamente las poblaciones existentes; por lo tanto, el Estado costarricense como medida de protección legal prohibió "vía decreto" (mediante el Decreto Ejecutivo N° 25700-MINAE, vigente desde abril de 1996) la explotación y el comercio en Costa Rica de las mismas (en este caso 18 especies forestales); hasta que no se hayan recuperado de tal manera que no exista el riesgo de que las especies se extingan.

- **Epífitas:** plantas que habitan o se desarrollan sobre troncos y copas de árboles sin desarrollar parasitismo, es decir, no se alimenta de los recursos de las plantas de base, sino, que solo las utiliza como soporte, por ejemplo: los líquenes, las orquídeas y las bromelias.
- Estado silvicultural: condición actual de un bosque y/o estado de ejecución de técnicas y tratamientos (manejo) que se aplican para lograr el uso máximo del bosque o bien de una plantación forestal. Las acciones de manejo deben ser técnicamente viables, ecológicamente factibles y económicamente rentables.
- Fisonomía: es un elemento que caracteriza a un ecosistema y tiene influencia de varios factores o procesos, entre ellos: bióticos (fauna asociada, germoplasma, evolución), ambientales (suelo, clima) y físicos (relieve, fragmentación-conectividad). La fisonomía de una cobertura vegetal o ecosistema se ve retratada en general por dos elementos básicos que son: la morfología y la estructura.
- **Frecuencia:** se entiende como tal, la existencia o bien la falta o ausencia de una especie dentro de una parcela, y se expresa como un porcentaje del total de unidades de registro u ocupación.
- Fuste: se refiere al tallo leñoso útil de un árbol también llamado "tronco".
- Fustales: son todos los árboles y las palmas con un diámetro medido a la altura del pecho (DAP) mayor a los 10 cm diamétricos.
- Hábitat: lugar donde habita una especie o comunidad y que le proporciona un conjunto de condiciones medioambientales determinadas y aptas para la vida. Por ejemplo, el hábitat de la lombriz de tierra es el suelo.
- Hierba: es toda planta o vegetal de tallo no leñoso, de permanencia anual o perenne, generalmente menor a los 3 metros de altura; que puede tener un desarrollo de tipo erecto, rastrero, escandente y/o flotante, según sea su adaptación fisiológica para crecer en medios terrestres y/o acuáticos.
- Humedal: son todas las extensiones de marismas, pantanos, lagunas, ríos, y turberas, o superficies cubiertas de agua en general, ya sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, o salobres, incluidas aquí también todas las extensiones de agua "marina" cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 metros.





Elaborado por Desarrollador

- Impacto ambiental: es cualquier cambio o alteración, positivo o negativo, significativo o no significativo, producido como resultado de la interacción entre una o más acciones de un proyecto u obra y uno o más elementos o factores ambientales presentes en el entorno del proyecto.
- Inventario forestal: es la cuantificación y medición del diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial (hc), y la identificación de la especie de aquellos árboles que constituyen un área o ecosistema definido, normalmente un bosque o plantación forestal. El inventario forestal nos permite obtener información importante para tomar decisiones en el manejo forestal y en la silvicultura de los bosques.
- Inventario florístico: es la cuantificación preliminar de la composición de la flora de un sitio en particular, es decir, consiste en la determinación de la catidad de especies de flora que conforman un sitio geográfico delimitado, un hábitat o ecosistema. Su escala o nivel de detalle y eficacia, puede depender de muchas "variables" entre las cuales señalamos algunas: los objetivos, el área geográfica, el tiempo disponible, la topografía del sitio, y los recursos de logística como son: el personal, la tecnología y nivel de conocimientos técnicos de los ejecutores.
- Muestreo aleatorio simple sin remplazo: en estadística, es la muestra tomada directamente en una población, de acuerdo con requisitos de aleatoriedad (utilizando el azar en la selección de las unidades de muestreo), donde la disminución del sesgo y de los errores de muestreo dependen de una adecuada distribución de las unidades de muestreo, suele ser muy sencillo y eficiente cuando se aplica en poblaciones con unidades de muestreo homogéneas en cuanto al parámetro poblacional que se desea estimar (volumen total, área basal, densidad arbórea), ya que aplican las leyes de la probabilidad y sus resultados tienen una alta confiabilidad al ser imparciales y consistentes.
- Latizales: son todos los individuos vegetales leñosos de un sotobosque que son mayores a 1.5 metros de altura total y cuyo tallo tiene un diámetro medido a la altura del pecho (DAP) que se encuentra en el rango de los 5,00 9,99 cm diamétricos.
- Parches boscosos: áreas de vegetación o ecosistemas caracterizados por la presencia dominante de árboles disetáneos (de diferentes edades) y otra vegetación leñosa, de porte variado, cuyo ciclo vegetativo individual es mayor a 10 años. Los parches boscosos incluyen los bosques primarios y secundarios y los estados avanzados de tacotales.
- Pastizal o herbazal: son los ecosistemas o áreas con cobertura vegetal dominados por la vegetación herbacea principalmente las especies de las familias Poaceae y Cyperacea, a las que generalmente se les llama "pastos" y que también se utilizan para mantener el ganado mediante el pastoreo.
- Plantaciones forestales: según la ley forestal N° 7575 vigente a la fecha, "son los terrenos de una o más hectáreas, cultivados de una o más especies forestales cuyo





laborado por Desarrollado

objetivo principal, pero no único, será la producción de madera y otros subproductos con fines comerciales". Es por definición un ecosistema o cobertura vegetal de tipo "cultural", y como cualquier cultivo está sujeto al manejo.

- Reófitas: plantas que requieren agua constante en su ciclo vital, y están adaptadas fisiológicamente para tolerar condiciones de inundación periodica o permanente.
- Riqueza: número de especies presentes en un hábitat.
- Rodal (es): es el tipo de cobertura natural o artificial (como en el caso de plantaciones) que en un área o espacio de un ecosistema es dominado por una única especie florística particular, y, por lo tanto, el rodal se caracteriza por su relativa homogeneidad, densidad y coetaneidad (es decir, lo conforman individuos de la misma especie, edad, forma y tamaño).
- **Sotobosque:** es la vegetación mayoritariamente arbustiva que crece en el estrato inferior o "piso" del ecosistema bosque y que se caracteriza por tolerar la sombra.
- Vegetación arbórea: todos los individuos de las especies de árboles de un sitio.
- Vuelo: En valoración forestal, el "vuelo" se refiere al conjunto de todos los árboles y plantas leñosas de un bosque o rodal que pueden ser objeto de manejo y/o generación de bienes o servicios de uso comercial.
- Xerófita: planta que toleran la sequía o ausencia prolongada de agua y se adaptaron fisiológicamente para desarrollar su ciclo vital en ambientes deficientes de agua, por ejemplo: los cactos.
- Zona de protección: área cuya estructura vegetal y animal debe ser cuidada, debido a su importancia biológica y cuya finalidad es aislar de la influencia del hombre a zonas especialmente importantes, tales como: áreas que bordean nacientes permanentes, riberas de ríos, quebradas, arroyos, riberas de lagos y embalses naturales o artificiales, áreas de recarga y acuíferos. En Costa Rica se definieron en la Ley forestal N° 7575, como el área 15 metros lineales horizontales medidos a partir del borde del cauce de cualquier rio en terrenos planos (o sea menores a 40% de pendiente) y de 50 metros lineales horizontales medidos a partir del borde del cauce de cualquier rio en terrenos quebrados (mayores a 40% de pendiente); también es el área de 100 metros lineales horizontales alrededor de una naciente permanente.
- Zonas de vida: es una unidad ecológica basada en las relaciones entre la fisonomía y la complejidad de la vegetación, relacionada a los principales factores determinantes para el desarrollo de la vida, entre ellos: la disponibilidad de energía radiante y la disponibilidad de agua en el ecosistema. En Costa Rica, se utiliza el "Sistema de clasificación de Zonas de vida y formaciones vegetales" propuesto y desarrollado por el famoso ecólogo tropical Dr. Leslie Holdrige Holmes, que utiliza al menos 3 variables bioclimáticas básicas como son: la precipitación, la temperatura media y la biotemperatura.





Desarrollador

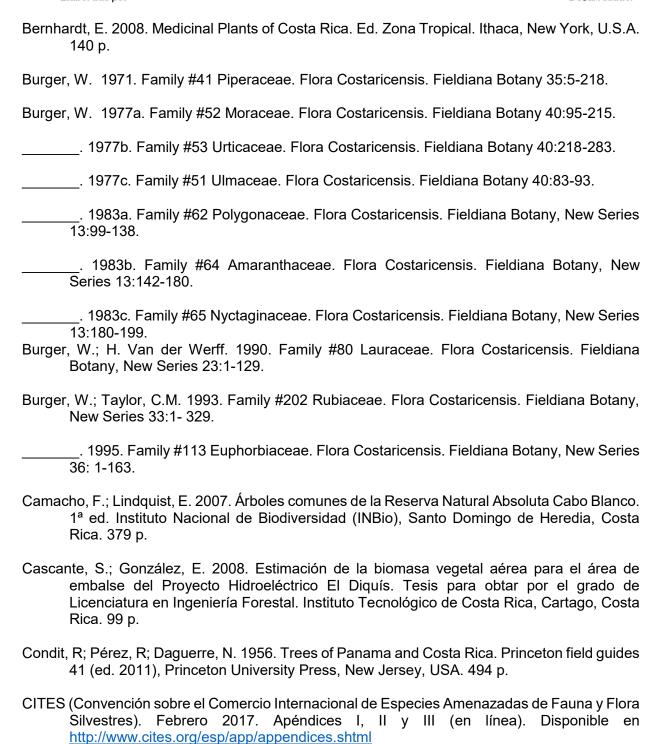
#### 8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Acuña, L; Rivera, G. 1990. Plantas Tintóreas y otros colorantes de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 144 p.
- Alán, E. 2001. Plantas espontáneas tropicales / Tropical Wild Plants. 1ª ed. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 212 p.
- Arce, H; *et al.* 2001. Árboles melíferos nativos de Mesoamérica. PRAM CINAT Herbario Juvenal Valerio Rodríguez, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 207 p.
- Acosta, L. 1998. Análisis de la composición florística y estructura para la vegetación del piso basal de la zona protectora La Cangreja, Mastatal de Puriscal. Informe de Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Argüello, D. 2001. Inventario preliminar del potencial del recurso florístico de la Isla Venado, Lepanto, Puntarenas. Asociación Ecológica Paquera-Lepanto-Cóbano (ASEPALECO) Herbario Juvenal Valerio Rodríguez. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 82 p.
- Argüello, D; Barrantes, M. 2009. Caracterización florística del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico El Diquís. Informe técnico para Unidad de Gestión Ambiental, P.H. El Diquís. Instituto Costarricense de Electricidad. Buenos Aires de Puntarenas, Costa Rica. 304 p.
- Argüello, D. 2011. Caracterización florística de ecosistemas existentes en macroobras del Área de Influencia Directa del Proyecto Hidroeléctrico Ayil, en Matina, Limón. Informe de Consultoría, C.D. N° 2758-PROV, Instituto Costarricense de Electricidad-CENPE. 78 p.
- Baltodano, J. 2003. La amenaza de extinción en Costa Rica: Listado de especies de flora que han sido catalogadas bajo algún grado de amenaza de extinción. COECOCEIBA-Amigos de la Tierra-FECON. San José, Costa Rica. 38 p.





Elaborado por







Elaborado por Desarrollador

- Dressler, R.L. 1993. Field Guide to the Orchids of Costa Rica and Panama. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York; U.S.A. 374 p.
- Durkee, L. H. 1986. Family # 200 Acanthaceae. Flora Costaricensis. Fieldiana Botany. New Series 18:1- 87.
- Estrada, A; Rodríguez, A. 2009. Flores de pasión de Costa Rica. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 440 p.
- Fonseca, W; Alice, F; Rojas, M; Villalobos, R; Porras, J. 2016. Construcción de Funciones Alométricas para Costa Rica en el Contexto del Proyecto de Protección Ambiental a través de la Protección de los Bosques de Centro América. Proyecto Cooperación Internacional entre la Universidad Nacional y la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ). Heredia, Costa Rica. 31p.
- Flores, E.M. 1992. Árboles y semillas del trópico. Museo Nacional de CR. Vol. 1: 1-326.
- Flores, E.M; Obando, G. 2003. Árboles del Trópico Húmedo: Importancia socioeconómica. 1ª ed. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 920 p.
- Gargiullo, M. 2008. A field guide to Plants of Costa Rica. 1<sup>a</sup> ed. Zona Tropical Publication. Ithaca, New York; U.S.A. 494 p.
- Garro, J.E. 2002. Plantas competidoras: un componente más de los agroecosistemas. 1ª ed. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia (EUNED), San José, Costa Rica. 258 p.
- Gentry, A.H. 1993. A field Guide to the families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru). Conservation International, Washington, DC; U.S.A. 895 p.
- Hammel, B. 2005. Pantas ornamentales nativas de Costa Rica. Editorial INBio, 3ª ed. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 272 p.
- Hammel, B; *et al.* 2003a. Manual de plantas de Costa Rica: Volumen II: Gimnospermas y Monocotiledoneas (Agavaceae-Musaceae). Missouri Botanical Garden Press; Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 694 p.
- \_\_\_\_\_\_. 2003b. Manual de plantas de Costa Rica: Volumen III: Monocotiledoneas (Orchidaceae-Zingiberaceae). Missouri Botanical Garden Press; Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 884 p.





Elaborado por

- \_\_\_\_\_. 2007. Manual de plantas de Costa Rica. Volumen VI. Dicotiledoneas (Haloragaceae-Phytolaccaaceae). Missouri Botanical Garden Press; Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 933 p.
- Holdridge, L.R; Poveda, L.J. (2ª ed. Actualizada por Q. Jiménez). 1997. Árboles de Costa Rica: Vol. 1. Centro científico Tropical, San José, Costa Rica. 522 p.
- Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). 2017. Herbarium database on-line. Costa Rica. www.inbio.ac.cr/bims/k03.htm.
- Jiménez, Q. 1999. Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. 2ª ed. revisada y ampliada. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.187 p.
- Jiménez, Q; Poveda L.J. 1998. Lista actualizada de los árboles maderables de Costa Rica. Aportes al desarrollo sostenible. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 36 p.
- Kapelle, M. 2008. Diccionario de la biodiversidad. 1ª ed. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 385 p.
- Kingsbury, J.M. 1988. 200 conspicuous, unusual, or economically important tropical Plants of the Caribbean. Bullbrier Press, Ithaca, New York, U.S.A. 224 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Antonio Carrillo. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammernarbeit (GTZ). Eschborn, Alemania. 335 p.
  - Ley N° 6877. La Gaceta N° 184. 18 de Julio de 1983.
- León, J; Poveda, L.J. 2000. Los nombres comunes de las plantas en Costa Rica. Ed. Guayacán, San José, Costa Rica. 870 p.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. IICA, San José, Costa Rica. 445 p.
- Mabberley, D.J. 1997. The Plant-Book. 2<sup>a</sup> ed. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 858 p.
- Maginnis, S; Sánchez, M. 1995. Guía técnica del inventario preliminar en los bloques pequeños de bosques tropicales húmedos. Proyecto del manejo integrado de bosque natural. ODA/COSEFORMA/PACTo/MIRENEN/ITCR. 40 p.
- Manual de Plantas de Costa Rica. 2017. Herbarium data base on-line. Missouri Botanical Garden. www.mobot.org/manual.plantas/lista.html.





Elaborado por

- \_\_\_\_\_. 2000. Bromelias de Costa Rica / Costa Rica Bromeliads. 2ª ed. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 120 p.
- MINAE. 1997. Decreto Ejecutivo N° 25700-MINAE. La Gaceta. Diario.Oficial (CR). ene. 16:9-10. (Vol. 119 N° 11. Veda de 18 especies forestales).
- Obando, V. 2002. Biodiversidad en Costa Rica: estado del conocimiento y gestión. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia, C.R. 81 p.
- \_\_\_\_\_. 2007. Biodiversidad de Costa Rica en cifras. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia, C.R. 26 p.
- Ocampo, R.A.; Martínez, J.; Cifuentes, M. (eds.).1997. Productos no maderables del bosque en Baja Talamanca, Costa Rica. Serie técnica N°3, Eventos Especiales / CATIE, Turrialba, Costa Rica. 117 p.
- Ocampo, R.A.; Villalobos, R.; Cáceres, A. 2007. Manual de agrotecnología de plantas medicinales nativas. 1ª ed. Ediciones Sanabria, San José, Costa Rica. 140 p.
- OET. 1990. Historia Natural de Costa Rica. Editor D. Janzen. Ed. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 816 p.
- Orozco, L; Brumér, C. (eds.) 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie Técnica, manual técnico # 50. Turrialba, Costa Rica. 264 p.
- Presidencia de la República de Costa Rica, 2015. Gobierno declara Interés Público del Programa Integral Abastecimiento de Agua para Guanacaste. [En línea] Disponible en: http://presidencia.go.cr/prensa/comunicados/gobierno-declara-interes-publico-del-programa-integral-abastecimiento-de-agua-para-guanacaste.
- Quesada, F.J.; Q. Jiménez; N Zamora, R. Aguilar; J. González. 1997. Árboles de la península de Osa. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 411 p.
- Rivas Rossi, M 1998. Cactáceas de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. 79 p.
- Rodríguez, H. 2007. La utilidad de las plantas medicinales en Costa Rica. Editorial Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 213 p.
- Rojas, A. 1999. Helechos arborescentes de Costa Rica. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 173 p.
- Rojas, F; Bermúdez, E; Jiménez, Q. 2006. Plantas ornamentales del trópico. Editorial tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 702 p.





Elaborado por

- Sasa, M; et al. 2017. Establecimiento de la Línea Base de Biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB) y finca adyacente. Informe final de consultoría MINAE-SINAC. Organización para Estudios Tropicales (OET).208 p.
  - Sanchez-Vindas, P.E. 1989. Flora de Nicaragua: Myrtaceae.BRENESIA 31: 53-73.
- Sánchez-Vindas, P.E. 2001. Flórura arborescente del Parque Nacional Cahuita. 2da Edición, EUNED, San José, Costa Rica. 376 p.
- Sánchez-Vindas, P.E.; Poveda, L.J. 1997. Claves Dendrológicas para la Identificación de los Principales Árboles y Palmas de la Zona Norte y Atlántica de Costa Rica. Overseas Development Association, San José, Costa Rica. 144 p.
- Segleau, J. 2001. Plantas medicinales en el Trópico Húmedo. Ed. Guayacán. San José, Costa Rica. 236 p.
- Torres, D. 2012. Evaluación de la calidad y la composición florística de los bosques en el área núcleo de obras del Proyecto Hidroeléctrico Reventazón, Siquirres, Costa Rica. Tesis para obtar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. 134 p.
- Vilchez, B; Chazdon, R; Quesada, V; 2001. Dinámica de la regeneración en cuatro bosques secundarios tropicales de la Región Huetar Norte, Costa Rica: Su valor para la conservación o uso comercial. Revista Recursos Naturales y Ambiente 55: 118-128.
- Zamora, N. 1989. Flora arborescente de Costa Rica: I. Especies de hojas simples. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 262 p.
- Zamora, N; Q. Jiménez; Poveda, L.J. 2000. Árboles de Costa Rica, Vol. II. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 374 p.
- Zamora, N; Q. Jiménez; Poveda, L.J. 2003. Árboles de Costa Rica, Vol. III. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 556 p.
- Zuchowski, W. 2007. Tropical Plants of Costa Rica. Ed. Zona Tropical. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York; U.S.A. 529 p.





Desarrollador

#### 9. ANEXO

#### Anexo 1. Listado de especies florísticas por tipo de hábito.

4			,			
Hábito	Nombre científico	Nombre común	FAMILIA BOTÁNICA	USO	Gremio Ecológ.	Estrato
Árbol	Acacia collinsii	Cornizuelo	Fabaceae-mimosoideae	NC	HD	SD, So
Árbol	Acacia farnesiana	Aromo, Espino Blanco	Fabaceae-mimosoideae	NC	HD	SD, So
Árbol	Agonandra macrocarpa	Melón	Opilaceae	С	E	D, SD, So
Árbol	Albizia adinocephala	Gavilancillo blanco	Fabaceae-mimosoideae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Albizia niopoides	Guanacaste blanco	Fabaceae-mimosoideae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Alibertia edulis	Trompillo	Rubiaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Allophylus occidentalis	Huesillo, Estaquillo	Sapindaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Allophylus psilospermus	Huesillo, Estaquillo	Sapindaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Alvarodoa amorphoides	Sierrillo, cola de ardilla	Simaroubaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Amphitecna latifolia	Calabacillo, jicarito de playa	Bignoniaceae	NC	E	D, SD, So
Árbol	Anacardium excelsum	Espavel	Anacardiaceae	С	HD	D, SD, S0
Árbol	Anacardium occidentale	Marañón	Anacardiaceae	С	HD	SD, So
Árbol	Andira inermis	Almendro de rio, Arenillo, Carne asada	Fabaceae-papilionoideae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Annona purpurea	Toreta, soncoya	Annonaceae	NC	HD	SD, So
Árbol	Annona reticulata	Anonillo de montaña	Annonaceae	NC	HE	SD
Árbol	Apeiba tibourbou	Peine de mico	Malvaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Ardisia revoluta	Tucuico, Guastomate	Primulaceae	NC	E	SD, So
Árbol	Astronium graveolens	Ron ron	Anacardiaceae	С	E	D, SD, So
Árbol	Bixa orellana	Achiote	Bixaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Bixa urucurana	Achiote de montaña	Bixaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Bombacopsis quinata	Pochote	Bombacaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Bonellia nervosa	Burriquita, siempreviva	Primulaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Brosimum alicastrum	Ojoche	Moraceae	С	E	D, SD, So
Árbol	Bursera graveolens	Caraño	Burseraceae	NC	HD	SD, So
Árbol	Bursera simaruba	Indio desnudo, Jiñocuabe, Jiñote	Burseraceae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Byrsonima crassifolia	Nance	Malpighiaceae	NC	HD	D, SD, So
Árbol	Caesalpinia coriaria	Nacascol	Fabaceae- caesalpiniodeae	NC	HD	SD, So
Árbol	Caesalpinia eriostachys	Sahino	Fabaceae- caesalpiniodeae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Calliandra rubescens	Canastilla	Fabaceae-mimosoideae	NC	HD	SD, So
Árbol	Calycophyllum candidisimum	Madroño	Rubiaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Capparis frondosa	Talcacao	Capparaceae	NC	HE	SD, So





Elaborado por Desarrollador

Methot   Nombre cientifica   Nombre común   FAMILIA BOTÁNICA   USO   Grenlo   Ecotóg.	Elabol ado poi						Desairollaa
Arbol         Carica papaya         Papaya de monte         Caricaceae         NC         HE         50, So           Árbol         Carica pennata         Papaya de monte         Caricaceae         NC         HE         50, So           Arbol         Casearia acudenta         Papaya de monte         Caricaceae         NC         HE         50, So           Arbol         Casearia arguta         Raspalergua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HE         50, So           Arbol         Casearia carymbasa         Raspalergua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         50, So           Arbol         Casearia pracecox         Raspalergua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         50, So           Arbol         Casearia sylvestris         Raspalergua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         50, So           Arbol         Casearia sylvestris         Raspalergua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         50, So           Arbol         Casearia sylvestris         Raspalergua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         50, So           Arbol         Casearia sylvestris         Raspalergua, matacaceae	Hábito	Nombre científico	Nombre común	FAMILIA BOTÁNICA	uso		Estrato
Árbol         Casearia aculeata         Raspalengua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HE         SD, So           Arbol         Casearia arguta         Raspalengua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HE         SD, So           Arbol         Casearia corymbosa         Raspalengua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Casearia proceso         Raspalengua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Casearia proceso         Raspalengua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Casearia sylvestris         Raspalengua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Casearia grandis         Casearia proceso         Raspalengua, matacartago, plomillo           Arbol         Casearia grandis         Casearia proceso         Raspalengua, matacartago, plomillo           Arbol         Casearia grandis         Casearia proceso         NC         HD         SD, So           Arbol         Casearia grandis         Casearia proceso         Casearia proceso         NC         HD         SD, So	Árbol	Carica papaya	Papaya de monte	Caricaceae	NC		SD, So
Marbol   Casearia arguta   Raspalengua, matacartago, plomillo	Árbol	Carica pennata	Papaya de monte	Caricaceae	NC	HE	SD, So
Arbol Casearia arguta matacartago, plomillo  Arbol Casearia corymbasa matacartago, plomillo  Arbol Casearia corymbasa matacartago, plomillo  Arbol Casearia corymbasa matacartago, plomillo  Arbol Casearia process matacartago, plomillo  Arbol Casearia process matacartago, plomillo  Arbol Casearia process matacartago, plomillo  Arbol Casearia sylvestris matacartago, plomillo  Arbol Casearia tremula matacartago, plomillo  Arbol Casearia tremula matacartago, plomillo  Arbol Casearia tremula matacartago, plomillo  Arbol Casearia grandis Carao, Sandal Fabaceae- C HD D, SD, So  Arbol Cassilia elastica Hule Moraceae NC HE D, SD, So  Arbol Cectropia peltata Guarumo Cecropiaceae NC HE SD, So  Arbol Cedrela adorata Cedro amargo Meliaceae C HD D, SD, So  Arbol Cedrela adorata Cedro amargo Meliaceae C HD D, SD, So  Arbol Ceba pentandra Celab Bombacaceae C HD D, SD, So  Arbol Chomelia spinosa Malacagalite Rubiaceae NC HE SD, So  Arbol Coccoloba acuminata Papaturro Polygonaceae NC E SD, So  Arbol Coccoloba acuminata Papaturro Polygonaceae NC E SD, So  Arbol Coccoloba matacartago Porto-poro Bixaceae NC HE D, SD, So  Arbol Coccoloba venosa Papaturro Polygonaceae NC E SD, So  Arbol Coccoloba venosa Papaturro Polygonaceae NC E SD, So  Arbol Cordia alliadora Laurel Boraginaceae C HD D, SD, So  Arbol Cordia alliadora Laurel Boraginaceae C HD D, SD, So  Arbol Cordia coliococca Mulifeco Boraginaceae C HD D, SD, So  Arbol Cordia perascanthus Laurel negro Boraginaceae NC HD D, SD, So  Arbol Cordia perascanthus Laurel negro Boraginaceae NC HD D, SD, So  Arbol Cordia perascanthus Laurel negro Boraginaceae NC HD D, SD, So  Arbol Cordia perascanthus Laurel negro Boraginaceae NC HD D, SD, So  Arbol Cordia perascanthus Laurel negro Boraginaceae NC HD D, SD, So  Arbol Cordia perascanthus Laurel negro Boraginaceae NC HD D, SD, So  Arbol Cordia perascan	Árbol	Casearia aculeata	,	Salicaceae	NC	HE	SD, So
Arbol Casearia carymbosa Raspalengua, matacartago, plomillo Sol, Sol matacartago, plomillo Sol, Sol Casearia guatemairisis Raspalengua, matacartago, plomillo Sol, Sol Casearia praecox Raspalengua, matacartago, plomillo Sol, Sol Casearia praecox Raspalengua, matacartago, plomillo Sol, Sol Casearia sylvestris Raspalengua, matacartago, plomillo Sol, Sol Marbol Casearia sylvestris Raspalengua, matacartago, plomillo Sol, Sol Marbol Casearia tremula Raspalengua, matacartago, plomillo Sol, Sol Marbol Casearia tremula Raspalengua, matacartago, plomillo Sol, Sol Marbol Castilia eliastica Hule Moracee NC HD Sol, Sol Arbol Castilia eliastica Hule Moracee NC HE D, Sol Sol Arbol Cectropia peltata Guarumo Cectropiacee NC HE D, Sol, Sol Arbol Cectropia pentata Ceiba Bombacaceae C HD D, Sol, Sol Arbol Ceiba pentandra Ceiba Bombacaceae C HD D, Sol, Sol Arbol Chimarrhis parvilifora Yema de huevo Rubiaceae C HD D, Sol, Sol Arbol Chimarrhis parvilifora Yema de huevo Rubiaceae NC HE Sol, Sol Arbol Coccoloba acuminata Papaturro Polygonaceae NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba acuminata Papaturro Polygonaceae NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba acuminata Papaturro Polygonaceae NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba Alma negra, Piedra Polygonaceae NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba Alma negra, Piedra Polygonaceae NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba Coccoloba Bombacaceae NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba Alma negra, Piedra Polygonaceae NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba Bombacacea NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba Caracasana Alma negra, Piedra Polygonaceae NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba Bombacacea NC E D, Sol, Sol Arbol Coccoloba Bombacacea NC E D, Sol, Sol Arbol Coccoloba Bombacacea NC E D, Sol, Sol Arbol Coccoloba Bombacacea NC E Sol, Sol Arbol Coccoloba Bombacacea NC E D, Sol, Sol Arbol Coccoloba Bombacacea NC E D, Sol, Sol Arbol Coccoloba Bombacacea NC E D, Sol, Sol Arbol Coccoloba Polaceacea NC E D, Sol, Sol Arbol	Árbol	Casearia arguta	Raspalengua,	Salicaceae	NC	HE	SD, So
Arbol Casearia matacartago, plomillo Salicaceae NC HD SD, So So guatemaienus matacartago, plomillo Salicaceae NC HD SD, So So Casearia praecox Raspalengua, matacartago, plomillo SD, So So Marbol Casearia sylvestris Raspalengua, matacartago, plomillo SD, So So Marbol Casearia sylvestris Raspalengua, matacartago, plomillo SD, So So Marbol Casearia tremula Raspalengua, Salicaceae NC HD SD, So So Marbol Casearia tremula Raspalengua, Salicaceae NC HD SD, So So Marbol Casearia tremula Raspalengua, matacartago, plomillo SD, So So Marbol Casearia grandis Carao, Sandal Fabaceae C HD D, SD, So Arbol Casearia pelatra Guarumo Cecropiaceae NC HE SD, So Arbol Cecropia pelatra Guarumo Cecropiaceae NC HE SD, So Arbol Cedrelo adorata Cedro amargo Meliaceae C HD D, SD, So Arbol Cedrelo adorata Cedro amargo Meliaceae C HD D, SD, So Arbol Celiba pentandra Celiba Bombacaceae C HD D, SD, So Arbol Chimarrhis parvifilora Yema de huevo Rubiaceae C E D, SD, So Arbol Chomelia spinasa Malacagilite Rubiaceae NC HE SD, So Arbol Coccoloba carminato Papaturro Polygonaceae NC E SD, So Arbol Coccoloba carminato Papaturro Polygonaceae NC E SD, So Arbol Coccoloba carminato Papaturro Polygonaceae NC E SD, So Arbol Coccoloba Arbol Coccoloba Papaturro Polygonaceae NC E SD, So Arbol Coccoloba Arbol Coccoloba Papaturro Polygonaceae NC E SD, So Arbol Coccoloba Arbol Coccoloba Bareckelmiii Arbol Coccoloba Coccoloba Bareckelmiii Bareckelmiii Arbol Coccoloba Malma negra, Piedra Polygonaceae NC E SD, So Arbol Cocrdia cellodora Laurel Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cocrdia cellodora Laurel Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cordia cellodora Laurel Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cordia cellodora Mulleco Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cordia cellodora Mulleco Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cordia cellodora Arbol Diosypros Bicaro Bignoniaceae NC HD D, SD, So Arbol Cordia penamensis Guacalmanono Boraginaceae NC HD D, SD, So Arbol Cordia penamensis Guacalmanono Boraginaceae NC HD D, SD, So Arbol Coronia cellodora Arbolo Ceccoloba Fabaceae-papililonoid	Árbol	Casearia corymbasa	Raspalengua,	Salicaceae	NC	HD	SD, So
Arbol         Casearia praecox matacartage, plomillo         Raspalengua, matacartage, plomillo         Salicaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Casearia sylvestris         Raspalengua, matacartage, plomillo         Salicaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Casaria tremula         Raspalengua, matacartage, plomillo         Salicaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Cassia grandis         Carao, Sandal         Fabaceae- caesalpiniodeae         C         HD         D, SD           Arbol         Castillo elastica         Hule         Moraceae         NC         HE         D, SD           Arbol         Cectropio peltata         Guarumo         Cectropiaceae         NC         HE         SD, So           Arbol         Cedreia odorata         Cedro amargo         Meliaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Ceiba pentendra         Ceiba         Bombacaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Chomelia spinosa         Malacaguite         Rubiaceae         NC         HE         SD, So           Arbol         Chocoloba         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So	Árbol		Raspalengua,	Salicaceae	NC	HD	SD, So
Arbol         Casearia sylvestris         Raspalengua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Casearia tremula         Raspalengua, matacartago, plomillo         Salicaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Cassia grandis         Carao, Sandal         Fabaceae-cacesalpiniodeae         NC         HE         D, SD           Arbol         Castillo elastica         Hule         Moraceae         NC         HE         D, SD           Arbol         Cercopia peltota         Guarumo         Cecropiaceae         NC         HE         SD, So           Arbol         Cedreia adorata         Cedro amargo         Meliaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Ceiba pentandra         Ceiba         Bombacaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Chimarrhis parviflora         Yema de huevo         Rubiaceae         NC         E         D, SD, So           Arbol         Chomelia spinasa         Malacagüite         Rubiaceae         NC         HE         SD, So           Arbol         Caccoloba         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Arbol	Árbol		Raspalengua,	Salicaceae	NC	HD	SD, So
Árbol         Casearia tremula         Raspalengua, matacartago, plomillo         Sallicaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Cassia grandis         Carao, Sandal         Fabaceae-caesalpiniodeae         C         HD         D, SD           Árbol         Castilla elastica         Hule         Moraceae         NC         HE         D, SD, SO           Árbol         Cecropia peltata         Guarumo         Cecropiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cedrela adorata         Cedro amargo         Meliaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Ceiba pentandra         Ceiba         Bombacaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Chimarrhis parviflora         Yema de huevo         Rubiaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Chomelia spinosa         Malacagüite         Rubiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Chomelia spinosa         Malacagüite         Rubiaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Arbol         Coccolo	Árbol	Casearia sylvestris	Raspalengua,	Salicaceae	NC	HD	SD, So
Árbol         Cassia grandis         Carao, Sandal         Fabaccaeaesalpiniodeae         C         HD         D, SD           Árbol         Castilla elastica         Hule         Moraceae         NC         HE         D, SD           Árbol         Cecropia peltota         Guarumo         Cecropiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cedrela odorata         Cedro amargo         Meliaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Ceiba pentondra         Ceiba         Bombacaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Chimarrhis parviflora         Yema de huevo         Rubiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Chomelia spinosa         Malacagüite         Rubiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Coccoloba couminata         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Papaturro	Árbol	Casearia tremula	Raspalengua,	Salicaceae	NC	HD	SD, So
Árbol         Castillo elastica         Hule         Moraceae         NC         HE         D, SD           Árbol         Cecropia peltata         Guarumo         Cecropiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cedrela addrata         Cedro amargo         Meliaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Ceiba pentandra         Ceiba         Bombacaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Chimarrhis parviflora         Vema de huevo         Rubiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Chomelia spinosa         Malacagüite         Rubiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Coccoloba ccuminata         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Alma negra, Piedra         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro </td <td>Árbol</td> <td>Cassia grandis</td> <td>2 : :</td> <td></td> <td>С</td> <td>HD</td> <td>D, SD</td>	Árbol	Cassia grandis	2 : :		С	HD	D, SD
Árbol         Cedrela adorata         Cedro amargo         Meliaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Ceiba pentandra         Ceiba         Bombacaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Chimarrhis parviflora         Yema de huevo         Rubiaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Chomelia spinosa         Malacagüite         Rubiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Coccoloba acuminata         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Alma negra, Piedra         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Alma negra, Piedra         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Cochlospermum         Poro-poro         Bixaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cordia allisodora         <	Árbol	Castilla elastica	Hule		NC	HE	D, SD
Árbol         Ceiba pentandra         Ceiba         Bombacaceae         C         HD         D, SD, SO           Árbol         Chimarrhis parviflora         Yema de huevo         Rubiaceae         C         E         D, SD, SO           Árbol         Chomelia spinosa         Malacagüite         Rubiaceae         NC         HE         SD, SO           Árbol         Coccoloba couminata         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO           Árbol         Coccoloba         Alma negra, Piedra         Polygonaceae         NC         E         SD, SO           Árbol         Coccoloba         Alma negra, Piedra         Polygonaceae         NC         E         SD, SO           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO           Árbol         Cocciloseyermum         Poro-poro         Biscaceae         NC         E         SD, SO           Árbol         Cordia allocaceae         <	Árbol	Cecropia peltata	Guarumo	Cecropiaceae	NC	HE	SD, So
Árbol         Chimarrhis parvijlora         Yema de huevo         Rubiaceae         C         E         D, SD, SO           Árbol         Chomelia spinosa         Malacagüite         Rubiaceae         NC         HE         SD, SO           Árbol         Coccoloba acuminata         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO           Árbol         Coccoloba         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO, SO           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO, SO           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO, SO           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO, SO           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, SO, SO           Árbol         Cocciloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         HE         D, SD, SO           Árbol         Cocridio allidora         Laurel         Boraginaceae         C         HD         D, SD, SO           Árbol         Cordio acui	Árbol	Cedrela adorata	Cedro amargo	Meliaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol         Chomelia spinosa         Malacagüite         Rubiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Coccoloba acuminata         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Alma negra, Piedra         Polygonaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         HE         D, SD, So           Árbol         Cocciloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         HE         D, SD, So           Árbol         Cocciloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         HE         D, SD, So           Árbol         Cordia olidadra         Laurel         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia gerascanthus	Árbol	Ceiba pentandra	Ceiba	Bombacaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol         Coccoloba acuminata         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba caracasana         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba         Alma negra, Piedra         Polygonaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Cochlospermum         Poropro         Biscaceae         NC         HE         D, SD, So           Árbol         Cordia alliodora         Laurel         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia acitata         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia panamensis	Árbol	Chimarrhis parviflora	Yema de huevo	Rubiaceae	С	E	D, SD, So
Árbol         Coccoloba caracasana         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba tuerckheimii         Alma negra, Piedra         Polygonaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cordio germum         Poroporo         Biscaceae         NC         HE         D, SD, So           Árbol         Cordio adliococca         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia eriostigma         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia panamensis </td <td>Árbol</td> <td>Chomelia spinosa</td> <td>Malacagüite</td> <td>Rubiaceae</td> <td>NC</td> <td>HE</td> <td>SD, So</td>	Árbol	Chomelia spinosa	Malacagüite	Rubiaceae	NC	HE	SD, So
Arbol Coccloba Alma negra, Piedra Polygonaceae C E D, SD, So tuerckheimii Poro-poro Biscaceae NC HE D, SD, So witifolium Poro-poro Biscaceae NC HE D, SD, So Arbol Cordia alliadara Laurel Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cordia collococca Muñeco Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cordia dentata Muñeco Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cordia eriostigma Muñeco Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cordia gerascanthus Laurel negro Boraginaceae C HD D, SD, So Arbol Cordia panamensis Guacalmanono Boraginaceae NC HE SD, So Arbol Couratea hexandra Azulejo, Quina Rubiaceae NC HD SD, So Arbol Corescentia alata Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD, So Arbol Crescentia alata Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD Arbol Crescentia cujete Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD Arbol Crescentia cujete Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD Arbol Crescentia cujete Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD Arbol Crescentia cujete Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD Arbol Crescentia cujete Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD Arbol Crescentia cujete Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD Arbol Crescentia cujete Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD Arbol Crescentia cujete Jicaro Bignoniaceae NC HD D, SD Arbol Cupania Cascuá, Huesillo Sapindaceae NC HD SD, So Arbol Dalbergia retusa Cocobolo Fabaceae-papilionoideae C HD D, SD, So Arbol Dalbergia retusa Cocobolo Fabaceae-papilionoideae NC HD D, SD, So Arbol Dalbergia retusa Cocobolo Fabaceae-papilionoideae NC HD D, SD, So Arbol Dalbergia retusa Cocobolo Fabaceae-papilionoideae NC HD D, SD, So Arbol Dalbergia retusa Cocobolo Fabaceae-papilionoideae NC HD D, SD, So Arbol Dalbergia retusa Cocobolo Fabaceae-papilionoideae NC HD D, SD, So Arbol Dalbergia retusa Cocobolo Fabaceae-papilionoideae C HD D, SD, So Arbol Diospyros Fruta de perico Ebenaceae C HD D, SD, So	Árbol	Coccoloba acuminata	Papaturro	Polygonaceae	NC	E	SD, So
Árbol         Coccoloba tuerckheimii         Alma negra, Piedra         Polygonaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Coccloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         HE         D, SD, So           Árbol         Cocrdia collococca         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia collococca         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia dentata         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia perascanthus         Laurel negro         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia panamensis         Guacalmanono         Boraginaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cordia panamensis         Guacalmanono         Boraginaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cordia panamensis         Guacalmanono         Boraginaceae         NC         HE         SD, So           Árbol	Árbol		Papaturro	Polygonaceae	NC	E	SD, So
Árbol         Coccoloba venosa         Papaturro         Polygonaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Cochlospermum vitifolium         Poro-poro         Bixaceae         NC         HE         D, SD, So           Árbol         Cardia alliodora         Laurel         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cardia collococca         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cardia eriostigma         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cardia gerascanthus         Laurel negro         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cardia panamensis         Guacalmanono         Boraginaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cordia panamensis         Guacalmanono         Boraginaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Covaretea hexandra         Azulejo, Quina         Rubiaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Crescentia cujete         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Crescent	Árbol	Coccolaba	Alma negra, Piedra	Polygonaceae	С	E	D, SD, So
Árbol         Cordia alliodora         Laurel         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia collococca         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia dentata         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia eriostigma         Muñeco         Boraginaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Cordia gerascanthus         Laurel negro         Boraginaceae         C         HE         SD, So, So           Árbol         Cordia panamensis         Guacalmanono         Boraginaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Couratea hexandra         Azulejo, Quina         Rubiaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Crescentia alata         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Crescentia cujete         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Crescentia cujete         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Cupania         Ca	Árbol		Papaturro	Polygonaceae	NC	E	SD, So
ÁrbolCordia alliodoraLaurelBoraginaceaeCHDD, SD, SoÁrbolCordia collococcaMuñecoBoraginaceaeCHDD, SD, SoÁrbolCordia dentataMuñecoBoraginaceaeCHDD, SD, SoÁrbolCordia eriostigmaMuñecoBoraginaceaeCHDD, SD, SoÁrbolCordia gerascanthusLaurel negroBoraginaceaeCED, SD, SoÁrbolCordia panamensisGuacalmanonoBoraginaceaeNCHESD, SoÁrbolCouratea hexandraAzulejo, QuinaRubiaceaeNCHDSD, SoÁrbolCrescentia alataJicaroBignoniaceaeNCHDD, SDÁrbolCrescentia cujeteJicaroBignoniaceaeNCHDD, SDÁrbolCroton niveusColpalchíEuphorbiaceaeNCHDD, SD, SoÁrbolCupania guatemalensisCascuá, HuesilloSapindaceaeNCHDD, SD, SoÁrbolDalbergia retusaCocoboloFabaceae-papilionoideaeCHDD, SD, SoÁrbolDaphnopsis americanaPellejo de viejaThymeleaceaeNCHDD, SD, SoÁrbolDiospyrosFruta de pericoEbenaceaeCHDSD, So	Árbol		Poro-poro	Bixaceae	NC	HE	D, SD, So
ÁrbolCordia dentataMuñecoBoraginaceaeCHDD, SD, SoÁrbolCordia eriostigmaMuñecoBoraginaceaeCHDD, SD, SoÁrbolCordia gerascanthusLaurel negroBoraginaceaeCED, SD, SoÁrbolCordia panamensisGuacalmanonoBoraginaceaeNCHESD, SoÁrbolCouratea hexandraAzulejo, QuinaRubiaceaeNCHDSD, SoÁrbolCrescentia alataJicaroBignoniaceaeNCHDD, SDÁrbolCrescentia cujeteJicaroBignoniaceaeNCHDD, SDÁrbolCroton niveusColpalchíEuphorbiaceaeNCHDD, SDÁrbolCupania guatemalensisCascuá, HuesilloSapindaceaeNCHDSD, SoÁrbolDalbergia retusaCocoboloFabaceae-papilionoideaeCHDD, SD, SoÁrbolDaphnopsis americanaPellejo de viejaThymeleaceaeNCHDD, SD, SoÁrbolDiospyrosFruta de pericoEbenaceaeCHDSD, So	Árbol		Laurel	Boraginaceae	С	HD	D, SD, So
ÁrbolCordia eriostigmaMuñecoBoraginaceaeCHDD, SD, SoÁrbolCordia gerascanthusLaurel negroBoraginaceaeCED, SD, SoÁrbolCordia panamensisGuacalmanonoBoraginaceaeNCHESD, SoÁrbolCouratea hexandraAzulejo, QuinaRubiaceaeNCHDSD, SoÁrbolCrescentia alataJicaroBignoniaceaeNCHDD, SDÁrbolCrescentia cujeteJicaroBignoniaceaeNCHDD, SDÁrbolCroton niveusColpalchíEuphorbiaceaeNCHESD, SoÁrbolCupaniaCascuá, HuesilloSapindaceaeNCHDSD, SoÁrbolDalbergia retusaCocoboloFabaceae-papilionoideaeCHDD, SD, SoÁrbolDaphnopsis americanaPellejo de viejaThymeleaceaeNCHDD, SD, SoÁrbolDiospyrosFruta de pericoEbenaceaeCHDSD, So	Árbol	Cordia collococca	Muñeco	Boraginaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol         Cordia gerascanthus         Laurel negro         Boraginaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Cordia panamensis         Guacalmanono         Boraginaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Couratea hexandra         Azulejo, Quina         Rubiaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Crescentia alata         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Crescentia cujete         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Croton niveus         Colpalchí         Euphorbiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cupania guatemalensis         Cascuá, Huesillo         Sapindaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Dalbergia retusa         Cocobolo         Fabaceae-papilionoideae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Daphnopsis americana         Pellejo de vieja         Thymeleaceae         NC         HD         D, SD, So           Árbol         Diospyros         Fruta de perico         Ebenaceae         C         HD         SD, So	Árbol	Cordia dentata	Muñeco	Boraginaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol         Cordia panamensis         Guacalmanono         Boraginaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Couratea hexandra         Azulejo, Quina         Rubiaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Crescentia alata         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Crescentia cujete         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Croton niveus         Colpalchí         Euphorbiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cupania guatemalensis         Cascuá, Huesillo         Sapindaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Dalbergia retusa         Cocobolo         Fabaceae-papilionoideae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Daphnopsis americana         Pellejo de vieja         Thymeleaceae         NC         HD         D, SD, So           Árbol         Diospyros         Fruta de perico         Ebenaceae         C         HD         SD, So	Árbol	Cordia eriostigma	Muñeco	Boraginaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol         Couratea hexandra         Azulejo, Quina         Rubiaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Crescentia alata         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Crescentia cujete         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Craton niveus         Colpalchí         Euphorbiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cupania         Cascuá, Huesillo         Sapindaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Dalbergia retusa         Cocobolo         Fabaceae-papilionoideae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Daphnopsis americana         Pellejo de vieja         Thymeleaceae         NC         HD         D, SD, So           Árbol         Diospyros         Fruta de perico         Ebenaceae         C         HD         SD, So	Árbol	Cordia gerascanthus	Laurel negro	Boraginaceae	С	Е	D, SD, So
Árbol         Couratea hexandra         Azulejo, Quina         Rubiaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Crescentia alata         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Crescentia cujete         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Craton niveus         Colpalchí         Euphorbiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cupania         Cascuá, Huesillo         Sapindaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Dalbergia retusa         Cocobolo         Fabaceae-papilionoideae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Daphnopsis americana         Pellejo de vieja         Thymeleaceae         NC         HD         D, SD, So           Árbol         Diospyros         Fruta de perico         Ebenaceae         C         HD         SD, So	Árbol	Cordia panamensis	Guacalmanono	Boraginaceae	NC	HE	SD. So
Árbol     Crescentia alata     Jicaro     Bignoniaceae     NC     HD     D, SD       Árbol     Crescentia cujete     Jicaro     Bignoniaceae     NC     HD     D, SD       Árbol     Croton niveus     Colpalchí     Euphorbiaceae     NC     HE     SD, So       Árbol     Cupania guatemalensis     Cascuá, Huesillo     Sapindaceae     NC     HD     SD, So       Árbol     Dalbergia retusa     Cocobolo     Fabaceae-papilionoideae     C     HD     D, SD, So       Árbol     Daphnopsis americana     Pellejo de vieja     Thymeleaceae     NC     HD     D, SD, So       Árbol     Diospyros     Fruta de perico     Ebenaceae     C     HD     SD, So							
Árbol         Crescentia cujete         Jicaro         Bignoniaceae         NC         HD         D, SD           Árbol         Croton niveus         Colpalchí         Euphorbiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cupania guatemalensis         Cascuá, Huesillo         Sapindaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Dalbergia retusa         Cocobolo         Fabaceae-papilionoideae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Daphnopsis americana         Pellejo de vieja         Thymeleaceae         NC         HD         D, SD, So           Árbol         Diospyros         Fruta de perico         Ebenaceae         C         HD         SD, So							
Árbol         Croton niveus         Colpalchí         Euphorbiaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Cupania guatemalensis         Cascuá, Huesillo         Sapindaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Dalbergía retusa         Cocobolo         Fabaceae-papilionoideae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Daphnopsis americana         Pellejo de vieja         Thymeleaceae         NC         HD         D, SD, So           Árbol         Diospyros         Fruta de perico         Ebenaceae         C         HD         SD, So							
Árbol     Cupania guatemalensis     Cascuá, Huesillo     Sapindaceae     NC     HD     SD, So guatemalensis       Árbol     Dalbergia retusa     Cocobolo     Fabaceae-papilionoideae     C     HD     D, SD, So       Árbol     Daphnopsis americana     Pellejo de vieja     Thymeleaceae     NC     HD     D, SD, So       Árbol     Diospyros     Fruta de perico     Ebenaceae     C     HD     SD, So							
Árbol         Dalbergia retusa         Cocobolo         Fabaceae-papilionoideae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Daphnopsis americana         Pellejo de vieja         Thymeleaceae         NC         HD         D, SD, So           Árbol         Diospyros         Fruta de perico         Ebenaceae         C         HD         SD, So		Cupania		<u> </u>			
Arbol Diospyros Fruta de perico Ebenaceae C HD SD, So	Árbol		Cocobolo	Fabaceae-papilionoideae	С	HD	D, SD, So
Árbol Díospyros Fruta de perico Ebenaceae C HD SD, So	Árbol	, ,	Pellejo de vieja	Thymeleaceae	NC	HD	D, SD, So
	Árbol	* *	Fruta de perico	Ebenaceae	С	HD	SD, So





Elaborado por Desarrollador

Elaborado por					68	Jesarrollado
Hábito	Nombre científico	Nombre común	FAMILIA BOTÁNICA	uso	Gremio Ecológ.	Estrato
Árbol	Diphysa americana	Guachipelin	Fabaceae-papilionoideae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste	Fabaceae-mimosoideae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Erythroxyllum havanense	Piedrillo	Erythroxylaceae	NC	HD	SD, So
Árbol	Eugenia acapulcensis	Murta	Myrtaceae	NC	E	SD, So
Árbol	Eugenia monticola	Murta	Myrtaceae	NC	E	SD, So
Árbol	Eugenia salamensis	Moridero, Fruta de pava	Myrtaceae	NC	HD	SD, So
Árbol	Ficus citrifolia	Higuerán	Moraceae	NC	HD	D, SD
Árbol	Ficus goldmannii	Higuerón	Moraceae	NC	HD	D, SD
Árbol	Ficus insipida	Chilamate	Moraceae	С	HD	D, SD
Árbol	Ficus jimenezii	Higuerón	Moraceae	NC	HD	D, SD
Árbol	Ficus maxima	Higuerón	Moraceae	NC	HD	D, SD
Árbol	Ficus obtusifolia	Higuerón	Moraceae	NC	HD	D, SD
Árbol	Ficus popenoei	Higuerón	Moraceae	NC	HD	D, SD
Árbol	Forchhammeria pallida	Aceituno blanco	Capparidaceae	NC	HD	SD, So
Árbol	Garcia nuctans	Avellán	Euphorbiaceae	NC	E	SD, So
Árbol	Garcinia intermedia	Jorco	Clusiaceae	NC	E	D, SD, So
Árbol	Genipa americana	Guaitil, tapaculo	Rubiaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Gliricidia sepium	Madero negro, cacaonance	Fabaceae-papilionoideae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Gmelina arborea	Melina	Verbenaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Godmania aesculifolia	Corteza de chivo	Bignoniaceae	NC	HD	SD, So
Árbol	Guarea glabra	Ocora, pocora	Meliaceae	С	Е	D, SD, So
Árbol	Guarea nicaraguensis	Ocora, pocora	Meliaceae	С	Е	D, SD, So
Árbol	Guazuma ulmifolia	Guácimo, Guácimo ternero	Malvaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Guettarda macrosperma	Madroño negro	Rubiaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Hirtella racemosa	Garrapatillo, cerrecillo	Chrysobalanaceae	NC	E	SD, So
Árbol	Hura crepitans	Javillo	Euphorbiaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Hymenaea courbaril	Guapinol	Fabaceae- caesalpiniodeae	С	E	D, SD, So
Árbol	Hyperbaena tonduzii	Naranjillo, papaturro de monte	Menispermaceae	NC	HD	SD, So
Árbol	Inga multijuga	Guaba de estero	Fabaceae-mimosoideae	NC	HD	D, SD, So
Árbol	Inga vera	Guaba peluda	Fabaceae-mimosoideae	NC	HD	D, SD, So
Árbol	Jacaratia dolichaula	Papayillo de monte	Caricaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Jacaratia spinosa	Papayillo de monte	Caricaceae	NC	HE	SD, So
Árbol	Leucaena Ieucocephala	Ipil ipil, arbol milagroso	Fabaceae-mimosoideae	С	HD	SD, So
Árbol	Licania arborea	Alcornoque	Chrysobalanaceae	С	E	D, SD, So
Árbol	Lanchacarpus felipei	Chaperno	Fabaceae-papilionoideae	С	HD	D, SD, So
Árbol	Lonchocarpus guatemalensis	Chaperno	Fabaceae-papilionoideae	С	HD	SD, So





Elaborado por Desarrollador

Hábito         Nombre científico         Nombre común         FAMILIA BOTÁNICA         USO         Grem Ecoló           Árbol         Lonchocarpus minimifíorus         Chapernol         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Lonchocarpus oliganthus         Chaperno         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Lonchocarpus phaseolifolius         Chaperno         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Luehea speciosa         Guácimo molenillo         Malvaceae         NC         HD           Árbol         Lysiloma divaricatum         Quebracho         Fabaceae-mimosoideae         C         HD           Árbol         Machaerium         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Machaerium pittieri         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Machaerium pittieri         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Mangifera indica         Mango         Anacardiaceae         C         HD           Árbol         Manilkara chicle         Nispero, Chicle         Sapotaceae         NC         HD	g.  SD, So  D, SD, So  SD, So  SD, So  SD, So  SD, So
Arbol         Lonchocarpus oliganthus         Chaperno         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Arbol         Lonchocarpus phaseolifolius         Chaperno         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Arbol         Luehea speciosa         Guácimo molenillo         Malvaceae         NC         HD           Arbol         Lysiloma divaricatum         Quebracho         Fabaceae-mimosoideae         C         HD           Arbol         Machaerium         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Arbol         Machaerium pittieri         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Arbol         Mangifera indica         Mora, Palo de mora         Moraceae         C         E           Arbol         Mangifera indica         Mango         Anacardiaceae         C         HD <th< th=""><th>D, SD, So  D, SD, So  SD, So  SD, So</th></th<>	D, SD, So  SD, So  SD, So
Árbol         Lonchocarpus oliganthus         Chaperno         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Lonchocarpus phaseolifolius         Chaperno         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Luehea speciosa         Guácimo molenillo         Malvaceae         NC         HD           Árbol         Lysiloma divaricatum         Quebracho         Fabaceae-mimosoideae         C         HD           Árbol         Machaerium         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Machaerium pittieri         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Mangifera indica         Mora, Palo de mora         Moraceae         C         E           Árbol         Mangifera indica         Mango         Anacardiaceae         C         HD <td< th=""><td>D, SD, So  SD, So  D, SD, So  SD, So  SD, So</td></td<>	D, SD, So  SD, So  D, SD, So  SD, So  SD, So
Árbol         Lonchocarpus phaseolifolius         Chaperno         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Luehea speciosa         Guácimo molenillo         Malvaceae         NC         HD           Árbol         Lysiloma divaricatum         Quebracho         Fabaceae-mimosoideae         C         HD           Árbol         Machaerium biovulatum         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Machaerium pittieri         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Mangifera indica         Mango         Anacardiaceae         C         HD           Árbol         Mangifera indica         Nispero, Chicle         Sapotaceae         C         E	SD, So D, SD, So SD, So SD, So
Árbol         Luehea speciosa         Guácimo molenillo         Malvaceae         NC         HD           Árbol         Lysiloma divaricatum         Quebracho         Fabaceae-mimosoideae         C         HD           Árbol         Machaerium         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Machaerium pittieri         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Maclura tinctorea         Mora, Palo de mora         Moraceae         C         E           Árbol         Mangifera indica         Mango         Anacardiaceae         C         HD           Árbol         Manilkara chicle         Níspero, Chicle         Sapotaceae         C         E           Árbol         Margaritaria nobilis         Espuela de gallo         Euphorbiaceae         NC         HD           Árbol         Muntingia calabura         Capulín         Muntingiaceae         NC         HE	D, SD, So SD, So SD, So
Árbol         Machaerium biovulatum         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Machaerium pittieri         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Maclura tinctorea         Mora, Palo de mora         Moraceae         C         E           Árbol         Mangifera indica         Mango         Anacardiaceae         C         HD           Árbol         Manilkara chicle         Nispero, Chicle         Sapotaceae         C         E           Árbol         Margaritaria nobilis         Espuela de gallo         Euphorbiaceae         NC         HD           Árbol         Muntingia calabura         Capulín         Muntingiaceae         NC         HE	D, SD, So D, SD, So D, SD, So D, SD, So SD, So SD, So
biovulatum         Arbol         Machaerium pittieri         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Maclura tinctorea         Mora, Palo de mora         Moraceae         C         E           Árbol         Mangifera indica         Mango         Anacardiaceae         C         HD           Árbol         Manilkara chicle         Níspero, Chicle         Sapotaceae         C         E           Árbol         Margaritaria nobilis         Espuela de gallo         Euphorbiaceae         NC         HD           Árbol         Muntingia calabura         Capulín         Muntingiaceae         NC         HE	D, SD, So D, SD, So D, SD, So D, SD, So SD, So SD, So
Árbol         Machaerium pittieri         Siete cueros         Fabaceae-papilionoideae         C         HD           Árbol         Maclura tinctorea         Mora, Palo de mora         Moraceae         C         E           Árbol         Mangifera indica         Mango         Anacardiaceae         C         HD           Árbol         Manilkara chicle         Níspero, Chicle         Sapotaceae         C         E           Árbol         Margaritaria nobilis         Espuela de gallo         Euphorbiaceae         NC         HD           Árbol         Muntingia calabura         Capulín         Muntingiaceae         NC         HE	D, SD, So D, SD, So D, SD, So SD, So SD, So
Árbol         Mangifera indica         Mango         Anacardiaceae         C         HD           Árbol         Manilkara chicle         Níspero, Chicle         Sapotaceae         C         E           Árbol         Margaritaria nobilis         Espuela de gallo         Euphorbiaceae         NC         HD           Árbol         Muntingia calabura         Capulín         Muntingiaceae         NC         HE	D, SD, So D, SD, So SD, So SD, So
Árbol         Manilkara chicle         Níspero, Chicle         Sapotaceae         C         E           Árbol         Margaritaria nobilis         Espuela de gallo         Euphorbiaceae         NC         HD           Árbol         Muntingia calabura         Capulín         Muntingiaceae         NC         HE	D, SD, So SD, So SD, So
Árbol         Margaritaria nobilis         Espuela de gallo         Euphorbiaceae         NC         HD           Árbol         Muntingia calabura         Capulín         Muntingiaceae         NC         HE	SD, So SD, So
Árbol Muntingia calabura Capulín Muntingiaceae NC HE	SD, So
Árbol Myrospermum Palo de arco, Fabaceae-papilionoideae C HD	D, SD, So
frutescens guachipelín de ratón	
Árbol Ochroma pyramidale Balsa Malvaceae NC E	D, SD, So
Árbol Ocotea veraguensis Canelo, Aguacatillo Lauraceae C E	D, SD, So
Árbol Oxandra venezuelana Yayo Annonaceae C HD	D, SD, So
Árbol Persea americana Aguacate Lauraceae C E	SD, So
Árbol Pithecellobium dulce Minchiguiste Fabaceae-mimosoideae NC HD	SD, So
Arbol Pithecellobium Minchiguiste Fabaceae-mimosoideae NC HD  lanceollatum	SD, So
Árbol Pizonía aculeata Petrono Nyctaginaceae NC HE	SD, So
<b>Árbol</b> Piatymiscium Cristóbal, cachimbo, Fabaceae-papilionoideae C HD parviflorum ñambar	D, SD, So
Árbol Pouteria reticulata Zapotillo Sapotaceae C E	D, SD, So
Árbol Pseudobombax Ceibo verde, barrigón Bombacaceae NC HD  septenatum	D, SD, So
Árbol Pseudolmedia Quiubra, ojoche Moraceae C E axyphyllaria colorado	D, SD, So
Árbol Pseudosamanea Cenízaro macho, Fabaceae-mimosoideae C HD guachapele Guayaquil	D, SD, So
Arbol Psidium Cas Myrtaceae NC HD friedrichsthalianum	D, SD, So
Árbol Psidium guajava Guayaba Myrtaceae NC HD	SD, So
Árbol Pterocarpus Sangrillo Fabaceae-papilionoideae C HD michelianus	D, SD, So
Árbol Quercus oleoides Encino, roble de bajura Fagaceae C HD	D, SD, So
Árbol Randia aculeata Horquetilla, crucillo, Rubiaceae NC E jagua macho	SD, So
Árbol Randia armata Crucillo Rubiaceae NC HD	SD, So
Árbol Randía monantha Crucillo Rubiaceae NC HD	SD, So
Árbol Randia thurberi Crucillo Rubiaceae NC HD	SD, So
Árbol Rhedera trinervis Yayo Verbenaceae C HD	D, SD, So
Árbol Roupala glaberrima Danto, Danto hediondo Proteaceae C E	D, SD, So

Informe técnico: "Caracterización florística y estructural de los Bosques presentes en el AP del PAACUME".

64





Elaborado por Desarrollador

Arbol   Samanea saman   Cenitaro   Fabulta Bort Anticol   USO   Gentios   Ecotios	Elaborado por					3	Desarrollado
Arbol         Sommenes saman         Cenizaro         Fabaceae-mimosoideae         C         HD         D, SO, So           Arbol         Saphimathus painaga         Palanco         Annonaceae         NC         HE         D, SO, So           Arbol         Saphimatendialusum         Yos         Euphorbiaceae         NC         HE         D, SO, So           Arbol         Sebastionia poviniana         Mario, Palo de sapo sucionian         Euphorbiaceae         NC         E         SD, So           Arbol         Semisionium sucionium         Guácharo, palo de rosas         Celastraceae         NC         HE         SD, So           Arbol         Sideroxylon capiri         Tempisque, Danto amarillo         Sapotaceae         C         E         D, SO, So           Arbol         Simarouba amara         Acetuno         Simaroubaceae         C         HD         D, SO, So           Arbol         Simarouba amara         Acetuno         Simaroubaceae         C         HD         D, SO, So           Arbol         Simarouba amara         Acetuno         Simaroubaceae         C         HD         D, SO, So           Arbol         Spondias perupurea         Jocoba         Anacardiaceae         C         HD         D, SO, So	Hábito	Nombre científico	Nombre común	FAMILIA BOTÁNICA	uso		Estrato
Arbol         Sopium glandulosum         Yos         Euphorbiaceae         NC         HD         D, SD, So           Arbol         Sebastionia povoniona         Mario, Palo de sapo povoniona         Euphorbiaceae         NC         E         SD, So           Arbol         Semialarium povoniona         Guácharo, palo de rosas         Celastraceae         NC         HE         SD, So           Arbol         Sideroxylon capiri         Tempisque, Danto amaralio         Sapotaceae         C         E         D, SD, So           Arbol         Silmarouba amara         Acetuno         Simaroubaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Silmarouba amara         Acetuno         Simaroubaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Silmarouba amara         Acetuno         Simaroubaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Silmarouba amara         Acetuno         Simaroubaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Spondisa mombin         Jobo         Anacardiaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Stemmadenia         Huevos de caballo, dancardiaceae         Macardiaceae         NC         HD         D, SD, So	Árbol	Samanea saman	Cenízaro	Fabaceae-mimosoideae	С		D, SD, So
Arbol Semislarium Guácharo, palo de sapo Euphorbiaceae NC E SO, So por povonisma Guácharo, palo de rosas Celastraceae NC HE SO, So mexicanum Guácharo, palo de rosas Celastraceae NC HE SO, So mexicanum Guácharo, palo de rosas Celastraceae NC HD D, SO, So amarillo Simaroubaceae C HD D, SO, So amarillo Simaroubaceae C HD D, SO, So Arbol Simaroubaceam Acettura Simaroubaceae C HD D, SO, So Arbol Simaroubaceam I cerciopelo, pica pica Elaeocarpaceae C HD D, SO, So Arbol Spondiss mombin Jobo Anacardiaceae NC HD SO, So Arbol Spondiss mombin Jobo Anacardiaceae NC HD SO, So Arbol Spondiss prupurea Jocote Anacardiaceae NC HD SO, So Arbol Spondiss prupurea Jocote Anacardiaceae NC HD SO, So Arbol Stermadenia Huevos de caballo, Apacynaceae NC HD SO, So Arbol Stermadenia Bijarro Apacynaceae NC HD SO, So Arbol Stermadenia ovabota Bijarro Apacynaceae NC HD SO, So Arbol Stermadenia ovabota Bijarro Apacynaceae NC HD SO, So Arbol Stermadenia ovabota Bijarro Apacynaceae NC HD SO, So Arbol Styrax glabrescens Resino Styracaceae C E D, SO, So Arbol Styrax glabrescens Resino Styracaceae C E D, SO, So Arbol Styrax glabrescens Resino Styracaceae C E D, SO, So Arbol Tabebuia ochraceo Corteza amarilla Bignoniaceae C E D, SO, So Arbol Tabebuia ochraceo Corteza amarilla Bignoniaceae C E D, SO, So Arbol Tabebuia ochraceo Corteza amarilla Bignoniaceae C HD D, SO, So Arbol Teremanicandia Arbol Tabebuia ochraceo Corteza amarilla Bignoniaceae C HD D, SO, So Arbol Terminalia obilonga Surá, guayabón Combretaceae C HD D, SO, So Arbol Terminalia obilonga Surá, guayabón Combretaceae C HD D, SO, So Arbol Trichilia colifica Matura de montaña Meliaceae C E D, SO, So Arbol Trichilia colifica Matura de montaña Meliaceae C E D, SO, So Arbol Trichilia mericana Manteco Meliaceae C E D, SO, So Arbol Trichilia mericana Uruca de montaña Meliaceae C E SO, So Arbol Trichilia paleana Uruca de montaña Meliaceae C E SO, So Arbol Trichilia mericana Uruca de montaña Meliaceae C E SO, So Arbol Trichilia mericana Ojochillo Moraceae NC E SO, So Arbol Trichilia regiona Glac	Árbol	Saphranthus palanga	Palanco	Annonaceae	NC	HE	D, SD, So
Arbol Semialarium Guácharo, palo de rosas Celastraceae NC HE SD, So mexiconum mexiconu	Árbol	Sapium glandulosum	Yos	Euphorbiaceae	NC	HD	D, SD, So
Arbol   Sideroxylon capiri   Tempisque, Danto   Sapotaceae   C   E   D, SD, So   So   Arbol   Simarouba amara   Aceituno   Simaroubaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Spondias mombin   Jobo   Anacardiaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Spondias mombin   Jobo   Anacardiaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Spondias purpurea   Jocote   Anacardiaceae   NC   HD   D, SD, So   Arbol   Stemmadenia   Huevos de caballo,   Apocynaceae   NC   HD   D, SD   Arbol   Stemmadenia   Huevos de caballo,   Apocynaceae   NC   HD   D, SD   So   Arbol   Steruiña opetala   Panamá   Malvaceae   NC   E   D, SD, So   Arbol   Steruiña opetala   Panamá   Malvaceae   NC   E   D, SD, So   Arbol   Styrax globrescens   Resino   Styracaceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Swietenia   Caoba   Meliaceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Swietenia   Caoba   Meliaceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Tabebuía   Cortez negro   Bignoniaceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Tabebuía   Cortez negro   Bignoniaceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Tabebuía   Cortez negro   Bignoniaceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Tabebuía   Cortez amarilla   Bignoniaceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Tabebuía   Cortez amarilla   Bignoniaceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Tabebuía   Cortez amarilla   Bignoniaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Terminalia obtoracea   Corteza amarilla   Bignoniaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Terminalia obtoracea   Corteza amarilla   Bignoniaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Terminalia obtoracea   Corteza amarilla   Bignoniaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Terminalia obtoracea   Corteza amarilla   Bignoniaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Terminalia obtoracea   Corteza amarilla   Bignoniaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Terminalia obtoracea   Corteza amarilla   Bignoniaceae   C   HD   D, SD, So   Arbol   Trichilia americana   Mataceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Trichilia americana   Mataceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Trichilia americana   Mataceae   C   E   D, SD, So   Arbol   Trichilia americana   Manaceae   C   E   D, SD, So	Árbol		Mario, Palo de sapo	Euphorbiaceae	NC	E	SD, So
Arbol Simarouba amara Aceituno Simaroubaceae C HD D, SD, So Arbol Sloanea terniflora Terciopelo, pica pica Elaeocarpaceae C E D, SD, So Arbol Spondias mombin Iobo Anacardiaceae C HD D, SD, So Arbol Spondias purpurea Jocote Anacardiaceae NC HD D, SD, So Arbol Stemmadenia Huevos de caballo, Apocynaceae NC HD D, SD, So Arbol Stemmadenia Bijarro Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Stermadenia obondi-simibii bijarro Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Stermadenia obobata Bijarro Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Stermadenia ovobata Bijarro Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Stermadenia ovobata Bijarro Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Stermadenia ovobata Bijarro Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Stermadenia ovobata Bijarro Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Switeenia Caoba Meliaceae C E D, SD, So Marbol Switeenia Caoba Meliaceae C E D, SD, So Marbol Tabebuia Cortez negro Bignoniaceae C E D, SD, So Marbol Tabebuia octracea Corteza amarilla Bignoniaceae C E D, SD, So Arbol Tabebuia octracea Roble sabana Bignoniaceae C HD D, SD, So Arbol Tabebuia octracea Roble sabana Bignoniaceae C HD D, SD, So Arbol Tercina grandis Teca Verbenaceae C HD D, SD, So Arbol Tercina grandis Teca Verbenaceae NC HD D, SD, So Arbol Teremanica obionga Surá, guayabón Combretaceae NC HD D, SD, So Arbol Trevetia ovata Chirca Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Trevetia ovata Chirca Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Trichilia adolfi Uruca de montaña Meliaceae C HD SD, So Arbol Trichilia adolfi Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia martiana Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia palida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia palida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia palida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia rocennaa Ojochillo Moraceae NC E SD, So Arbol Trichilia rocennaa Ojochillo Moraceae NC E SD, So Arbol Trichilia rocennaa Ojochillo Moraceae NC E SD, So Arbol Trichilia rocennaa Ojochillo Moraceae NC E SD, So Arbol Trichilia rocennaa Ojochillo Moraceae NC E SD, So Arbol Xylosma intermedia Peipute, E	Árbol		Guácharo, palo de rosas	Celastraceae	NC	HE	SD, So
Arbol Sloanea terniflora Terciopelo, pica pica Elaeocarpaceae C E D, SD, So Arbol Spondias mombin Jobo Anacardiaceae C HD D, SD, So Arbol Spondias mombin Jobo Anacardiaceae NC HD D, SD, So Arbol Stermandenia Huevos de caballo, Apocynaceae NC HD D, SD, So Arbol Sterculia apetala Panamá Malvaceae NC HD D, SD, So Arbol Sterculia apetala Panamá Malvaceae NC HD D, SD, So Arbol Sterculia apetala Panamá Malvaceae NC HD D, SD, So Arbol Stermadenia ovobata Bijarro Apocynaceae NC HD SD, So Arbol Styrax glabrescens Resino Styraxcaceae C E D, SD, So Malvaceae NC HD D, SD, So Malvaceae NC HD SD, So Malvaceae NC HE SD, So No Malvaceae NC HE SD, So No Malvaceae NC HE SD, So No Malvac	Árbol	Sideraxylan capiri		Sapotaceae	С	E	D, SD, So
Arbol         Spondias mombin         Jobo         Anacardiaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Spondias purpurea         Jocote         Anacardiaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Stermadenia donneli-smithii         bijarro         Apocynaceae         NC         HD         D, SD, So           Arbol         Stermadenia ovobata         Bijarro         Apocynaceae         NC         HD         SD, So           Arbol         Styrax globrescens         Resino         Styracaceae         C         E         D, SD, So           Arbol         Swietenia         Caoba         Meliaceae         C         E         D, SD, So           Arbol         Tabebulia         Cortez negro         Bignoniaceae         C         E         D, SD, So           Arbol         Tabebulia cohracea         Cortez amarilla         Bignoniaceae         C         E         D, SD, So           Arbol         Tabebulia cohracea         Corteza amarilla         Bignoniaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Tabebulia cohracea         Corteza amarilla         Bignoniaceae         C         HD         D, SD, So           Arbol         Treutia o	Árbol	Simarouba amara	Aceituno	Simaroubaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol         Spondias purpurea         Jocote         Anacardiaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Stermadenia donneli-smithii         Huevos de caballo, bijarro         Apocynaceae         NC         HD         D, SD, So           Árbol         Stermadenia ovobata         Bijarro         Apocynaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Stermadenia ovobata         Bijarro         Apocynaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Styrax glabrescens         Resino         Styracaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Svietenia         Caoba         Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Tabebuía         Cortez negra         Bignoniaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Tabebuía ochracea         Corteza amarilla         Bignoniaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Tabebuía ochracea         Roble sabana         Bignoniaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Tabebuía cobinaga         Surá, guayabón         Combretaceae         C         HD         D, SD, SO           Árbol	Árbol	Sloanea terniflora	Terciopelo, pica pica	Elaeocarpaceae	С	Ε	D, SD, So
Arbol Sterminadenia hijarro Malvaceae NC HD D, SD, SO Arbol Sterculia operlola Panamá Malvaceae NC E D, SD, SO Arbol Sterculia operlola Panamá Malvaceae NC HD SD, SO Arbol Sterculia operlola Panamá Malvaceae NC HD SD, SO Arbol Styrax glabrescens Resino Styracaceae C E D, SD, SO Arbol Swietenia Caoba Meliaceae C E D, SD, SO Malvaceae NC HD D, SD, SO MAlvaceae NC HD SD, SD, SO MAlvaceae NC HB SD, SO MAlvaceae NC NC HB SD, SO MAlvaceae NC	Árbol	Spondias mombin	Jobo	Anacardiaceae	С	HD	D, SD, So
Arbol Sterculia apetala Panamá Malvaceae NC E D, SD, So So Arbol Stermadenia avabata Bijarro Apocynaceae NC HD SD, So So Arbol Stermadenia avabata Bijarro Apocynaceae NC HD SD, So So Arbol Styvax glabrescens Resino Styracaceae C E D, SD, So So Meliaceae C E D, SD, So Meliaceae C E D, SD, So Meliaceae C E D, SD, So So Meliaceae C E MD SD, So So Meliaceae C E D, SD, So So Meliaceae C E D, SD, So Meliaceae C E SD, So Meliaceae NC E	Árbol	Spondias purpurea	Jocote	Anacardiaceae	NC	HD	SD, So
Árbol         Sterculia apetala         Panamá         Malvaceae         NC         E         D, SD, SO           Árbol         Stermadenia ovobata         Bijarro         Apocynaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Styrax globrescens         Resino         Styracaceae         C         E         D, SO, So           Árbol         Swietenia         Caoba         Meliaceae         C         E         D, SO, So           Árbol         Tabebuía         Cortez negro         Bignoniaceae         C         E         D, SO, So           Árbol         Tabebuía ochracea         Corteza amarilla         Bignoniaceae         C         E         D, SO, So           Árbol         Tabebuía rosea         Roble sabana         Bignoniaceae         C         HD         D, SO, So           Árbol         Tectana grandis         Teca         Verbenaceae         C         HD         D, SO, So           Árbol         Tertininalia oxotat         Chirca         Apocynaceae         C         HD         D, SO, So           Árbol         Thoulnidium         Matapulgas, escobillo         Sapindaceae         C         HD         SD, So           Árbol         Trichilia adolfi         Uruc	Árbol			Apocynaceae	NC	HD	D, SD
Árbol         Styrax glabrescens         Resino         Styracaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Swietenia         Caoba         Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Tabebula         Cortez negro         Bignoniaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Tabebula ochracea         Corteza amarilla         Bignoniaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Tabebula ochracea         Roble sabana         Bignoniaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Tectana grandis         Teca         Verbenaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Terminalia obionga         Surá, guayabón         Combretaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Thevetia ovata         Chirca         Apocynaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Thevetia ovata         Chirca         Apocynaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Thouinidium davata         Matapulgas, escobillo decandrum         Sapindaceae         C         HD         SD, So           Árbol         Trichilla a	Árbol	Sterculia apetala		Malvaceae	NC	E	D, SD, So
Arbol Swietenia Caoba Meliaceae C E D, SD, So macrophylla  Arbol Tabebula Cortez negro Bignoniaceae C E D, SD, So impetiginosa  Arbol Tabebula Cortez negro Bignoniaceae C E D, SD, So impetiginosa  Arbol Tabebula ochracea Corteza amarilla Bignoniaceae C E D, SD, So Arbol Tabebula rosea Roble sabana Bignoniaceae C HD D, SD, So Arbol Tectona grandis Teca Verbenaceae C HD D, SD, So Arbol Terminalia obionga Surá, guayabón Combretaceae C E D, SD, So Arbol Thevetia ovata Chirca Apacynaceae NC HD SD, So Arbol Thevetia ovata Chirca Apacynaceae NC HD SD, So Arbol Thevetia ovata Chirca Apacynaceae NC HD SD, So Arbol Triema micrantha Jucó, capulín Malvaceae NC HE SD, So Arbol Triema micrantha Jucó, capulín Malvaceae NC HE SD, So Arbol Trichilla adolfi Uruca de montaña Meliaceae C HD D, SD, So Arbol Trichilla merricana Manteco Meliaceae C HD D, SD, So Arbol Trichilla merricana Manteco Meliaceae C HD D, SD, So Arbol Trichilla hirta Cedrán, Uruca de montaña Meliaceae C E D, SD, So Arbol Trichilla martiana Uruca de montaña Meliaceae C E D, SD, So Arbol Trichilla martiana Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla martiana Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla pallida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla pallida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla pallida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla pallida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla pallida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla pallida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla rifolia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla rifolia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla rifolia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla rifolia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla rifolia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla rifolia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla rifolia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilla rifolia Perenasa Ojochillo Moraceae NC E SD, So Arb	Árbol	Stermadenia ovobata	Bijarro	Apocynaceae	NC	HD	SD, So
Arbol Tabebuía Cortez negro Bignoniaceae C E D, SD, So impetiginasa Corteza amarilla Bignoniaceae C E D, SD, So impetiginasa Bignoniaceae C E D, SD, So SO Arbol Tabebuía ochracea Roble sabana Bignoniaceae C HD D, SD, So Arbol Tectona grandis Teca Verbenaceae C HD D, SD, So Arbol Tectona grandis Teca Verbenaceae C HD D, SD, So Arbol Terminalia obionga Surá, guayabón Combretaceae C E D, SD, So Arbol Thevetia ovata Chirca Apacynaceae NC HD SD, So Arbol Thouinidium Matapulgas, escobillo Sapindaceae C HD SD, So Arbol Trichilia adolfi Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia davanensis Uruca de montaña Meliaceae C HD D, SD, So Arbol Trichilia havanensis Uruca de montaña Meliaceae C E D, SD, So Arbol Trichilia martiana Uruca de montaña Meliaceae C E D, SD, So Arbol Trichilia patitia Cedrán, Uruca de montaña Meliaceae C E D, SD, So Arbol Trichilia patitia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia patitia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So SD, So Arbol Trichilia patitia Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia patitida Uruca de montaña Meliaceae C E SD, So Arbol Trichilia patitida D, SD, So Marbol Trichilia patitida D, SD,	Árbol	Styrax glabrescens	Resino	Styracaceae	С	E	D, SD, So
Árbol         Tabebuía impetiginosa         Cortez negro         Bignoniaceae         C         E         D, SD, SO impetiginosa           Árbol         Tabebuía orbracea         Corteza amarilla         Bignoniaceae         C         E         D, SD, SO           Árbol         Tabebuía rosea         Roble sabana         Bignoniaceae         C         HD         D, SD, SO           Árbol         Tectona grandis         Teca         Verbenaceae         C         HD         D, SD, SO           Árbol         Terminalia obionga         Surá, guayabón         Combretaceae         C         E         D, SD, SO           Árbol         Thevetia ovata         Chirca         Apocynaceae         NC         HD         SD, SO           Árbol         Thouinidium decandrum         Matapulgas, escobillo         Sapindaceae         C         HD         SD, SO           Árbol         Trichilia adolfi         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, SO           Árbol         Trichilia americana         Manteco         Meliaceae         C         E         D, SD, SO           Árbol         Trichilia hirta         Cedrán, Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, SO           <	Árbol		Caoba	Meliaceae	С	E	D, SD, So
Árbol         Tabebula rosea         Roble sabana         Bignoniaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Tectona grandīs         Teca         Verbenaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Terminalia obionga         Surá, guayabón         Combretaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Thevetia ovata         Chirca         Apacynaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Thoulnidium decandrum         Matapulgas, escobillo         Sapindaceae         C         HD         SD, So           Árbol         Trema micrantha         Jucó, capulín         Malvaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Trichilia adolfi         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilia avanensis         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Trichilia hirta         Cedrón, Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Trichilia palitida         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbo	Árbol		Cortez negro	Bignoniaceae	С	E	D, SD, So
Árbol         Tectona grandis         Teca         Verbenaceae         C         HD         D, SD, So           Árbol         Terminalia oblonga         Surá, guayabón         Combretaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Thevetia ovata         Chirca         Apocynaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Trioninidum decandrum         Matapulgas, escobillo         Sapindaceae         C         HD         SD, So           Árbol         Trema micrantha         Jucó, capullín         Malvaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Trichilla adolfi         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla havanensis         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Trichilla hirta         Cedrón, Uruca de Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Trichilla martiana         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla pallida         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla pl	Árbol	Tabebuia ochracea	Corteza amarilla	Bignoniaceae	С	E	D, SD, So
Árbol         Terminalia oblonga         Surá, guayabón         Combretaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Thevetia ovata         Chirca         Apacynaceae         NC         HD         SD, So           Árbol         Tribulinidium decandrum         Matapulgas, escobillo         Sapindaceae         C         HD         SD, So           Árbol         Trema micrantha         Jucó, capullín         Malvaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Trichilla adolfi         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla havanensis         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Trichilla hirta         Cedrón, Uruca de Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Trichilla martiana         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla pallida         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla pleeana         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Tr	Árbol	Tabebuia rosea	Roble sabana	Bignoniaceae	С	HD	D, SD, So
ÁrbolThevetia avataChircaApocynaceaeNCHDSD, SoÁrbolThouinidium decandrumMatapulgas, escobilloSapindaceaeCHDSD, SoÁrbolTrema micranthaJucó, capulínMalvaceaeNCHESD, SoÁrbolTrichilla adolfiUruca de montañaMeliaceaeCESD, SoÁrbolTrichilla havanensisUruca de montañaMeliaceaeCED, SD, SoÁrbolTrichilla hirtaCedrán, Uruca de montañaMeliaceaeCED, SD, SoÁrbolTrichilla martianaUruca de montañaMeliaceaeCESD, SoÁrbolTrichilla paliidaUruca de montañaMeliaceaeCESD, SoÁrbolTrichilla pleeanaUruca de montañaMeliaceaeCESD, SoÁrbolTrichilla trifoliaUruca de montañaMeliaceaeCESD, SoÁrbolTriplaris melacenodendronHormigoPolygonaceaeNCHDSD, SoÁrbolTrophis mexicanaOjochilloMoraceaeNCED, SD, SoÁrbolTrophis racemosaOjochilloMoraceaeNCED, SD, SoÁrbolXylosma intermediaPeipute, EspinoSalicaceaeNCESD, So	Árbol	Tectona grandis	Teca	Verbenaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol         Thouinidium decandrum         Matapulgas, escobillo         Sapindaceae         C         HD         SD, So           Árbol         Trema micrantha         Jucó, capulín         Malvaceae         NC         HE         SD, So           Árbol         Trichilla daolfi         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla havanensis         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Trichilla hirta         Cedrán, Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         D, SD, So           Árbol         Trichilla martiana         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla pallida         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla pleeana         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Trichilla trifolia         Uruca de montaña         Meliaceae         C         E         SD, So           Árbol         Triplaris         Hormigo         Polygonaceae         NC         HD         SD, So           Árbol	Árbol	Terminalia oblonga	Surá, guayabón	Combretaceae	С	E	D, SD, So
Árbol       Trema micrantha       Jucó, capulín       Malvaceae       NC       HE       SD, So         Árbol       Trichilia adolfi       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia americana       Manteco       Meliaceae       C       HD       D, SD, So         Árbol       Trichilia havanensis       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       D, SD, So         Árbol       Trichilia hirta       Cedrán, Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       D, SD, So         Árbol       Trichilia martiana       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia pleeana       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia trifolia       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Triplaris       Hormigo       Polygonaceae       NC       HD       SD, So         Árbol       Trophis mexicana       Ojochillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Trophis racemosa       Ojochillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So	Árbol	Thevetia ovata	Chirca	Apocynaceae	NC	HD	SD, So
Árbol       Trichilia adolfi       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia americana       Manteco       Meliaceae       C       HD       D, SD, So         Árbol       Trichilia havanensis       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       D, SD, So         Árbol       Trichilia hirta       Cedrán, Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia martiana       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia pallida       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia trifolia       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Triplaris       Hormigo       Polygonaceae       NC       HD       SD, So         Árbol       Trophis mexicana       Ojochillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Trophis racemasa       Ojochillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Xylosma Intermedia       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So <th>Árbol</th> <td></td> <td>Matapulgas, escobillo</td> <td>Sapindaceae</td> <td>С</td> <td>HD</td> <td>SD, So</td>	Árbol		Matapulgas, escobillo	Sapindaceae	С	HD	SD, So
Árbol       Trichilia americana       Manteco       Meliaceae       C       HD       D, SD, So         Árbol       Trichilia havanensis       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       D, SD, So         Árbol       Trichilia hirta       Cedrán, Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       D, SD, So         Árbol       Trichilia martiana       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia pallida       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia pleeana       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia trifolia       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Triplaris meliacea       Hormigo       Polygonaceae       NC       HD       SD, So         Árbol       Trophis mexicana       Ojachillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Trophis racemasa       Ojachillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Xylosma flexuosa       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So <th>Árbol</th> <td>Trema micrantha</td> <td>Jucó, capulín</td> <td>Malvaceae</td> <td>NC</td> <td>HE</td> <td>SD, So</td>	Árbol	Trema micrantha	Jucó, capulín	Malvaceae	NC	HE	SD, So
Árbol       Trichilia havanensis       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       D, SD, So         Árbol       Trichilia hirta       Cedrón, Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       D, SD, So         Árbol       Trichilia martiana       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia pallida       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia trifolia       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Triplaris menicana       Hormigo       Polygonaceae       NC       HD       SD, So         Árbol       Trophis mexicana       Ojochillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Trophis racemosa       Ojochillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Xylosma flexuosa       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So         Árbol       Xylosma intermedia       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So	Árbol	Trichilia adolfi	Uruca de montaña	Meliaceae	С	E	SD, So
Árbol       Trichilia hirta       Cedrán, Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       D, SD, So montaña         Árbol       Trichilia martiana       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia pallida       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia trifolia       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Triplaris       Hormigo       Polygonaceae       NC       HD       SD, So         Árbol       Trophis mexicana       Ojachillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Trophis racemasa       Ojachillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Xylosma flexuosa       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So         Árbol       Xylosma intermedia       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So	Árbol	Trichilia americana	Manteco	Meliaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol       Trichilia martiana       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia pallida       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia trifolia       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Triplaris melaenodendron       Hormigo       Polygonaceae       NC       HD       SD, So         Árbol       Trophis mexicana       Ojachillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Trophis racemasa       Ojachillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Xylosma flexuosa       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So         Árbol       Xylosma intermedia       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So	Árbol	Trichilia havanensis	Uruca de montaña	Meliaceae	С	E	D, SD, So
Árbol       Trichilia pallida       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia trifolia       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Triplaris meliaenodendron       Hormigo       Polygonaceae       NC       HD       SD, So         Árbol       Trophis mexicana       Ojachillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Trophis racemasa       Ojachillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Xylosma flexuosa       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So         Árbol       Xylosma intermedia       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So	Árbol	Trichilia hirta	,	Meliaceae	С	E	D, SD, So
Árbol       Trichilia pleeana       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Trichilia trifolia       Uruca de montaña       Meliaceae       C       E       SD, So         Árbol       Triplaris meliaenodendron       Hormigo       Polygonaceae       NC       HD       SD, So         Árbol       Trophis mexicana       Ojochillo       Moraceae       NC       E       D, SD, So         Árbol       Xylosma flexuosa       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So         Árbol       Xylosma intermedia       Peipute, Espino       Salicaceae       NC       E       SD, So	Árbol	Trichilia martiana	Uruca de montaña	Meliaceae	С	E	SD, So
Árbol     Trichilia trifolia     Uruca de montaña     Meliaceae     C     E     SD, So       Árbol     Triplaris     Hormigo     Polygonaceae     NC     HD     SD, So       Árbol     Trophis mexicana     Ojochillo     Moraceae     NC     E     D, SD, So       Árbol     Trophis racemosa     Ojochillo     Moraceae     NC     E     D, SD, So       Árbol     Xylosma flexuosa     Peipute, Espino     Salicaceae     NC     E     SD, So       Árbol     Xylosma intermedia     Peipute, Espino     Salicaceae     NC     E     SD, So	Árbol	Trichilia pallida	Uruca de montaña	Meliaceae	С	E	SD, So
Árbol     Triplaris melaenodendron     Hormigo     Polygonaceae     NC     HD     SD, So       Árbol     Trophis mexicana     Ojachillo     Moraceae     NC     E     D, SD, So       Árbol     Trophis racemasa     Ojachillo     Moraceae     NC     E     D, SD, So       Árbol     Xylosma flexuosa     Peipute, Espino     Salicaceae     NC     E     SD, So       Árbol     Xylosma intermedia     Peipute, Espino     Salicaceae     NC     E     SD, So	Árbol	Trichilia pleeana	Uruca de montaña	Meliaceae	С	E	SD, So
Arbol     Trophis mexicana     Ojochillo     Moraceae     NC     E     D, SD, So       Arbol     Trophis racemosa     Ojochillo     Moraceae     NC     E     D, SD, So       Arbol     Xylosma flexuosa     Peipute, Espino     Salicaceae     NC     E     SD, So       Arbol     Xylosma intermedia     Peipute, Espino     Salicaceae     NC     E     SD, So	Árbol	Trichilia trifolia	Uruca de montaña	Meliaceae	С	E	SD, So
Árbol     Trophis mexicana     Ojachillo     Moraceae     NC     E     D, SD, So       Árbol     Trophis racemosa     Ojachillo     Moraceae     NC     E     D, SD, So       Árbol     Xylosma flexuosa     Peipute, Espino     Salicaceae     NC     E     SD, So       Árbol     Xylosma intermedia     Peipute, Espino     Salicaceae     NC     E     SD, So	Árbol		Hormigo	Polygonaceae	NC	HD	SD, So
Árbol         Xylosma flexuosa         Peipute, Espino         Salicaceae         NC         E         SD, So           Árbol         Xylosma intermedia         Peipute, Espino         Salicaceae         NC         E         SD, So	Árbol		Ojachillo	Moraceae	NC	E	D, SD, So
Árbol Xylosma intermedia Peipute, Espino Salicaceae NC E SD, So	Árbol	Trophis racemosa	Ojachillo	Moraceae	NC	E	D, SD, So
	Árbol	Xylosma flexuosa	Peipute, Espino	Salicaceae	NC	E	SD, So
Árbol Xymenia americana Pepenance Olacaceae NC HD SD, So	Árbol	Xylosma intermedia	Peipute, Espino	Salicaceae	NC	E	SD, So
	Árbol	Xymenia americana	Pepenance	Olacaceae	NC	HD	SD, So

Informe técnico: "Caracterización florística y estructural de los Bosques presentes en el AP del PAACUME".

65





Elaborado por Desarrollador

Elabol ado por						Desairollad
Hábito	Nombre científico	Nombre común	FAMILIA BOTÁNICA	USO	Gremio Ecológ.	Estrato
Árbol	Zanthoxylum acuminatum	Lagartillo	Rutaceae	С	HD	SD, So
Árbol	Zanthoxylum fagara	Lagartillo	Rutaceae	NC	HD	SD, So
Árbol	Zanthoxylum	Lagarto, lagarto	Rutaceae	С	HD	D, SD, So
	rhoifalium	amarillo				
Árbol	Zanthoxylum	Lagarto	Rutaceae	С	HD	D, SD, So
Árbol	setulasum Zygia langifolia	Sotacaballo	Fabaceae-mimosoideae	NC	E	D, SD, So
Arbusto	Acalypha diversifolia	Gusanillo	Euphorbiaceae	NC	HE	So
Arbusto	Aegiphila	Tabaquillo	Verbenaceae	NC	HE	SD, So
	odontophylla					,
Arbusto	Anoda cristata	Sin NC	Malvaceae	NC	HE	So
Arbusto	Bunchasia cornifolia	Cerrecillo	Malpighiaceae	NC	HE	So
Arbusto	Bunchasia pilosa	Acerola de monte	Malpighiaceae	NC	HE	So
Arbusto	Byttneria aculeata	Cerbatana, uña de gato	Sterculiaceae	NC	HE	So
Arbusto	Cajanus cajan	Gandul, frijol de palo	Fabaceae-papilionoideae	NC	HE	So
Arbusto	Clibadium leiocarpum	Sin NC	Asteraceae	NC	HE	So
Arbusto	Hamelia patens	Coralillo, Pisi	Rubiaceae	NC	HE	So
Arbusto	Helicteres guazumifolia	Rabo de chancho	Malvaceae	NC	HE	So
Arbusto	Heteropterys Iaurifolia	Escobillo	Malpighiaceae	NC	HD	SD, So
Arbusto	Lantana camara	Cinco negritos, soterré	Verbenaceae	NC	HE	So
Arbusto	Laportea aestuans	Ortiguilla	Urticaceae	NC	HE	So
Arbusto	Malpighia glabra	Acerola	Malpighiaceae	NC	HE	So
Arbusto	Malvaviscus arboreus	Amapolita de montaña	Malvaceae	NC	HE	SD, So
Arbusto	Melanthera nivea	Paira, totolquelite	Euphorbiaceae	NC	HE	So
Arbusto	Mimosa pigra	Dormilona	Fabaceae-mimosoideae	NC	HE	So
Arbusto	Petrea volubilis	Lija, bejuco raspa	Verbenaceae	NC	HE	So
Arbusto	Piper aduncum	Cordoncillo	Piperaceae	NC	HE	So
Arbusto	Piper reticulatum	Cordoncillo	Piperaceae	NC	HE	So
Arbusto	Piper tuberculatum	Cordoncillo	Piperaceae	NC	HE	So
Arbusto	Porophyllum ruderale	Sin NC	Asteraceae	NC	HE	So
Arbusto	Psychatria	Cafesillo	Rubiaceae	NC	HE	So
	horizontalis					
Arbusto	Ricinus communis	Higuerilla, ricino	Euphorbiaceae	NC	HE	So
Arbusto	Senna hayesiana	Candelilo	Fabaceae- caesalpiniodeae	NC	HE	SD, So
Arbusto	Senna nicaraguensis	Abejoncillo	Fabaceae- caesalpiniodeae	NC	HE	SD, So
Arbusto	Senna pendula var. arabrata	Abejoncillo	Fabaceae- caesalpiniodeae	NC	HE	SD, So
Arbusto	Senna spinescens	Sin NC	Fabaceae- caesalpiniodeae	NC	HE	So
Arbusto	Solanum rovirosanum	Tomatillo de montaña	Solanaceae	NC	HE	So
Arbusto	Solanum rugosum	Tomatillo de montaña	Solanaceae	NC	HE	So
Arbusto	Tournefortia glabra	Maicillo, maiz de gallo	Boraginaceae	NC	HE	So
			*			

Informe técnico: "Caracterización florística y estructural de los Bosques presentes en el AP del PAACUME".

66





Elaborado por Desarrollador

Elabol ado poi					Desarrollad		
Hábito	Nombre científico	Nombre común	FAMILIA BOTÁNICA	uso	Gremio Ecológ.	Estrato	
Arbusto	Triumfetta bogotensis	Mozote	Tiliaceae	NC	HE	So	
Arbusto	Vernonia brachiata	Tuete	Asteraceae	NC	HE	So	
Arbusto	Vernonia patens	Tuete	Asteraceae	NC	HE	So	
Arbusto	Winteringia meiantha	Sulfatillo	Solanaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Allamanda cathartica	Jalapa, bejuco de San José	Apocynaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Arrabidaea chica	Bejuco cucharilla	Bignoniaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Bahuinia guianensis	Escalera de mono	Bignoniaceae	NC	HD	D, SD, So	
Bejuco-liana	Bahuinia monantha	Escalera de mono	Bignoniaceae	NC	HD	D, SD, So	
Bejuco-liana	Celtis iguanae	Cagalera	Ulmaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Chromolaena odorata	Sin NC	Asteraceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Cissus anisophylla	lasú, bejuco de agua	Vitaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Cissus erasa	lasú, bejuco de agua	Vitaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Cissus verticillata	lasú, bejuco de agua	Vitaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Cydista diversifolia	Bejuco morado	Bignoniaceae	NC	HE	D, SD, So	
Bejuco-liana	Davilla nitida	Raspa, bejuco raspa	Dilleniaceae	NC	HE	SD, So	
Bejuco-liana	Gouania luppuloides	Sin NC	Rhamnaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Hiraea reclinata	Sin NC	Malpighiaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Machaerium kegelli	Sin NC	Fabaceae-papilionoideae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Mandevilla hirsuta	Sin NC	Apocynaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Mansoa hymeneae	Ajillo	Bignoniaceae	С	HE	D, SD, So	
Bejuco-liana	Mikania micrantha	Guaco, Hoja de guaco	Asteraceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Passiflora vitifolia	Pasionaria, granadilla	Passifloraceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Paulinia sp	Sin NC	Sapindaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Rhabdadenia biflora	Sin NC	Apocynaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Serjania mexicana	Sin NC	Sapindaceae	NC	HE	So	
Bejuco-liana	Smilax sp		Smilacaceae	C	HD	So	
Cactus	Opuntia	Zarzaparilla Tuna	Cactaceae	NC	HE	So	
Cactus	guatemalensis	Tuna	Cactaceae	IVC	HE	30	
Cactus	Stenocereus aragonii	Cardón	Cactaceae	NC	HE	So	
Epifita	Syngonium hastiferum	Garrobo	Araceae	NC	HE	So	
Epífita	Syngonium podophyllum	Garrobo	Araceae	NC	HE	So	
Epífita	Tillandsia schiedeana	Chira	Bromeliaceae	NC	HE	So	
Helecho	Adiantum seemannii	Aliento de niño, helechillo	Pteridaceae	NC	E	So	
Helecho	Blechnum occidentale	Helecho	Blechnaceae	NC	HE	So	
Helecho	Cyclopeltis semicordata	Helecha	Tectariaceae	NC	HE	So	
Helecho	Lygodium venustum	Helechillo	Schizaeaceae	NC	HE	So	
Hierba	Amaranthus spinosus	Bledo espinoso	Amaranthaceae	NC	HE	So	
Hierba	Andropogon bicornis	Cola de venado	Poaceae	NC	HE	So	
Hierba	Aphelandra scabra	Camarón	Acanthaceae	NC	HE	So	





Elaborado por Desarrollador

Elaborado por						Desarrollad
Hábito	Nombre científico	Nombre común	FAMILIA BOTÁNICA	uso	Gremio Ecológ.	Estrato
Hierba	Baccharis trinervis	Alcotán, jalapatras	Asteraceae	NC	HE	So
Hierba	Bidens pilosa	Moriseco	Asteraceae	NC	HE	So
Hierba	Blechum pyramidatum	Somia	Acanthaceae	NC	HE	So
Hierba	Bromelia pinguin	Piñuela	Bromeliaceae	С	HD	So
Hierba	Callicarpa acuminata	Cucaracha	Verbenaceae	NC	HE	So
Hierba	Catharanthus roseus	Mariposa, palomilla, vinca	Apocynaceae	NC	HE	So
Hierba	Chamaecrista nictitans	Nahuatpatalillo	Fabaceae- caesalpiniodeae	NC	HE	So
Hierba	Chamaecyse hirta	Golondrino	Euphorbiaceae	NC	HE	So
Hierba	Chamaecyse hypericifalia	Golondrino	Euphorbiaceae	NC	HE	Sa
Hierba	Cnidoscolus urens	Hierba Santa, mala mujer	Euphorbiaceae	NC	HE	So
Hierba	Costus Iaevis	Caña agria, red cane	Costaceae	NC	HE	Sa
Hierba	Croton hirtus	Sin NC	Euphorbiaceae	NC	HE	So
Hierba	Cyperus compresus	Cayolillo, pelo de chino	Cyperaceae	NC	HE	So
Hierba	Cyperus luzulae	Cabezón	Cyperaceae	NC	HE	So
Hierba	Cyperus odoratus	Cayolillo, pelo de chino	Cyperaceae	NC	HE	So
Hierba	Desmodium adcendens	Pega-pega	Fabaceae-papilionoideae	NC	HE	So
Hierba	Desmodium axillare	Pega-pega	Fabaceae-papilionoideae	NC	HE	So
Hierba	Desmodium triflorum	Pega-pega	Fabaceae-papilionoideae	NC	HE	So
Hierba	Dioscorea bulbifera	Cacaí, ñame	Dioscoraceae	NC	HE	So
Hierba	Eclipta prostrata	Botoncillo, clavel de pozo	Asteraceae	NC	HE	So
Hierba	Elephantopus angustifolius	Sin NC	Asteraceae	NC	HE	So
Hierba	Eleusine indica	Pasto cabezón, pata de gallina	Poaceae	NC	HE	So
Hierba	Hyparrhenia rufa	Pasto Jaragua *	Poaceae	NC	HE	So
Hierba	Hyptis capitata	Bombillo, biojo, pelotilla	Lamiaceae	NC	HE	So
Hierba	Hyptis lantanifolia	Sin NC	Lamiaceae	NC	HE	So
Hierba	Hyptis suavealens	Chan	Lamiaceae	С	HE	So
Hierba	Lepianthes umbellata	Anisillo	Piperaceae	NC	HE	So
Hierba	Lepidium virginicum	Mastuerzo	Brassicaceae	NC	HE	So
Hierba	Ludwigia erecta	Clavillo	Onagraceae	NC	HE	So
Hierba	Ludwigia octavalvis	Clavillo	Onagraceae	NC	HE	So
Hierba	Mercadonia procumbens	Sin NC	Scrophulariaceae	NC	HE	So
Hierba	Mimosa albida	Dormilona	Fabaceae-mimosoideae	NC	HE	So
Hierba	Mimosa pudica	Dormilona	Fabaceae-mimosoideae	NC	HE	So
Hierba	Oplismenus burmannii	Zacate de chancho	Poaceae	NC	HE	So
Hierba	Panicum trichoides	Zacate de guinea	Poaceae	NC	HE	So

Informe técnico: "Caracterización florística y estructural de los Bosques presentes en el AP del PAACUME".





Elaborado por Desarrollador

boi dao poi						Desdi i oli
Hábito	Nombre científico	Nombre común	FAMILIA BOTÁNICA	uso	Gremio Ecológ.	Estrato
Hierba	Pavonia rosea	Sin NC	Malvaceae	NC	HE	So
Hierba	Phenax rugosus	Ortiguilla	Urticaceae	NC	HE	So
Hierba	Piper reticulatum	Cordoncillo	Piperaceae	NC	HE	So
Hierba	Piper tuberculatum	Cordoncillo	Piperaceae	NC	HE	So
Hierba	Priva Iappulacea	Zorrillo, mozote de gallina	Verbenaceae	NC	HE	So
Hierba	Psychotria chiapensis	Cafesillo	Rubiaceae	NC	HE	So
Hierba	Psychotria horizontalis	Cafesillo	Rubiaceae	NC	HE	So
Hierba	Rauvoifia tetraphylla	Guataco	Apocynaceae	NC	HE	So
Hierba	Razisea spicata	Coral, pavoncillo rojo	Acanthaceae	NC	HE	So
Hierba	Rhynchaspora contracta	Cuita de zoncho	Cyperaceae	NC	HE	So
Hierba	Richardia scabra	Chapaneo, tabaquillo	Rubiaceae	NC	HE	So
Hierba	Rivina humilis	Carmín	Phytolacaceae	NC	HE	So
Hierba	Rottboellia cochinchinensis	Zacate Indio, zacate de fuego	Poaceae	NC	HE	So
Hierba	Ruellia nudiflora	Hierba del cabro	Acanthaceae	NC	HE	So
Hierba	Russelia sarmentosa	Coralillo	Scrophulariaceae	NC	HE	So
Hierba	Sauvagesia erecta	Sin NC	Ochnaceae	NC	HE	Sa
Hierba	Scoparia dulcis	Mastuerzo	Scrophulariaceae	NC	HE	So
Hierba	Selaginella tarapotensis	Doradilla, alfombrilla	Selaginellaceae	NC	HE	So
Hierba	Sida rhombifolia	Escobilla	Malvaceae	NC	HE	So
Hierba	Solanum rudepannum	Tomatillo de monte	Solanaceae	NC	HE	So
Hierba	Spananthe paniculata	Sin NC	Apiaceae	NC	HE	So
Hierba	Tridax procumbens	Hierba de burro	Asteraceae	NC	HE	So
Hierba	Trifolium repens	Sin NC	Fabaceae-papilionoideae	NC	HE	So
Hierba	Verbena littoralis	Verbena	Verbenaceae	NC	HE	So
Hierba	Wissadula hirsuta	Sin NC	Malvaceae	NC	HE	So
Palma	Bactris guianensis	Bizcoyol	Arecaceae	С	HE	So
Palma	Acrocomia aculeata	Cayal	Arecaceae	С	HD	D, SD, So





Desarrollador

### Anexo n° 8. 2 Nota Propuesta de Compensación para la Reserva Biológica Lomas de Barbudal





Elaborado por Desarrollador



#### DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y DESARROLLO DE PROYECTOS

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras (Paacume)

> 16 de agosto de 2017 INDEP Paacume-0050-2017

Señora Marcela Gamboa Cortés Estudios Ambientales C.S. Gestión Ambiental Ingeniería y Construcción (ICE)

ASUNTO: Propuesta de Compensación para la Reserva Biológica Lomas Barbudal

Estimada Señora:

En el presente documento se establecen las labores realizadas en cuanto a la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB).

Como es de su conocimiento, uno de los componentes del Paacume es el embalse en el río Piedras, el cual cuenta con un espejo de agua de aproximadamente 850 hectáreas, delimitadas bajo la cota 50 m.s.n.m. y de las cuales, 113 hectáreas pertenecen a la RBLB, conforme con el levantamiento de campo realizado por el Senara.

Dado lo anterior, y considerando el artículo 71 del reglamento a la Ley de Biodiversidad, donde se establece: "Para la declaratoria, modificación o cambio de categoría de manejo de un Área Silvestre Protegida, deberá elaborarse un informe técnico, que estará coordinado por la instancia respectiva del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac)". Además, el artículo 72 del mismo reglamento brinda los criterios para la realización de dicho informe.

Para la elaboración del informe técnico, en enero de 2016 se suscribió el Convenio entre la Organización para Estudios Tropicales (OET) y el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara), bajo el nombre: "Establecimiento de la línea Base de Biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas Barbudal y finca adyacente".

Una vez realizado el informe técnico correspondiente, así como presentados los documentos pertinentes, se remitieron, en este caso, al Consejo Regional del Área de Conservación Arenal Tempisque (CORACAT), los cuales fueron analizados por este y remitidos al Consejo Nacional de Áreas de Conservación (CONAC), para finalmente realizar la respectiva gestión ante la Asamblea Legislativa, con el fin de obtener la aprobación mediante una ley de la República, según se estipula el artículo 38 de la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554, que autorice la desafectación de área de la RBLB.





Desarrollador

Elaborado por

16 de agosto de 2017 INDEP Paacume-0050-2017 Página 2



#### Establecimiento de la línea Base de Biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas Barbudal y finca adyacente

El objetivo del informe realizado por la OET, fue elaborar y definir la línea base de biodiversidad que permita determinar la integridad ecológica, relevancia y fragilidad de los ecosistemas presentes, así como la biodiversidad existente en el área de la RBLB a ser impactada directamente por el embalse río Piedras. A la vez, se efectúa un análisis comparativo entre un área de la RBLB, la cual va a ser inundada (113 hectáreas) y terrenos aledaños previamente seleccionados (189,30 hectáreas), los cuales pertenecen a la finca Asetrek Tres Azul S.A., para conocer las condiciones de similitud y factibilidad de utilizarse como zona de reemplazo y que sea ecológicamente equivalente. Es importante señalar que la finca en la que se realizó el Estudio fue seleccionada por su relación de conectividad con la RBLB y del área del embalse río Piedras, ya que es fundamental para el adecuado manejo y administración por parte del Sinac.

El procedimiento realizado por la OET para la evaluación de la compensación, se basa en una metodología llamada: Hábitat/Hectárea, la que corresponde a un sistema de puntajes, desarrollado por investigadores australianos y adaptada por la OET al bosque seco tropical de Costa Rica, la cual identifica una serie de indicadores de calidad de ambiente y otros factores (geofísicos, servicios ecosistémicos, entre otros), y asigna valores a cada uno de los indicadores de los hábitats a evaluar, con el fin de comparar dichos ambientes (RBLB y Finca Asetrek).

Se realizaron dos evaluaciones de compensación de forma independiente, una basada en indicadores de calidad de hábitat y la otra basada en diversidad y composición de comunidades.

El puntaje final resulta de la suma de los valores determinados para cada indicador y este representa la calidad de hábitat o la composición de comunidades en relación al hábitat de referencia, es decir, se calificó el área potencial de compensación (Asetrek) en relación a la RBLB (100%). A partir del resultado obtenido en el Estudio, fue posible estimar el número de hectáreas que se requieren para lograr un nivel de calidad de hábitat como el de la referencia y así compensar las 113 hectáreas a inundar en la RBLB.

Es importante señalar que el Estudio realizado por la OET consideró un área en la RBLB de 131,07 hectáreas, pues fue durante la ejecución del mismo, que el Senara realizó el trabajo de campo en topografía para elaborar el plano definitivo sobre el área efectiva requerida para el embalse, el cual dio como resultado 113 hectáreas; todas incluidas dentro de las 131,07 hectáreas estudiadas por la OET.

Además, el informe determinó que la RBLB cuenta con tres tipos de cobertura boscosa: bosque maduro en 24,71 hectáreas, bosque secundario en 9,13 hectáreas y bosque deciduo en 96,04 hectáreas. El bosque maduro en adelante será llamado bosque ripario, debido a que está relacionado a los cuerpos de agua de la zona y compuesto por remanentes de vegetación que







Elaborado por

Desarrollador

16 de agosto de 2017 INDEP Paacume-0050-2017 Página 3



subsisten en las riberas de los ríos y quebradas, constituido, en su mayoría, por especies siempre verdes. Además, la finca cuenta con 1,18 hectáreas en área no forestal y pastos.

En la finca Asetrek se identificaron 2,20 hectáreas de bosque ripario, 17,10 hectáreas de bosque secundario, 139,10 hectáreas de bosque deciduo y 30,90 hectáreas de áreas no forestales y pastos. El área de bosque ripario en Asetrek, corresponde a pequeñas áreas fragmentadas que se ubican en la zona de impacto directo del embalse, situación que llevó a la OET a no considerar su existencia para efectos de la asignación de puntajes en la evaluación realizada.

En cuanto al primer componente, es decir, según la calidad de hábitat, es necesario un área equivalente entre 290 y 332 hectáreas para compensar el área a inundar en la RBLB, debido a que la finca estudiada representa entre el 34,00 % y el 51,20 % del sitio de referencia (100 % RBLB). Estas diferencias indican que la finca Asetrek ha sido más perturbada y al no contar con cobertura de bosque ripario, se requerirán 332 hectáreas para la compensación, considerando el valor máximo probable que da como resultado la metodología aplicada.

Por otra parte, aplicando la metodología para diversidad y composición de comunidades, la finca Asetrek contiene un 45,00 % del sitio de referencia (100 % RBLB), es decir, la RBLB cuenta con una riqueza de especies mayor de los grupos taxonómicos estudiados, por lo que se necesitan 252 hectáreas mínimo para compensar el área afectada en la RBLB.

En conclusión, considerando el resultado obtenido por la aplicación de la metodología, tanto para calidad de hábitat como para diversidad y composición de comunidades, el sitio de compensación Asetrek es inferior en calidad de ambiente, composición y biodiversidad al sitio de la RBLB que sería inundado por el embalse río Piedras, razón por la cual, al considerar la condición más adecuada para la RBLB, la OET recomienda que se adquieran como mínimo 332 hectáreas del hábitat evaluado en Asetrek para resarcir las pérdidas en la RBLB.

#### 2. Parámetros a tomar en cuenta para definir las áreas de compensación

Al considerar el área de compensación propuesta como resultado del informe técnico elaborado, se realizó un análisis del sitio, para determinar el área para compensar las 113 hectáreas a inundar de la RBLB, atendiendo a los siguientes parámetros fundamentales:

- Cumplir con el área mínima requerida para la compensación, obtenida del informe técnico de la OET que corresponde a 332 hectáreas.
- Considerar que el área por adquirir para compensación cuente con la cantidad de bosque suficiente, según los tipos de cobertura que se encuentran en el área por inundar de la RBLB.







Desarrollador

Elaborado por

16 de agosto de 2017 INDEP Paacume-0050-2017 Página 4



- Que el área a comprar incluya las 189,30 hectáreas de la finca Asetrek que fueron estudiadas por la OET para las respectivas comparaciones entre el sitio potencial de compensación (Asetrek) y el sitio de referencia (RBLB).
- Que el área se pueda integrar adecuadamente al resto de la RBLB, respetando entre ellas el mayor porcentaje de colindancia posible.
- Que el área propuesta para la compensación, permita la conectividad de la RBLB con las zonas de protección que se considera dejar alrededor el futuro Embalse río Piedras como anillo de protección, principalmente en la margen izquierda del mismo.
- Limitar al máximo los linderos que integren áreas de potreros y pastos en las fincas propuestas, con el fin de prevenir y facilitar el control de incendios forestales dentro de la PRI R
- Uniformizar el lindero de la propiedad, para que el área de compensación permita el adecuado manejo por parte de la administración del SINAC en la RBLB.

#### 3. Determinación de las áreas de compensación

#### 3.1. Asetrek Tres Azul S.A.

Esta finca se encuentra a nombre de Asetrek Tres Azul S.A., cédula jurídica N° 3-101-370259, plano catastrado N° 5-666-1976, folio real N° 34932-000, situada en el distrito primero Bagaces, del cantón cuarto Bagaces, de la provincia de Guanacaste, con un área de registro de 751 hectáreas, de las cuales, una parte importante está dedicada a la producción agrícola y ganadera.

Una vez analizados los parámetros indicados en el punto 2, el resultado obtenido denota que el área que se debería comprar de la finca Asetrek es de 444,04 hectáreas. De esta área definida, se estima una presencia de bosque ripario de 6,14 hectáreas, bosque secundario en 59,50 hectáreas, bosque deciduo en 286,67 hectáreas, pastizales en 73,23 hectáreas y un área no forestal, es decir, un área de pastos con otras hierbas nativas de 18,51 hectáreas. Es importante aclarar, que de las 6,14 hectáreas de bosque ripario mencionadas anteriormente, 2,20 hectáreas se encuentran dentro del área de estudio (189,30 hectáreas); las 3,94 hectáreas restantes pertenecen al área definida para la compensación (444,04 hectáreas).

Si bien, el área propuesta de 444,04 hectáreas como compensación a las 113 hectáreas que serían inundadas de la RBLB cumple con los requerimientos establecidos con base en los resultados de la metodología de calidad de hábitat aplicada en el estudio por parte de la OET, la realidad es que esta área solo posee 6,14 hectáreas de bosque ripario con características similares al encontrado en el área por inundar en la RBLB. En estas circunstancias, se estimó pertinente la búsqueda de un área adicional que pueda solventar esta deficiencia de bosque del área de compensación en la finca Asetrek, cumpliendo con los parámetros mencionados anteriormente.







Desarrollador

Elaborado por

16 de agosto de 2017 INDEP Paacume-0050-2017 Página 5



#### 3.2. Brindis de Amor en Liberia S.A.

En conjunto con la OET y funcionarios de la RBLB (Sinac), se identificó una segunda finca potencial para compensación, ubicada en el lindero noroeste de la RBLB a nombre de Brindis de Amor en Liberia S.A., cédula jurídica N° 3-101-238405, plano catastrado N° 5-605106-1985, folio real N° 42456-000, situada en el distrito primero Bagaces, del cantón cuarto Bagaces, de la provincia de Guanacaste, con un área de plano de 86 hectáreas con 9620,16 m².

Según conversaciones con funcionarios de la RBLB (Sinac) y personas que conocen la finca Brindis de Amor, se menciona que la misma ha estado en protección durante al menos veinte años, y aunque no se encuentra bajo el Programa de Pago de Servicios Ambientales del Fonafifo, programa del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae), se ubica en una zona de prioridad de importancia hídrica, ya que la finca es atravesada por el río Cabuyo, un cuerpo de agua permanente que irriga la RBLB.

De acuerdo a lo anterior, la OET procedió a realizar un diagnóstico de esta finca y determinó que cuenta con un área de 15,87 hectáreas de bosque ripario, 8,40 hectáreas de bosque secundario, 45,20 hectáreas de bosque deciduo y 17,49 hectáreas corresponden a zonas de pastizales que muestran estadios tempranos de sucesión de bosque deciduo.

Un aspecto importante, es que el área de bosque ripario en esta finca puede constituirse un área núcleo de especies para repoblar otros ambientes riparios en la propiedad. Aunque esta situación no es cronológicamente correspondiente a la pérdida en la RBLB, según la OET, si es una considerable ventaja ya que esta área núcleo permite a corto plazo una restauración e incorporación de nuevos bosques riparios, situación que no se estaría dando en la propiedad de Asetrek.

El bosque deciduo, así como el bosque secundario en Brindis de Amor han sido protegidos, tal y como se mencionó anteriormente, por al menos veinte años y no hay registros de talas ni fuegos recientes, por lo que están en mejor condición de estructura y composición que los encontrados en el sitio de potencial impacto en la RBLB o en la propiedad de Asetrek. Aunque no es el objetivo principal, la anexión de este tipo de bosque de Brindis de Amor a la RBLB si implica una ganancia significativa en estas coberturas forestales.

El establecimiento de línea base de biodiversidad para la RBLB evidenció el incremento en diversidad de diferentes grupos taxonómicos como respuesta a la existencia de fuentes de agua permanentes, condición que se ve muy favorecida en la finca Brindis de Amor que posee varias fuentes de agua permanentes, incluyendo el río Cabuyo y sus afluentes, lo que da un valor agregado a esta finca.

Es importante hacer referencia a los estudios de la Dra. Susan Perry (Universidad de California, Los Ángeles, USA), los cuales señalan que tropas de monos carablanca (Cebus capuccinus) de la







Elaborado por

Desarrollador

16 de agosto de 2017 INDEP Paacume-0050-2017 Página 6



RBLB utilizan los bosques dentro de Brindis de Amor como sitios de alimentación y descanso; es decir, hay evidencia de un constante flujo de animales entre la RBLB y Brindis de Amor como sitio de forrajeo, lo que demuestra la importancia biológica al incorporar un elemento extra para la RBLB.

Aunado a los valores agregados que se mencionan, también debe considerarse que esta finca cuenta con una serie de infraestructuras que pueden ser utilizada por la administración de la RBLB (Sinac) como un sitio de control para la misma.

#### 3.3. Hacienda Ciruelas SP S.A.

Con la propuesta de compensación planteada (Asetrek y Brindis de Amor), se procedió a remitir la misma al Ministro de Ambiente y Energía, para que se le diera el trámite correspondiente de acuerdo a lo establecido en el artículo 71 del reglamento de la Ley de Biodiversidad. El CORACAT, según acuerdo N° 01, en sesión extraordinaria celebrada el 05 de julio de 2017 y el CONAC, en sesión extraordinaria N° 03 del 11 de julio de 2017, consideran que la suma de áreas propuestas de bosque ripario (Asetrek y Brindis de Amor) corresponde a 18,07 hectáreas, un área menor que el fragmento que se perdería en el sitio de inundación de la RBLB (24,71 hectáreas).

Por tanto, estas instancias plantean la identificación de un área adicional para la propuesta de compensación, que contenga bosque ripario y que permita así resarcir el faltante en hectáreas para este tipo de ecosistema. El faltante sería alrededor de 6,64 hectáreas de bosque ripario, debido a que el área debe ser compensada por otra de igual tamaño (24,71 hectáreas) que cumpla con los mismos fines y que posea semejantes condiciones ecosistémicas, es decir, en una relación mínima de 1:1 en cuanto a áreas con presencia de este tipo de bosque.

Después de analizar una serie de propuestas como posibles áreas de compensación del bosque ripario faltante y en conjunto con los funcionarios del Sinac, se ubica un área de 40 hectáreas de la finca Hacienda Ciruelas SP S.A., cédula jurídica N° 3-101-290749, dentro del plano catastrado N° 5-734177-2001, folio real N° 034930-000, situada en el distrito primero Bagaces, del cantón cuarto Bagaces, de la provincia de Guanacaste, con un área total de 1299 hectáreas 1699,15 m².

Dicha área se encuentra en colindancia con la finca Brindis de Amor, en el lindero sur de la misma, así como también limita con la RBLB en su extremo noroeste. El área de 40 hectáreas propuestas de la Hacienda Ciruelas, poseen un total de 8,49 hectáreas de bosque ripario, 2,44 hectáreas de bosque secundario, 26,91 hectáreas de bosque deciduo y 2,16 hectáreas de pastos. Cabe resaltar que el bosque ripario se encuentra en su mayoría a la orilla de la quebrada Amores, la cual pasa por esta finca y desemboca a su vez en el río Cabuyo, dentro de la RBLB.

Para el análisis de los datos y el cálculo de las áreas de esta propuesta se utilizó el programa QGIS, con la capa de cobertura de tipos de bosques del Atlas Digital de Costa Rica 2012







Desarrollador

Elaborado por

16 de agosto de 2017 INDEP Paacume-0050-2017

Página 7



(tiposdebosque2012\_INFV5crtm05), así como también las imágenes del Google Earth 2017, con el fin de corroborar la existencia de este tipo de bosque en la Hacienda Ciruelas. Sin embargo, es necesario la validación de los datos.

#### 4. Propuesta de Compensación para la Reserva Biológica Lomas Barbudal

El estudio de línea base de biodiversidad realizado por la OET estimó la necesidad de adquirir un área de 332 hectáreas para la compensación de 113 hectáreas dentro de la RBLB que se requieren para la construcción del embalse en el río Piedras, sin embargo, con base en lo anteriormente expuesto, se hace la siguiente propuesta de áreas de compensación por adquirir para ser integradas a la RBLB:

- De la finca Asetrek Tres Azul S.A., un total de 444,04 hectáreas.
- La totalidad de la Finca Brindis de Amor en Liberia S.A., con un área de 86,96 hectáreas.
- 3. De la finca Hacienda Ciruelas SP S.A., un total de 40,00 hectáreas.

En total, se propone la compra de 571 hectáreas (Figura N° 1), lo que representa un factor de 5,05 veces el área que se verá afectada en la RBLB, con una semejanza en tipos de bosques, conforme con lo que se indica en la Tabla N° 1. Cabe destacar que el área de la RBLB aumentará en 458 hectáreas.

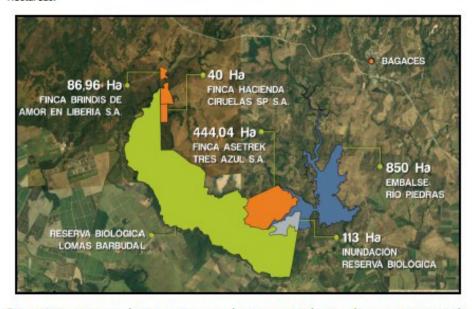


Figura N° 1: Croquis del área del embalse, el área de afectación y las áreas de compensación propuestas.







Elaborado por

Desarrollador

16 de agosto de 2017 INDEP Paacume-0050-2017 Página 8



Tabla Nº 1: Comparación de área por tipo de cobertura entre el área afectada de la RBLB y el área total propuesta para compensación.

Tipo de cobertura	Área afectada en la RBLB (Ha) <sup>1</sup>	Área total propuesta de compensación (Ha)
Bosque maduro (Ripario)	24,71	30,502
Bosque secundario	9,13	70,34
Bosque deciduo	96,05	358,78
Pastos	0,79	92,88
Áreas no forestales	0,39	18,50
TOTAL	131,07	571,00

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> La OET realizó el estudio sobre 131,07 hectáreas, razón por la cual se usa este valor para realizar la comparación.

Es importante mencionar, que el informe técnico realizado por la OET establece un área de compensación que considera la condición actual de los terrenos que se están valorando. Es decir, no se hace ninguna valoración sobre las mejoras que a futuro puedan tener las áreas propuestas al ser incorporadas a la RBLB como compensación, como parte de un régimen de protección.

Sin embargo, es primordial suponer que dentro de los beneficios que a futuro tendrá la regeneración de pastizales que poseen las fincas propuestas, se encuentra la contribución al establecimiento de bosque secundario, la fijación de carbono (CO<sub>2</sub>), protección de suelos, ganancia de cobertura, protección de la biodiversidad y de la belleza escénica del lugar, protección de fuentes de agua, a la vez que contribuye a aumentar su valor ecológico, económico y social. Es decir, la nueva superficie establecida bajo el régimen de protección, tendrá una tendencia a mejorar la condición de la RBLB actual, tanto en calidad de hábitat como en diversidad y composición de comunidades.

Según indica Quesada (2008), en su Manual para promover la regeneración natural en pastos degradados en el Pacífico Central y Norte de Costa Rica, "para revertir áreas de pastos en bosques a través de métodos de regeneración natural, deben tener una ubicación estratégica a fuentes semilleras y cercanía a parches boscosos", condiciones que presentan las fincas propuestas.

Estás condiciones hacen predecir que si bien en la actualidad las 91,73 hectáreas (zona de pastizales de 73,23 hectáreas y un área no forestal de 18,50 hectáreas) en Asetrek, las 17,49 hectáreas de pastos en Brindis de Amor y 2,16 hectáreas de pasturas en Hacienda Ciruelas, no aportan valor a la estimación del área de compensación, en pocos años, bajo un régimen de protección como el de la RBLB y un manejo controlado de fuegos, está superficie podría incorporarse a las distintas etapas de sucesión de bosques secundarios.



Esta área de bosque ripario contempla las 3,94 hectáreas de la finca Asetrek que no fueron consideradas por el CORACAT y el CONAC.





Elaborado por

Desarrollador

16 de agosto de 2017 INDEP Paacume-0050-2017 Página 9



#### 5. Actividades en desarrollo

El proyecto de ley denominado: "Ley para la modificación de límites de la Reserva Biológica Lomas Barbudal, para el desarrollo del Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras", fue presentado ante la Asamblea Legislativa el 20 de julio de 2017, bajo el expediente N° 20465 y el 25 de julio de 2017, fue entregada por el Presidente de la República a los diputados de la Provincia de Guanacaste, durante la celebración del Consejo de Gobierno en Nicoya. Por tanto, se está a la espera de la resolución de la gestión realizada ante la Asamblea Legislativa.

Cualquier consulta no dude en comunicarse conmigo o con la Ing. Nora Pineda.

Atentamente,

mulul

Ing. Marianela Chaves Rivera Gestión Ambiental, Paacume Senara



Cc: Ing. Marvin Coto Hernández, Senara Ing. Álvaro González Masís, Senara Ing. Nora Pineda Cordero, Senara Ing. Kermith Carvajal Salas, ICE Archivo







Desarrollador

Anexo n° 8. 3 Establecimiento de la Línea Base de Biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB) y finca adyacente





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### Establecimiento de la línea Base de Biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB) y finca adyacente

### **Informe Final**



Junio, 2017





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

#### Investigadores

#### **AUTORES**

Mahmood Sasa Marin, Ph.D. (Coordinador general y análisis cuantitativo) Estación Biológica Palo Verde, Organización para Estudios Tropicales Instituto Clodomiro Picado, Universidad de Costa Rica. <a href="mailto:msasamarin@gmail.com">msasamarin@gmail.com</a>

**Davinia Beneyto Garrigós**, MSc. (Coordinador logístico) Estación Biológica Palo Verde, Organización para Estudios Tropicales Universidad de Valencia: davinia.beneyto@tropicalstudies.org

Federico Oviedo Brenes, Lic. (Composición vegetación)

Estación Biológica Las Cruces, Organización para Estudios Tropicales Federico.oviedo@tropicalstudies.org / copaifera2003@yahoo.com

Edgardo Arévalo-Hernández, Ph.D. (Composición avifauna)

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica The School for Field Studies: earevalo@fieldstudies.org

Ragde Sánchez Talavera, MSc. (Composición mastofauna)

Investigador independiente: ragde1578@yahoo.com.mx

Fabián Bonilla Murillo, MSc. (Composición herpetofauna)

Instituto Clodomiro Picado, Universidad de Costa Rica: fbonillamurillo@gmail.com

Lilliam del Socorro Morales (Composición vegetación)

Estación Biológica Palo Verde, Organización para Estudios Tropicales gmoralslill@gmail.com

Ronald Vargas Castro (Composición entomofauna)

Soltis Center for Research & Education): Ronald.vargas@exchange.tamu.edu

Juan Serrano Sandí (Sistemas Información Geográfica)

Estación Biológica Palo Verde, Organización para Estudios Tropicales juan.serrano@tropicalstudies.org





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

#### **COLABORADORES**

Gisela Zamora Bermúdez (Entomología)

Investigadora independiente: giselazmra@gmail.com

Federico Chichilla (Evaluación calidad de hábitat)

Organización para Estudios Tropicales

Carolina Esquivel Dobles (Evaluación calidad de hábitat)

Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional

David Villalobos (Mastozoología)

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica: avi3187@gmail.com

Luis Girón (Mastozoología)

Universidad de El Salvador.

Argerie Jiménez Murillo (Herpetología)

Investigadora independiente: <a href="mailto:argery17@hotmail.com">argery17@hotmail.com</a>

Jazmín Arias Ortega (Ictiología/Herpetología)

Instituto Clodomiro Picado, Universidad de Costa Rica: Ijaz1685@gmail.com

Edwin Moscoso Suárez (Ictiología)

Instituto Clodomiro Picado, Universidad de Costa Rica.

Carlos Andrés Bravo Vega (Herpetología)

Universidad de los Andes en Bogotá, Colombia: ca.bravo955@uniandes.edu.com

Jean Karl McQueen (Descomposición de materia orgánica)

Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional

Davy González (Asistencia de campo)

Estación Biológica Palo Verde, Organización para Estudios Tropicales

**Alexander Blanco** (Asistencia de campo)

Estación Biológica Palo Verde, Organización para Estudios Tropicales

Romelio Campos (Organización para Estudios Tropicales)

Estación Biológica Palo Verde, Organización para Estudios Tropicales

**Yeremy Segura Quesada** (Organización para Estudios Tropicales)

Estación Biológica Palo Verde, Organización para Estudios Tropicales





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### **Resumen Ejecutivo:**

El proyecto Embalse Rio Piedras es parte del proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras, una iniciativa del gobierno que busca proveer agua para el desarrollo agrícola en la margen derecha del Río Tempisque y para los desarrollos costeros en la Península de Nicoya. En el marco de esta iniciativa el embalse pretende almacenar el excedente de agua del canal oeste del Distrito de Irrigación Arenal Tempisque y ponerla a disposición de nuevas zonas de irrigación. Por su posición geográfica y el relieve de la zona, el embalse Rio Piedras afectaría directamente un sitio dentro de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal, un área silvestre protegida creada en 1986 con el fin de resguardar los ambientes del bosque seco tropical y su diversidad biológica. El área en conflicto ha sido estimada en casi 113 hectáreas bajo la cota de 50 m de elevación, que quedarían inundadas una vez construido el embalse. Dada la magnitud del impacto, que sustituiría el actual hábitat terrestre por un ambiente acuático, la legislación del país obliga a contemplar medidas de compensación que permitan resarcir las pérdidas en el ambiente como consecuencia del proyecto. La situación es más sensible por tratarse un área silvestre estatal bajo un régimen de protección restrictivo, como lo es el de Reserva Biológica.

Con el fin de determinar las características biológicas y geofísicas de los ambientes que serían sustituidos por el embalse, SENARA (responsable del proyecto Rio Piedras), solicita ayuda a la Organización para Estudios Tropicales para establecer el estudio de línea base sobre el sitio de afectación directa dentro de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal. En los términos de referencia del estudio solicitado, se especifica además la necesidad de evaluar los mismos componentes de biodiversidad en una finca adyacente propiedad de ASETREK Tres Azul S.A., valorando además su potencial para compensar las pérdidas en Lomas de Barbudal. En ese contexto, se desea establecer el área de equivalencia necesaria para realizar dicha compensación.

Para cumplir con los objetivos planteados, se caracterizó el ambiente a partir de atributos geofísicos, estructura de vegetación, así como del análisis de diversidad de distintos grupos taxonómicos, tanto en el sitio de Lomas de Barbudal como en el sitio de potencial compensación en ASETREK. Con esa información, se evaluó la calidad del hábitat en ASETREK en términos de la calidad observada en Lomas de Barbudal, empleando para ello una versión modificada del Método Hábitat/Hectárea.

4





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Este método fue desarrollado por investigadores australianos para evaluar cobertura vegetal y su capacidad de compensación. Hábitat/Hectárea identifica una serie de indicadores de calidad del ambiente y asigna valores a cada indicador del hábitat a evaluar en relación a los de un hábitat referencia. El puntaje final resulta de la sumatoria de los valores asignados a cada uno de los indicadores y representa la calidad del hábitat a evaluar respecto al de la referencia. A partir de ese puntaje es posible estimar el número de hectáreas del hábitat que se requieren para lograr un nivel de calidad como el de la referencia.

Se realizaron dos evaluaciones de compensación de forma independiente, una basada en indicadores de calidad de hábitat y la otra basada en diversidad y composición de comunidades. La evaluación de calidad de hábitat fue establecida sobre atributos geofísicos (composición de suelos, atributos geomorfológicos); calidad de paisaje (tipo de hábitat, tamaño de fragmento, conectividad); estructura de vegetación (dominancia de árboles, cobertura de dosel, hábitos de especies de sotobosque, biomasa en pie, cobertura de hierbas, reclutamiento, cantidad de hojarasca y troncos caídos) y servicios ecosistémicos (producción de agua, descomposición de materia orgánica y fijación potencial de carbono). Para la evaluación de diversidad y composición de comunidades se incluyó: plantas vasculares, avifauna, mamíferos, herpetofauna, ictiofauna y diversidad de insectos del sotobosque.

El sitio de afectación en Lomas de Barbudal posee tres tipos de ambientes, cada uno correspondiendo a una cobertura forestal distinta: bosque deciduo, bosque secundario y bosque maduro asociado a las quebradas en el sitio y por lo tanto, llamado aquí bosque ripario. El bosque deciduo representa el 70% de la cobertura forestal en ese sitio, y corresponde a un estadío de sucesión temprano caracterizado por ser abierto y estar constituido por especies pioneras y por presentar una baja densidad de árboles. El bosque secundario posee mayor estructura y corresponde a un estadio más avanzado donde persisten árboles dominantes. Finalmente, el bosque ripario, integrado principalmente por especies siempre verdes y con árboles dominantes, es uno de las asociaciones vegetales más amenazadas de la región. Cerca de 30 hectáreas existen en el sitio de afectación, lo que representa cerca del 11% de la cobertura de ese tipo de asociación de la Reserva Biológica. El sitio de compensación también es heterogéneo en cobertura forestal y cuenta con bosque deciduo, bosque secundario y zonas de pastizal y no forestales. Este sitio no dispone de bosque ripario.





Elaborado por

Desarrollador

#### Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Un total de 411 especies, representantes de los grupos taxonómicos de plantas y vertebrados estudiados, fueron identificadas en nuestro estudio. Se suman a ellos 95 familias de artrópodos del sotobosque identificadas a la fecha. Esta cifra constituye una significativa proporción de la diversidad del bosque seco tropical que es protegida por la Reserva Biológica Lomas de Barbudal. Nuestros datos revelan que existen diferencias entre la diversidad resultante entre los sitios estudiados. Así, el sitio en la Reserva Biológica produjo estimados de riqueza de especies mayores que los estimados en el potencial sitio de compensación en ASETREK. Además, las especies encontradas en la Reserva Biológica no son las mismas que las encontradas en ASETREK: las mayores similitudes en composición se encontraron en la comunidad de anfibios, familias de artrópodos y aves, con 79%, 76% y 62% de especies compartidas, mientras que para plantas leñosas y mamíferos los sitios comparten tan solo el 55% y 50% de sus especies. Para reptiles, peces y plantas herbáceas los sitios en Lomas de Barbudal y ASETREK comparten 39%, 34% y 33% de las especies. Esas discrepancias hacen que la composición de especies en ASETREK represente cerca del 45 % de la cuantificada en la referencia.

Nuestros análisis revelan que en general, el sitio potencial de inundación en Lomas de Barbudal posee mayor estructura, más árboles dominantes, biomasa y potencial para fijar carbono. El aporte del bosque ripario a estos indicadores es innegable, pero también se observaron diferencias entre las coberturas de bosque secundario de Lomas de Barbudal y la de ASETREK, este último mostrando los valores más bajos. Estas diferencias indican que el ambiente en el sitio de compensación en ASETREK ha sido más perturbado que el sitio en Lomas de Barbudal. En término de estructura y calidad del ambiente, el hábitat en ASETREK obtuvo un menor puntaje que la referencia, equivalente a un 51.2% de su calidad. La incertidumbre derivada de la heterogeneidad de los ambientes presentes reduce el estimado de puntuación de calidad del ambiente, por lo que el mínimo valor de calidad de ambiente posible estimada a partir de nuestros datos resulta en 34 pts. Al tratarse de un ambiente de menor calidad, se requeriría de unas 332 hectáreas de un hábitat como el observado en ASETREK para compensar la pérdida de las 113 hectáreas de la referencia.

Por lo tanto, el sitio de potencial compensación en ASETREK es inferior en calidad de ambiente, composición y biodiversidad al sitio que sería impactado directamente por el Embalse Rio Piedras dentro de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal. Siguiendo el procedimiento para la estimación del área necesaria para resarcir pérdidas derivadas del impacto, recomendamos anexar al menos 332 Ha del tipo de hábitat observado en el sitio potencial de compensación para resarcir las pérdidas que sufrirá la Reserva Biológica Lomas de Barbudal por el Embalse Piedras.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Una propuesta es asignar la parte boscosa de ASETREK como área de compensación. Para ello se requiere segregar 444 Ha de dicha propiedad, con el fin de unir los fragmentos de bosque disponibles. Aún asi, ese terreno no incluye la cobertura de bosque ripario, por lo que se sugiere anexar adicionalmente a Bridis de Amor, una propiedad de 86 Ha adyacente al extremo norte de la Reserva Biológica y que posee casi 16 hectáreas de bosque ripario. La incorporación de ambas propiedades (ASETREK segregado y Brindis de Amor) suponen la anexión de 530 hectáreas en compensación por las 113 Ha que se perderían en la Reserva Lomas d Barbudal.

De realizarse, el proyecto Embalse Rio Piedras sustituiría un ambiente terrestre por otro acuático. Recomendamos que al humedal resultante le sea asignada una categoría de protección de Refugio de Vida Silvestre, de manera que se respete la diversidad biológica y los procesos ecológicos que en él se desarrollen. Recomendamos que el ACAT-SINAC tome un papel protagónico en el manejo y protección de dicho embalse y de las áreas anexadas a la Reserva Biológica. Los costos de estas acciones deberán ser en parte sufragados por canones en las actividades productivas que deriven del embalse, tanto en el sector de producción agrícola como en los desarrollos turísticos a los que se les facilite recurso hídrico. Recomendamos además que estos cambios biológicos tanto en Lomas de Barbudal como en el embalse sean documentados y que se establezca un seguimiento sobre las nuevas comunidades bióticas conforme estas vayan estableciéndose en el lugar. Adicionalmente, el seguimiento y evaluación de la zona anexada a través de un programa de investigación a mediano o largo plazo resultaría la mejor manera de evaluar los verdaderos alcances de la compensación como estrategia de manejo medioambiental.

Durante nuestro estudio se evidenció tala de árboles en la propiedad de ASETREK. Una preocupación es que el ambiente en ese sitio siga modificándose durante los próximos años, invalidando eventualmente nuestras estimaciones de compensación. Se recomienda que SINAC desarrolle un programa de monitoreo en las propiedades propuestas para asegurar la validez de la compensación.





Elaborado por

Desarrollador

### Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### Índice de Contenido

Investigadores	4
AUTORES	
COLABORADORES	3
Resumen Ejecutivo:	4
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	20
1.1. Compensación ambiental.	21
1.1.1. JERARQUÍA DE LA MITIGACIÓN Y SUS LIMITACIONES	21
1.1.2. Equivalencia ecológica en compensación ambiental	22
1.1.2.1. Definir componentes meta y alcances	24
1.1.2.2. Indicadores apropiados	25
1.1.2.3. Procedimientos de puntuación de los indicadores	25
1.1.2.4. Tiempo y equivalencia ecológica	26
1.1.2.5. Incertidumbre	27
1.1.3. EL MÉTODO HÁBITAT/HECTÁREA	28
1.2. Compensación ambiental en Costa Rica.	30
1.2.1. LEGISLACIÓN SOBRE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.	30
1.2.2. Situación en Costa Rica.	33
1.3. Antecedentes	3
1.3.1. LÍNEA BASE PARA EL POSIBLE EMBALSE DEL RÍO PIEDRAS.	3
1.3.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE LÍNEA BASE	3
1.3.2.1. Objetivos Generales	3
1.3.2.2. Objetivos Específicos:	3
1.3.3. METODOLOGÍA GENERAL PARA EL ESTUDIO DE LÍNEA BASE	39
1.3.3.1. Ubicación de sitios de estudio	39
1.3.3.2. Periodos de muestreo	40
1.3.3.3. Generalidades de los Componentes seleccionados para establecer la Línea Base	4:
1.3.3.4. Equivalencia ecológica entre el sitio potencial de inundación en la RBLB y sitio potencia compensación en ASETREK.	
1.3.3.5. Incertidumbre en el método.	43





Elaborado por

Desarrollador

CAPÍTULO II. CALIDAD DE HÁBITAT	45
2.1. Componentes de calidad de hábitat	46
2.1.1. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE HÁBITAT.	46
2.1.2. JUSTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE CALIDAD DE HÁBITAT.	48
2.2. Componente Atributos geofísicos	<mark>4</mark> 9
2.2.1. OBJETIVOS	49
2.2.2. METODOLOGÍA	49
2.2.2.1. Atributos geomorfológicos.	49
2.2.2.2. Caracterización edafológica	50
2.2.3. RESULTADOS.	51
2.2.3.1. Caracterización geomorfológica	51
2.2.3.2. Caracterización edafológica	54
2.2.4. CONCLUSIONES.	
2.3. Componente Contexto de Paisaje	
2.3.1. OBJETTVOS	
2.3.2. METODOLOGÍA	
2.3.2.1. Identificación de coberturas de bosque y SIG	
2.3.2.2. Indicadores de la vegetación en el contexto de paisaje	
2.3.2.3. Puntaje componente contexto de paisaje	
2.3.3. RESULTADOS	
2.3.3.1. Tipos de coberturas	
2.3.3.2. Área de cobertura	
2.3.3.3. Conectividad.	
2.3.4. CONCLUSIONES	67
2.4. Componente Condición de sitio basado en estructura de vegetación	69
2.4.1. OBJETIVOS	69
2.4.2. METODOLOGÍA	69
2.4.2.1. Muestreo de vegetación.	69
2.4.2.2. Indicadores de calidad del hábitat basado en vegetación y su puntaje	70
2.4.3. RESULTADOS	79
2.4.3.1. Estructura en diferentes coberturas forestales	
	9





Elaborado por

Desarrollador

2.4.3.2. Árboles dominantes	82
2.4.3.3. Cobertura de dosel.	84
2.4.3.4. Formas de vida en sotobosque	85
2.4.3.5. Área basal y biomasa en pie	86
2.4.3.6. Cobertura de hierbas.	89
2.4.3.7. Reclutamiento.	90
2.4.3.8. Cantidad de hojarasca en mantillo.	93
2.4.3.9. Cobertura de troncos en suelo.	94
2.4.3.10. Estado general de sitio.	95
2.4.4. CONCLUSIONES	96
2.5. Componente Servicios Ecosistémicos	98
2.5.1. OBJETIVOS	98
2.5.2. METODOLOGÍA	98
2.5.2.1. Fuentes de agua	99
2.5.2.2. Descomposición de materia orgánica	99 104
2.5.3.1. Fuentes de agua.	104
2.5.3.2. Descomposición materia orgánica.	105
2.5.3.3. Fijación potencial de CO <sub>2</sub> .	106
2.5.4. CONCLUSIONES.	107
2.6. Conclusiones Calidad de Hábitat	108
CAPITULO III. COMPOSICIÓN DE COMUNIDADES	110
3.1. Componentes de Composición	111
3.1.1. DETERMINACIÓN DE COMPOSICIÓN DE COMUNIDADES	111
3.1.2. JUSTIFICACIÓN DE COMPONENTES Y SU PUNTAJE	112
3.1.2.1. Componente: Composición de vegetación	112
3.1.2.2. Componente: Comunidades de fauna vertebrada	113
3.1.2.2. Componente: Diversidad de insectos	114
3.2. Composición de vegetación	116
3.2.1. OBJETIVOS	116
3.2.2. METODOLOGÍA	
	116





Elaborado por

#### Desarrollador

3.2.2.2. Indicadores de composición de la vegetación	117
3.2.2.2. Puntaje del componente composición de vegetación	119
3.2.3. RESULTADOS	123
3.2.3.1. Pertinencia del muestreo efectuado	123
3.2.3.2. Riqueza de especies leñosas	124
3.2.3.3. Riqueza de especies herbáceas	125
3.2.3.4. Dominancia de especies leñosas.	126
3.2.3.5. Dominancia de especies herbáceas	127
3.2.3.6. Diversidad de especies leñosas	127
3.2.3.7. Diversidad de especies herbáceas	128
3.2.3.8. Prioridad de conservación de especies leñosas.	129
3.2.4. CONCLUSIONES	134
3.3. Comunidades de fauna vertebrada	143
3.3.1. DETERMINACIÓN DE COMUNIDADES DE FAUNA VERTEBRADA	143
3.4. Diversidad y composición de avifauna	
3.4.1. OBJETIVO	143
3.4.2. METODOLOGÍA	
3.4.2.1. Muestreos de avifauna	144
3.4.2.2. Puntaje del componente composición de avifauna	
3.4.3. RESULTADOS	147
3.4.4. CONCLUSIONES AVIFAUNA	
3.5. Diversidad y composición de mamíferos	152
3.5.1. OBJETIVOS	153
3.5.2. Métodos	153
3.5.2.1. Muestreo de mamíferos.	
3.5.2.2. Puntaje de composición de mamíferos	154
3.5.3. Resultados	155
3.5.3.1. Riqueza de especies	
3.5.3.2. Número de capturas y gremios tróficos	160
3.5.3.3. Composición de especies	





Elaborado por

Desarrollador

3.5.3.4. Puntaje diversidad de mamíferos	163
3.5.4. CONCLUSIONES COMUNIDAD DE MAMÍFEROS	163
3.6. Diversidad y composición de Herpetofauna	167
3.6.1. Objetivos	168
3.6.2. Métodos	168
3.6.2.1. Muestreo de herpetofauna	168
3.6.2.1. Muestreo de herpetofauna	168
3.6.2.3. Puntaje de composición y diversidad de herpetofauna	169
3.6.3. RESULTADOS	170
3.6.3.1. Riqueza de especies de anfibios y reptiles	170
3.6.3.2. Prioridades de conservación de herpetofauna	174
3.6.3.3. Puntaje para componente diversidad de herpetofauna	175
3.6.4. CONCLUSIONES HERPETOFAUNA	177
3.7. Diversidad y composición de Ictiofauna	178
3.7.1. OBJETIVOS	180
3.7.2. MÉTODOS	180
3.7.2.1. Muestreo de peces.	180
3.7.2.2. Puntaje componente diversidad de peces.	180
3.7.3. RESULTADOS	182
3.7.4. CONCLUSIONES	184
3.8. Diversidad y composición de entomofauna general del sotobosque	185
3.8.1. OBJETIVOS	186
3.8.2. MÉTODOS	186
3.8.2.1. Muestreo de entomofauna del sotobosque	186
3.8.2.2. Identificación de entomofauna	187
3.8.2.3. Análisis de composición y diversidad	187
3.8.2.4. Puntaje componente diversidad de artrópodos	188
3.8.2.4.1 Diversidad de entomofauna general,	188
3.8.2.4.2 Diversidad de Hymenoptera	189
3.8.3. RESULTADOS	189
3.8.3.1. Riqueza de entomofauna de sotobosque	189





Elaborado por

Desarrollador

3.8.3.2. Puntaje para componente entomofauna de sotobosque	199
3.8.3.3. Diversidad de Hymenoptera	199
3.8.3.4. Puntaje para componente diversidad de Hymenoptera.	200
3.8.4. CONCLUSIONES COMPONENTE DE ARTRÓPODOS E HYMENOPTERA	200
3.9. Conclusiones diversidad y composición de comunidades	202
CAPÍTULO IV. CONSIDERACIONES SOBRE LA COMPENSACIÓN	205
4.1. Situación legal del área potencial de compensación	206
4.2. Otras alternativas de compensación	207
4.2.1. Brindis de Amor como complemento de la compensación	208
4.3. El Embalse Río Piedras como parte de la compensación	215
4.4. Financiamiento de los gastos asociados con la compensación	216
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES GENERALES	217
5.1. Conclusiones sobre el sitio de impacto y su compensación	218
5.2. Conclusiones sobre metodología empleada	222
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES FINALES	223
6.1. Recomendaciones finales	224
6.2. RECOMENDACIONES SOBRE LA COMPENSACIÓN A SEGUIR	224
6.2. RECOMENDACIONES SOBRE ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL ESTUDIO	227
6.2. Literatura citada	220





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

#### Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de sitios de estudio. A) Proyección del Embalse Río Piedras. Nótese entrada a Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB) en extremo oeste del embalse. B) Detalle de sitio potencial de afectación del embalse dentro de la RBLB y zona potencial de c compensación en propiedad adyacente ASETREK Tres Azul S. A. Se indica además zona de no inundación dentro de la RBLB. Error! Bookmark not defined.

Figura 2. Relieves y elevaciones en zonas de estudio. Se muestra el área estimada de afectación directa por embalse (contorno de línea azul), el área estimada de la zona de amortiguamiento en el perímetro del espejo de agua (contorno de línea negra), límites de Reserva Biológica Lomas de Barbudal y propiedad de ASETREK en la zona (contorno línea rosada), así como la potencial área de canje (compensación) en la propiedad de ASETREK (delimitada por línea roja).... Error! Bookmark not defined.

Figura 3. Cobertura geológica en área del Embalse Río Piedras y su entorno. Error! Bookmark not defined.

Figura 4. Conformación de suelos en la región del Embalse Río Piedras. ..... Error! Bookmark not defined.

Figura 5. Escalamiento multidimensional (MDS, distancia Manhattan) de componentes químicos del suelo en potencial sitio de inundación en RBLB (círculos rojos) y potencial sitio de compensación en ASETREK (círculos negros). Coordenada 1 se relaciona con la concentración de fósforo en las muestras.

Error! Bookmark not defined.

Figura 6. Coberturas forestales en sitios potencial de afectación (inundación) en la Reserva Biológica Lomas de Barbudal y en sitio potencial de compensación en propiedad adyacente ASETREK Tres Azul S. A. Se muestran las parcelas de vegetación empleadas como unidades de muestreo. Error! Bookmark not defined.

Figura 9. Coberturas encontradas en sitio potencial de inundación en RBLB.**Error!** Bookmark not defined.

Figura 10. Coberturas encontradas en sitio potencial de compensación en ASETREK. Error! Bookmark not defined.

Figura 12. Cuadrícula de 1 m² para la estimación de composición y cobertura de herbáceas....... Error!

Bookmark not defined.

Figura 13. Biomasa seca de hojarasca acumulada en 1 m² en función de su profundidad. N= 280, r= 0.46, P < 0.001. ..... Error! Bookmark not defined.

14





Elaborado por Desarrollador

Figura 14. Componentes principales de atributos de calidad de hábitat. Se distinguen parcelas de vegetación ubicadas en la propiedad de la RBLB (triángulos) de aquellas localizadas en ASETREK (círculos). Los colores obedecen a las distintas coberturas forestales: Bosque Deciduo (verde oliva); Bosque Secundario (naranja), Bosque ripario (rojo). Parcelas ubicadas en Bosque Deciduo de la zona de no inundación de RBLB se muestran en azul
Figura 15. Densidad de árboles (DAP>5 cm) por hectárea en diferentes coberturas forestales. Las diferencias no son significativas, pero hay una tendencia a densidades mayores en bosque deciduo.  Error! Bookmark not defined.
Figura 16. Porcentaje de árboles dominantes (DAP>40 cm) por hectárea. Coberturas de bosque secundario y ripario en RBLB tienen significativamente mayor proporción de dominantes (P=0.008)Error! Bookmark not defined.
Figura 17. Comparación entre formas de vida en bosque deciduo y bosque secundario. Otros incluyen cactus, pastos y palmas
Figura 18. Área basal según distribución diamétrica para bosques de diferentes estadíos sucesionales en el sitio potencial de inundación en la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB) y potencial sitio de compensación en ASETREK. (A) Bosque secundario y bosque ripario; (B) Bosque deciduo. Para esta última cobertura, se incluye información de parcelas en zona no inundable de RBLB.Error! Bookmark not defined.
Figura 19. Área basal media por hectárea estimada para diferentes coberturas forestales. El bosque secundario y el ripario dentro del potencial sitio de inundación en RBLB presentan las mayores áreas (P=0.005)Error! Bookmark not defined.
Figura 20. Biomasa acumulada media en pie por cobertura forestal. El bosque secundario y el ripario dentro del potencial sitio de inundación en RBLB presentan la mayor biomasa (P<0.001) Error! Bookmark not defined.
Figura 21. Cobertura de hierbas (gramíneas y no gramíneas) por tipo de cobertura forestal Error!  Bookmark not defined.  Figura 22. Cantidad de hojarasca en mantillo en diferentes coberturas forestales de los sitios de estudio.  Error! Bookmark not defined.
Figura 23. Impactos en sitios de estudio. A) Evidencia de corta de madera en ASETREK. B) tronco quemado en potencial sitio de inundación en RBLB
Figura 24. Instalación de estaciones y arreglos de descomposición. Tres arreglos son enterrados y tres quedan en la superficie. Las seis bolsas de descomposición permiten medidas en el tiempo de la degradación de materia vegetal, tanto en el subsuelo como en la superficie. Error! Bookmark not defined.
Figura 25. Agua superficial en sistema Quebrada Viscoyol. Notese limitado flujo de agua durante el periodo de estudio Error! Bookmark not defined.
Figura 26. Degradación de hojarasca sobre y bajo la superficie del suelo en el sitio potencial de inundación en RBLB y el sitio potencial de compensación en ASETREK. Para cada ensayo, las diferencias entre curvas de RBLB y ASETREK no son significativas (P>0.32, en ambos casos). Error! Bookmark not defined





Elaborado por Desarrollador

Figura 27. Fijación potencial de CO <sub>2</sub> en distintas coberturas forestales encontradas en los sitios de estudio
Figura 28. Curvas de acumulación de especies leñosas (A) y herbáceas (B) en el sitio potencial de inundación en RBLB y el sitio potencial de compensación en ASETREK Error! Bookmark not defined.
Figura 29. Espeecies maderables con prioridad de conservación, RBLB Error! Bookmark not defined.
Figura 30. Transeptos para el muestreo de componentes de fauna vertebrada. Error! Bookmark not defined.
Figura 31. Dr. Edgardo Arévalo identificando aves capturadas con redes de niebla. Puesta de redes de niebla en Sitio de Compensación en ASETREK Error! Bookmark not defined.
Figura 32. Izquierda. Trampas Sherman para atrapar mamíferos pequeños, se colocaron en ramas de árboles y en el suelo. Derecha. Trampas Tomahawk para capturar mamíferos medianos, colocadas a nivel del suelo
Figura 34. <i>Didelphis marsupialis</i> capturado en una trampa Tomahawk, Lomas de Barbudal <b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 35. Curva acumulativa de las especies registradas en los dos sitios de muestreos. <b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 36. Número de especies acumulativas, total de especies y capturas registradas en la zona de inundación y de compensación, por gira de muestreo y en total Error! Bookmark not defined.
Figura 37. Algunas de las especies de anuros encontradas en los sitios de estudio. Error! Bookmark not defined.
Figura 38. Algunas especies de reptiles registradas en los sitios de estudio. Error! Bookmark not defined.
Figura 39. Curvas de acumulación de especies de anfibios y reptiles en sitio potencial de inundación en RBLB y en sitio potencial de compebsación en ASETREK Error! Bookmark not defined.
Figura 40. A) Empleo de atarraya en poza en Quebrada Viscoyol. B) Nasa con cebo en Quebrada Sin Nombre
Figura 41. Algunas de las especies de peces encontradas en los sitios de estudio. Error! Bookmark not defined.
Figura 42. Representantes de algunas familias de insectos del sotobosque. (A) Larvas de Saturniidae. (B) Avispa Polistes, Vespidae. (C) Blaberus giganteus, Blaberidae. (D) Mantis Mantidae. (E) Orthemis ferruginea. Libellulidae. (F) Mariquita, Coccinellidae
Figura 43. Riqueza de morfotipos (familias) de artrópodos colectados en trampas de Malaise durante el periodo de estudio. La riqueza aumenta al principio de la época lluviosa197
Figura 44. Riqueza de familias de artrópodos encontradas por trampa y sitio de estudio. Nótese predominio de especies en sitio de inundación y sitio no inundando de la RBLB
Figura 45. Gremios de Hymenoptera encontrados en sitios de estudio
Figura 46. Área de compensación en ASETREK (Sitios 3 y 4) y área de potencial inundación en RBLB (sitio 1). Cobertura de bosque deciduo (verde oscuro) y bosque secundario (mostaza) en ASETREK cubren 292 Ha





Elaborado por

Desarrollador

Figura 47. (A) Propiedades con cobertura boscosa adyacentes a la porción norte de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal. (B) Detalle de la propiedad Brindis de Amor. Se indican los transeptos empleados en el análisis de vegetación riparia
Figura 48. Aspectos del río Cabuyo en Brindis de Amor y su bosque ripario
Figura 49. Área basal de coberturas forestales en RBLB y bosque riparios en Brindis de Amor 213
Figura 50. Detalle de propiedades con fragmentos boscosos en el extremo norte de Lomas de Barbudal
Figura 51. Propuesta de compensación del impacto directo del Embalse Rio Piedras sobre la Reserva Biológica Lomas de Barbudal. La compensación incluye tres elementos: la anexión de la porción con cobertura boscosa de ASETREK (color rojo), la propiedad Brindis de Amor (color marrón) y la asignación del Embalse (celeste) como área protegida. Mapa cortesía SENARA
Índice de cuadros
Cuadro 1. Componentes y pesos para el puntaje de calidad de hábitat según el método original Hábitat/Hectárea de Parkes et al. (2003)29
Cuadro 2. Componentes y pesos para el puntaje de calidad de hábitat seguido en este estudio. Modificado de Parkes et al. (2003)47
Cuadro 3. Criterios y valores para el indicador atributos geomorfológicos
Cuadro 4. Criterios y valores para el indicador atributos edafológicos51
Cuadro 5. Análisis de textura en suelos de los sitios de estudio
Cuadro 6. Análisis de composición química de suelos en los sitios de estudio56
Cuadro 7. Valores de concentraciones de elementos químicos del suelo en sitios de estudio. CICE: Capacidad de intercambio de Cationes Efectiva=Acidez+Ca+Mg+K. SA=Porcentaje de Saturación de Acidez=(Acidez/CICE)
Cuadro 8. Proporción de coberturas forestales y puntaje en sitio de compensación y sitio de referencia61
Cuadro 9. Criterios y puntajes para el indicador área superficial del fragmento nominal*61
Cuadro 10. Criterios y puntajes para el indicador distancia al núcleo.*62
Cuadro 11. Número de fragmentos por tipo de cobertura en sitios de estudio
Cuadro 12. Área superficial (Ha) de coberturas forestales en sitios de estudio
Cuadro 13 Criterios y valores para el indicador cohertura de árboles dominantes 71





Elaborado por

Desarrollador

Cuadro 14. Criterio y puntaje para el indicador cobertura de dosel
Cuadro 15. Criterios y puntaje para el indicador formas de vida de la vegetación presente73
Cuadro 16. Criterio y puntaje para el indicador biomasa en pie
Cuadro 17. Criterios y puntajes para el indicador cobertura de hierbas presente
Cuadro 18. Criterios y puntajes para el indicador reclutamiento de especies nativas leñosas presentes
Cuadro 19. Criterios y puntajes para el indicador cobertura de hojarasca presente en mantillo78
Cuadro 20. Criterios y puntajes para el indicador cobertura de troncos en suelo79
Cuadro 21. Especies arbóreas encontradas con plántulas en parcelas de regeneración por tipo de cobertura forestal
Cuadro 22. Porcentaje de parcelas que registraron troncos en suelo y su volumen medio95
Cuadro 23. Criterios y valores para el indicador Producción de Agua99
Cuadro 24. Criterios y valores para el indicador descomposición de materia orgánica101
Cuadro 25. Criterios y valores para el indicador cantidad de CO <sub>2</sub> acumulado/Ha104
Cuadro 26. Puntaje establecido para los componentes de calidad de hábitat
Cuadro 27. Componentes y pesos para el puntaje de Composición de Comunidades seguido en este estudio
Cuadro 28. Valores del nivel de amenaza por categoría de conservación
Cuadro 30. Criterios y valores para el indicador riqueza de especies herbáceas
Cuadro 31. Criterios y valores para el indicador dominancia de plantas leñosas121
Cuadro 32. Criterios y valores para el indicador dominancia de especies herbáceas121
Cuadro 33. Criterios y valores para el indicador diversidad de especies leñosas122
Cuadro 34. Criterios y valores para el indicador diversidad de especies herbáceas122
Cuadro 35. Criterios y valores para el indicador prioridad de conservación de especies leñosas122
Cuadro 36. Criterios y valores para el indicador prioridad de conservación de especies herbáceas 122
Cuadro 37. Índice de similitud (Jaccard) entre pares de coberturas forestales dentro y entre sitios de estudio. Comparaciones entre comunidades de especies leñosas (arriba de la diagonal) y especies herbáceas (debajo de la diagonal)
Cuadro 38. Nivel de amenaza para especies con información sobre status de poblaciones y usos 132
Cuadro 39. Indice de prioridad de especies leñosas y herbáceas en distintos tipos de cobertura forstal
Cuadro 40. Especies de plantas encontradas (1= presentes, 0 = ausentes) en muestreos de vegetación en sitio potencial de inundación en RBLB y en sitio potencial de compensación en ASETREK135
Cuadro 41. Criterios y valores para el indicador riqueza de especies de avifauna145





Elaborado por

Desarrollador

media geométrica del nivel de amenaza de las especies del sitio focal respecto a la referencia146
Cuadro 43. Especies de aves detectadas en el sitio potencial de inundación y en el sitio potencial de compensación. Nivel de amenaza corresponde a las categorías asignadas por la UICN e indicadas en el cuadro 28: 0 = no datos, 1= preocupación menor, 3= vulnerable. Asterisco señala poblaciones con tendencia declinante
Cuadro 44. Criterios y valores para el indicador riqueza de especies de mamíferos154
Cuadro 45. Criterios y valores para el indicador prioridad de conservación, basado en el valor de la media geométrica del nivel de amenaza de las especies del sitio focal respecto a la referencia155
Cuadro 46. Especies de murciélagos registrados en ambos sitios, agrupados en gremios tróficos162
Cuadro 47. Lista total de las especies de mamíferos registrados en las zona de inundación (RBLB) y de compensación (ASETREK)
Cuadro 48. Criterios y valores para el indicador riqueza de especies de herpetofauna169
Cuadro 49. Criterios y valores para el indicador <i>prioridad de conservación</i> , basado en el valor de la media geométrica del producto $EVS_i$ y $w_i$ de las especies del sitio focal respecto a la referencia170
Cuadro 50. Especies de anfibios y reptiles encontrados en sitio potencial de inundación en la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB) y en el sitio potencial de compensación en ASETREK. Valores del índice de vulnerabilidad ambiental (EVS) tomados de Sasa et al. (2010). Valores del nivel de amenaza d ela UICN: 0= no datos, 1= preocupación menor, 3= vulnerable
Cuadro 51. Criterios y valores para el indicador riqueza de peces
Cuadro 52. Peces de agua dulce encontrados en sistemas riparios en sitios de estudio. Distribución: M= Mesoamérica (México y Centroamérica); Am.Trop.= América tropical (Mesoamérica y Sudamérica); H= Honduras, N= Nicaragua, CR= Costa Rica, P= Panamá. Se muestra presencia (1) y ausencia (0)
Cuadro 54. Criterios y valores para el indicador diversidad de entomofauna de sotobosque. Diversidad H calculada a partir de rarefacción de datos
Cuadro 55. Criterios y valores para el indicador diversidad de Hymenoptera
Cuadro 56. Número de individuos, por familia de artrópodos, encontrados en trampas de Malaise en el sitio de potencial inundación (RBLB), sitio de compensación (ASETREK) y un sitio aleatorio dentro de la Reserva Lomas de Barbudal que no sería afectado por la inundación
Cuadro 57. Géneros de Hymenoptera identificados a la fecha en sitios de estudio 202
Cuadro 58. Puntaje establecido para los componentes de diversidad y composición de comunidades
Cuadro 59. Arboles dominantes en el bosque ripario en propiedad Brindis de Amor





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO





Elaborado por Desarrollador





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### 1.1. Compensación ambiental.

#### 1.1.1. JERARQUÍA DE LA MITIGACIÓN Y SUS LIMITACIONES

El desarrollo de zonas urbanas y de macroproyectos tendientes a la producción agrícola, explotación minera y generación energética son consideradas como las principales causas de pérdida de biodiversidad en el planeta (Balmford & Bond, 2005). Ante los impactos ambientales generados por proyectos encaminados a la producción de bienes y servicios, los gobiernos de varios países requieren que los entes desarrolladores adopten lo que se conoce como la jerarquía de la mitigación (Quetier & Lavorel, 2011).

En términos generales, la jerarquía de la mitigación sostiene que en primer lugar se debe evitar los impactos a la biodiversidad. Sin embargo, si eso no fuera posible, en segundo lugar, se debe optar por medidas que minimicen los impactos no evitables. Si aun así quedaran impactos inevitables, entonces como última medida se opta por la compensación de esos impactos a partir de la generación de una ganancia en biodiversidad equivalente ya sea en la misma zona de impacto o en otros sitios con condiciones similares. Uno de los retos de compensación radica precisamente en el concepto de biodiversidad equivalente y su interpretación en el contexto del ambiente y del caso particular que representa el proyecto.

Dentro de la jerarquía de mitigación, la compensación ambiental corresponde a un último nivel, al que debe recurrirse sólo en caso que los impactos del proyecto no puedan ser evitados o minimizados. En la práctica, uno de los principales inconvenientes de la compensación es que provee incentivos para minimizar o ignorar el requisito de evitar el impacto en el ambiente y el de reducir sus impactos. Así, la compensación puede generar la falsa impresión entre los desarrolladores de que cualquier impacto puede ser indemnizado, por lo que este resarcimiento corre el riesgo de ser empleando como un simple paso más en la consecución de proyectos con efectos en el ambiente (Quetier & Lavorel, 2011; Cuperus, 2005).

De hecho, algunos autores critican la idea de la compensación, argumentando que esta puede ser un pobre o incompleto reemplazo de la pérdida ambiental (Robertson, 2004; Burgin, 2008), sea esta sobre hábitats o sobre biodiversidad, que tiende a ser muy específica en su ubicación o que se ha generado a partir de complejas dinámicas ecológicas a largo plazo. Por ejemplo, no se intentaría mitigar la pérdida de turberas del páramo por otro tipo de humedales en zonas bajas; o sería contraproducente el reemplazo de bosques maduros por coberturas boscosas en otro estadio de sucesión.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Las políticas de mitigación también han sido criticadas por su pobre historial de ejecución y los pocos registros sobre la supervisión efectiva de las compensaciones (por ejemplo, Strange et al., 2002; Robertson, 2004; Burgin, 2008). En este sentido, en los planes de compensación se suele definir un área determinada que eventualmente es dejada como el aporte compensatorio ante el impacto realizado, pero no suele haber ningún seguimiento que permita efectivamente evaluar el valor que esta área de compensación tenga en la mitigación del impacto. Es decir, no se implementan programas a posteriori que permitan evaluar constantemente las capacidades de resarcimiento ecológico del área ofrecida como indemnización.

A pesar de esos inconvenientes, la jerarquía de la mitigación ha sido positivamente aceptada por los tomadores de decisión de muchos países como un mecanismo que permite la conservación de la naturaleza a partir de instrumentos basados en el mercado (ten Kate et al., 2004; McKenney & Kiesecker, 2009); principalmente porque en esos países es el sector privado quien desarrolla los proyectos con mayores impactos.

#### 1.1.2. Equivalencia ecológica en compensación ambiental

Bajo la exigencia de que las compensaciones deben venir después de que se tomen medidas para evitar y reducir el impacto, se deben realizar evaluaciones apropiadas de la equivalencia en biodiversidad, también llamada equivalencia ecológica, entre la pérdida de biodiversidad y las ganancias que se esperan de las compensaciones. Esta acción es necesaria para lograr que las compensaciones verdaderamente contribuyan de manera efectiva a reducir al mínimo los impactos generados (o por generar) sobre la biodiversidad (Robertson, 2004; ten Kate et al, 2004; Norton, 2008; McKenney & Kiesecker, 2009; Wissel & Wätzold, 2010). Dicho en otras palabras, la compensación ambiental debe basarse en robustas medidas de equivalencia ecológica, investigando a profundidad consideraciones clave para determinar dicha equivalencia.

Existen varios enfoques para la evaluación de equivalencia ecológica, sin embargo, aquellos que involucran métodos estandarizados de puntuación (Quetier & Lavorel, 2011) son los más ampliamente utilizados, especialmente en los EEUU y en Alemania. Estos métodos tienen la ventaja de permitir la racionalización del proceso de evaluación y ofrecer valoraciones más predecibles y repetibles (aspecto importante desde el punto de vista legal).





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Los procedimientos de puntuación requieren que se desarrollen indicadores y sistemas de calificación de los mismos, que son validados por las autoridades ambientales antes de ser generalizados. Esto significa que las diferentes partes interesadas sobre los impactos de la biodiversidad (por ejemplo, las organizaciones de conservación de la naturaleza, los desarrolladores, autoridades públicas, etc.) colaboran en el desarrollo de los métodos a ser empleados en su caso particular.

Los métodos estandarizados generalmente combinan puntaciones de indicadores de manera aditiva, como es el caso del método UMAM (Uniform Mitigation Method. del Assessment Estado de Florida, USA http://www.dep.state.fl.us/Water/wetlands/mitigation/umam/index.htm); del método de hábitat/hectárea (Parkes et al., 2003, ver más adelante). UMAM provee un procedimiento estandarizado para evaluar las funciones ecológicas de humedales y otros cuerpos de agua superficial, la cantidad de esas funciones que son reducidas por el impacto propuesto y la mitigación necesaria para compensar esas pérdidas. Además, permite determinar el grado de mejora en el valor ecológico de las actividades propuestas en los bancos de mitigación (ver Apéndice 1). El método Hábitat/Hectárea asigna puntajes a cada indicador de calidad del hábitat a evaluar en relación a un hábitat de referencia. La sumatoria de esos puntajes es el índice de calidad del hábitat a evaluar (ver Apéndice 2).

Ahora bien, con una cuidadosa consideración de los valores nulos se podría diseñar un análisis en el que las puntuaciones se combinen de manera multiplicativa o incluso jerárquica (Apfelbeck & Farris, 2005). Sin embargo, índices complejos son más difíciles de explicar a no-expertos y requieren de evaluaciones antes de poder ser generalizados (Gibbons & Freudenberger, 2006).

Entre los aspectos medulares a considerar a la hora de diseñar una estrategia para evaluar una compensación se citan el alcance, la puntuación y el procedimiento cuantitativo sobre el cuál basar conclusiones (McKenney & Kiesecker 2009). El alcance de la compensación implica especificar cuáles componentes de la biodiversidad o del ecosistema son los de interés para ser compensados. La cuestión de la puntuación implica asignar valores numéricos a cómo y cuándo la protección de la biodiversidad existente puede ser considerado una ganancia, así como los posibles requisitos sobre ubicación, el tiempo (antes o después del impacto) y la duración de las compensaciones. El procedimiento cuantitativo se refiere al algoritmo seguido para contrastar las ganancias y pérdidas y poder derivar el efecto total de la compensación.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

En esa misma dirección, Quetier & Lavorel (2011) sugieren cinco pasos medulares a la hora de diseñar y evaluar una compensación ambiental:

- Definir detalladamente los componentes de la biodiversidad y del ecosistema que se desean compensar (poblaciones de animales o plantas, ensamblajes particulares de especies, tipos de comunidades, propiedades de ecosistemas, servicios de ecosistemas, etc.).
- 2) Seleccionar apropiados indicadores (incluyendo procesos a nivel de ecología de paisaje) y los procedimientos de puntuación de esos indicadores.
- 3) Identificar la metodología apropiada para el cálculo de pérdidas y ganancias y de otras necesidades a abordar.
- 4) Cuantificar e incorporar en el análisis aspectos relacionados con tiempo, ejemplo retrasos entre las pérdidas y las ganancias.
- 5) Cuantificar e incorporar incertidumbres asociadas tanto en la evaluación como en los resultados de la compensación.

#### 1.1.2.1. Definir componentes meta y alcances

Los diferentes componentes meta de biodiversidad o ecosistemas pueden ser identificados dependiendo de los objetivos del esquema de compensación correspondiente. Entre los componentes más frecuentemente empleados se citan: (a) riqueza de especies en general o en grupos taxonómicos o gremios particulares (usualmente se enfoca en vertebrados y plantas vasculares); (b) listado de especies amenazadas o sus hábitats y nivel de amenaza; (c) composición de vegetación y tipo de coberturas; (d) servicios ecosistémicos (varios tipos).

Enfoques a nivel de ecosistema son también utilizados en el control y gestión de los ecosistemas y la biodiversidad, basado en conceptos como "la salud de los ecosistemas" (Rapport et al., 1998), "la integridad ecológica" (LaPaix et al., 2009), o "buen estado ecológico" (Hobbs et al., 2010). Estos enfoques en general requieren una referencia de "buena salud" o de "buen estado", lo que debe establecerse ya sea mediante comparaciones ambientes similares en esas condiciones, o sobre la comunidad existente en el sitio antes de la intervención (lo que se conoce en nuestro medio como línea base).





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### 1.1.2.2. Indicadores apropiados

Las pérdidas debido al impacto y las ganancias generadas por la compensación deben ser medidas empleando las mismas métricas. Si la evaluación de pérdidas, ganancias y su equivalencia se enfocan en componentes de la biodiversidad y los ecosistemas, entonces estos deben estar claramente definidos desde la fase inicial del proyecto.

Tradicionalmente se ha empleado la riqueza de especies y la uniformidad (medida de qué tan homogénea es la frecuencia relativa de las especies que forman una comunidad) para cuantificar biodiversidad y usarla como métricas para los tomadores de decisión. Sin embargo, varios investigadores argumentan que éstas no son medidas suficientes en el diseño y dimensionamiento de las compensaciones ya que no captan adecuadamente la complejidad de la diversidad biológica, ya sea ecológica (interacciones entre especies) o social (no todas las especies son consideradas "iguales", ya que difieren en sus prioridades de conservación (Noss, 1990; Quetier & Lavorel, 2011). Siguiendo estas consideraciones, una cuantificación del grado de amenaza o del estatus de conservación de especies suelen también incorporarse como medidas de interés. Otros indicadores pueden ser atributos del hábitat, que cuantifican su complejidad, usos o estructura. Entre estos se encuentran la distribución diamétrica de árboles, área basal, alturas dominantes en coberturas boscosas, estratos verticales, biomasa, etc.

Es importante apuntar que no existe un indicador (o indicadores) de la biodiversidad o del estado del ecosistema que puedan ser utilizados de forma universal (Failing & Gregory, 2003); por lo tanto, la equivalencia ecológica debe ser evaluada por separado para cada objetivo de la compensación. Así, algunos investigadores recomiendan el uso de indicadores que sean definidos de novo en cada caso particular, mientras otros por el contrario prefieren indicadores predefinidos para determinar las pérdidas y ganancias (ver Quetier & Lavorel, 2011).

### 1.1.2.3. Procedimientos de puntuación de los indicadores

Las compensaciones a menudo han sido dimensionadas exclusivamente con la base en la superficie afectada por los impactos, es decir: una determinada extensión de área de un tipo de hábitat bien conservado reemplaza un área similar de un mismo tipo de hábitat que ha sido impactado. Hasta hace poco, esto era generalmente el caso en la mitigación de humedales en el EE.UU. (Wilkinson, 2008; Hough & Robertson, 2009).





Elaborado por

Desarrollador

### Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Sin embargo, esta forma de calcular la compensación es actualmente considerada como un enfoque demasiado crudo de la evaluación de las pérdidas y ganancias, ya que hace caso omiso de las variaciones en la "calidad" o "el estado" del ambiente, del hábitat de una especie particular, o de los tipos de hábitat que se ven afectados por el impacto.

Si la evaluación de la equivalencia ecológica se basa en las pérdidas y las ganancias, entonces es imprescindible seleccionar o desarrollar indicadores apropiados (o combinaciones de los mismos) y definir sus criterios de puntuación (Butler, 2009).

### 1.1.2.4. Tiempo y equivalencia ecológica

Un paso adicional en el análisis de compensación es incorporar la dinámica temporal en la evaluación de la equivalencia ecológica. Esto plantea dos cuestiones metodológicas importantes:

- (1) seleccionar las líneas de base apropiada para el cálculo de las pérdidas y ganancias
- (2) el tener en cuenta los posibles retrasos entre el momento en que ocurren las pérdidas y cuando las ganancias son eficaces (Gibbons & Lindenmayer, 2007; Bendor, 2009).

Demostrar que una compensación ha generado una ganancia en la biodiversidad requiere una línea de base contra la cual se pueda calcular esa ganancia. ¿La evaluación debe detallar cuál sería el nivel de biodiversidad que se vería en el sitio si la compensación no se produce? Del mismo modo, la base de referencia contra la cual se evalúan las pérdidas debe ser especificada: ¿cuál sería el nivel de la biodiversidad en el sitio afectado si no se hubiera producido el impacto?

Estas son preguntas difíciles, cuya respuesta requiere de una comprensión de la dinámica local de la biodiversidad, tanto la espontánea como la impulsada por factores externos tales como cambios en el clima, el uso del suelo, la futura gestión de los ecosistemas (en el caso de los ecosistemas semi-naturales) y los impactos acumulativos de los planes y proyectos de desarrollo futuros.

Un aspecto crítico a considerar es que los retrasos en implementar medidas compensatorias efectivas podrían incrementar el riesgo de pérdidas netas, debido a que las pérdidas sean efectivas antes de que observar ganancias debido a la compensación.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

La solución más sencilla a este problema es exigir que las compensaciones sean implementadas antes de que ocurran las pérdidas (Hough & Robertson, 2009). Cuando las compensaciones se implementan sólo después de haberse producido los impactos, los retrasos se pueden tomar en cuenta mediante el sobredimensionamiento de las compensaciones en proporción a las pérdidas temporales (Quetier & Lavorel, 2011).

#### 1.1.2.5. Incertidumbre

Considerable incertidumbre rodea la identificación y cuantificación de las pérdidas derivadas del impacto, así como posiblemente de las ganancias derivadas de la compensación. La evaluación de la equivalencia ecológica tiene su propia incertidumbre también. De hecho, esta incertidumbre es la principal justificación de por qué la compensación "debe ser mayor que el impacto", tanto cuando la cuantificación se trata de especies como cuando se trata de tipos de hábitats.

Cuando la restauración es viable, pero no del todo fiable, la incertidumbre puede tenerse en cuenta al dimensionar los requisitos de compensación a través de enfoques probabilísticos (por ejemplo, Moilanen et al., 2009). Estos requieren datos sobre la fiabilidad de las medidas de compensación, lo cual raramente está disponible.

De forma alternativa, algunos métodos utilizan un multiplicador para aumentar el tamaño de los requisitos de compensación con base en el éxito esperado (utilizando datos parciales o cualitativos sobre confiabilidad). Por ejemplo, en el método UMAM de la Florida, la probabilidad de fracaso de las acciones de compensación se toma en cuenta usando un factor de riesgo basado en las experiencias previas en la creación, restauración y rehabilitación de humedales (el factor de riesgo varía entre 1 y 3 con incrementos de 0.25; State of Florida, 2004). En el estado de Washington, los requisitos de compensación para la mitigación de humedales también se multiplican por un factor de riesgo (Hruby, 2010).

Por otro lado, enfoques basados en diferentes escenarios ofrecen una vía alterna para considerar la incertidumbre. Usando el "peor escenario posible" se pueden calcular las ganancias esperadas y así dimensionar la compensación. Los diferentes escenarios también se pueden emplear para considerar los impactos acumulados de los muchos proyectos de desarrollo (planificados, probables y posibles) en un área determinada.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Cualquiera que sea el método utilizado para incorporar la incertidumbre en el diseño y el dimensionamiento de los requisitos de compensación, es esencial que el manejo de las compensaciones sea adaptativo (Keith et al., 2011), de manera se garantice su contribución a largo plazo para los objetivos de conservación de la naturaleza.

### 1.1.3. EL MÉTODO HÁBITAT/HECTÁREA

Uno de los métodos que emplean puntajes de indicadores predefinidos es "el método de hábitat-hectárea" desarrollado en Australia para evaluar equivalencia ecológica de vegetación nativa (Gibbons & Lindenmayer, 2007; Apéndice 2). Este método es ampliamente usado en sus muchas versiones para comparaciones ecológicas, especialmente por tratarse de un procedimiento basado en características ecológicas más que en la composición de especies (Parkes et al., 2003). El método utiliza un set de indicadores que describen la condición del lugar (composición de estadios, estructura, potencial de reclutamiento, especies invasivas, etc.) y su contexto a nivel de paisaje (Cuadro 1). Estos indicadores son ponderados y combinados en una puntuación de hábitat (Parkes et al., 2003). El Hábitat/Hectárea se obtienen multiplicando la puntuación de hábitat de un sitio por su área y este resultado forma la unidad en que las pérdidas y las ganancias tratan de equipararse.

El método de hábitat/hectárea utiliza información de referencia contra la que puede contrastarse la información proveniente de los sitios que potencialmente podrían servir de compensación. La información de referencia es específica para cada tipo de vegetación en cada región biogeográfica y generalmente emplea información generada en estudios realizados sobre unidades de vegetación con un nivel de detalle mayor que el de comunidad (Parkes et al., 2003). Los indicadores de los sitios focales también se pueden comparar contra 'referencias teóricas', tales como tablas de presencia/ausencia de especies (por ejemplo, el tipo de hábitat definido por listas de especies) o valores cuantitativos para variables medibles. El puntaje de indicadores contra referencias comunes contribuye a una mayor homogeneidad entre los evaluadores (pero ver a Cole (2006) y Stander & Ehrenfeld (2008) para una crítica de posibles sesgos asociados con la selección de referencias).





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Cuadro 1. Componentes y pesos para el puntaje de calidad de hábitat según el método original Hábitat/Hectárea de Parkes et al. (2003).

Componente		Máximo valor
Contexto de paisaje*	Tamaño de fragmento	10
	Conectividad	10
	Distancia a área núcleo	5
Condición de sitio	Árboles dominantes	10
	Cobertura de dosel	5
	Estratos de sotobosque	25
	Carencia de pastos exóticos	15
	Reclutamiento	10
	Materia orgánica (mantillo)	5
	Troncos	5
	Total	100

<sup>\*</sup>Componente que puede emplear información de SIG.

Procedimientos de puntaje, como el método de hábitat/hectáreas, ofrecen una evaluación a grandes rasgos de la "calidad de un sitio" en términos de la biodiversidad y estructura del hábitat en general. Además, estos procedimientos pueden beneficiarse de la incorporación de otros atributos del sistema, mejorando así su capacidad de evaluación. Por ejemplo, datos sobre dispersión de semillas, o información sobre las combinaciones de hábitat y el tamaño de fragmento necesario para la reproducción o invernada de aves podrían ser incorporados en las evaluaciones de equivalencia ecológica (Bruggeman & Jones, 2008). Sin embargo, cuando este conocimiento no está disponible, métricas más generales pueden ser empleadas, por ejemplo, composición de especies, servicios ecosistémicos, medidas de la distancia entre fragmentos de hábitat, etc. (Oliver et al., 2005). Sistemas de Información Geográfica pueden ayudar mucho en las estimaciones sobre la base de los tipos de hábitats.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### 1.2. Compensación ambiental en Costa Rica.

### 1.2.1. LEGISLACIÓN SOBRE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.

López-Arbeláez & Quintero-Sagre (2015) señalan que comúnmente hay tres mecanismos empleados para regular compensaciones por parte del Estado: (1) legislación sobre especies o hábitats, usualmente apoyados en leyes del estado y/o convenios internacionales; (2) regulación a través de la Evaluación del Impacto Ambiental del proyecto, que generalmente constituye uno de los requisitos antes de realizar un proyecto de desarrollo; y (3) disposiciones específicas de compensación. Un cuarto mecanismo existe a través de requisitos y normas de las agencias financieras, como el Banco Mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo, que solicitan a los proyectos resarcir la pérdida o modificación substancial de hábitats a partir de la creación o fortalecimiento de áreas protegidas (Banco Mundial, 2001).

En países como USA, Canadá, Australia y los miembros de la Unión Europea, la legislación sobre especies y hábitats hace referencias concretas a medidas de compensación. Por ejemplo, la Ley de Agua Limpia (1972) establece que impactos sobre humedales deben ser compensados por humedales que sean equivalentes en función; y la Ley sobre Especies Amenazadas (Endangered Species Law, 1973) indica que cualquier impacto sobre especies amenazadas debe ser compensado mediante la creación de un hábitat para un número similar de especies (Bean et al. 2008). Incluso algunos países latinoamericanos, como Colombia han desarrollado un marco regulatorio específico para la implementación de compensaciones de diversidad y hábitats (Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, Resolución 1517 del 2012).

En Costa Rica, disponemos de algunas leyes y reglamentos que tangencialmente tocan el tema de compensación, definen las medidas de compensación y sus diferencias con medidas de mitigación o prevención. Sin embargo, las referencia sobre compensación son muy generales y no es del todo claro cuándo esta debe realizarse y bajo qué términos, por lo que nuestro marco legal carece del nivel de especificidad sobre compensación observado en esos países.

Nuestra Ley Orgánica del Ambiente, número 7554, define al ambiente como un sistema constituido por los diferentes elementos naturales que lo integran y sus interacciones e interrelaciones con el ser humano, siendo uno de sus principios (definido en el inciso C del artículo 2) el que: "El Estado velará por la utilización racional de los elementos ambientales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio nacional.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Asimismo, está obligado a propiciar un desarrollo económico y ambientalmente sostenible, entendido como el desarrollo que satisface las necesidades humanas básicas, sin comprometer las opciones de las generaciones futuras".

Dentro de sus fines, esta ley debe promover los esfuerzos necesarios para prevenir y minimizar los daños que se puedan causar al ambiente (artículo 4, inciso C), y además estipula en su apartado de contingencias ambientales (artículo 61) que la autoridad competente "dictará las medidas preventivas y correctivas necesarias cuando sucedan contingencias por contaminación ambiental y otras que no estén contempladas en esta ley". Además, señala a la Secretaria Técnica Nacional Ambiental (SETENA) como la institución encargada de recomendar las acciones necesarias para minimizar el impacto sobre el medio, así como las técnicamente convenientes para recuperarlo (artículo 84, inciso B)

La misma ley en su capítulo cuarto sobre Impacto Ambiental describe (artículos 17, 18 y 19) las evaluaciones, aprobaciones y resoluciones a las que debe someterse todo proyecto que contenga un impacto considerable al ambiente:

"Artículo 17. Las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos, requerirán una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental creada en esta ley. Su aprobación previa, de parte de este organismo, será requisito indispensable para iniciar las actividades, obras o proyectos. Las leyes y los reglamentos indicarán cuáles actividades, obras o proyectos requerirán la evaluación de impacto ambiental.

Artículo 18. La aprobación de las evaluaciones de impacto ambiental, deberá gestionarse ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental; estas evaluaciones deberán ser realizadas por un equipo interdisciplinario de profesionales, inscritas y autorizadas por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, de conformidad con las guías elaboradas por ella.

**Artículo 19**. Las resoluciones de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental deberán ser fundadas y razonadas. Serán obligatorias tanto para los particulares, como para los entes y organismos públicos."





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Otra de las leyes que regulan la materia ambiental en Costa Rica es la **Ley de Biodiversidad, número 7788**, la cual en su artículo 11 indica que dentro de sus criterios de aplicación se encuentra: "Criterio preventivo: Se reconoce que es de vital importancia anticipar, prevenir y atacar las causas de la pérdida de la biodiversidad o sus amenazas"

Esta ley en su artículo 52 dicta además: "Los planes o las autorizaciones de uso y aprovechamiento de recursos minerales, suelo, flora, fauna, agua y otros recursos naturales, así como la ubicación de asentamientos humanos y de desarrollos industriales y agrícolas emitidos por cualquier ente público, sea del Gobierno central, las instituciones autónomas o los municipios, considerarán particularmente en su elaboración, aprobación e implementación, la conservación de la biodiversidad y su empleo sostenible, en especial cuando se trate de planes o permisos que afecten la biodiversidad de las áreas silvestres protegidas."

De igual forma en el Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental número 31849-MINAE-MOPT-MAG-MEIC se reconocen los compromisos ambientales que se definen como el "conjunto de medidas ambientales a las cuales se compromete el desarrollador de una actividad, obra o proyecto, a fin de prevenir, corregir, mitigar, minimizar o compensar los impactos ambientales que pueda producir la actividad, obra o proyecto sobre el ambiente en general o en algunos de sus componentes específicos. Los compromisos ambientales constan de un objetivo y las tareas o acciones ambientales para su cumplimiento, dentro de un plazo dado y deberán expresarse también en función de la inversión económica a realizar."

Este mismo reglamento define las *medidas de compensación* como "acciones que retribuyen a la sociedad o la naturaleza, o a una parte de ellas, por impactos ambientales negativos, por impactos acumulativos de tipo negativo, ocasionados por la ejecución y operación de una actividad, obra o Proyecto". Además, se definen las *medidas de mitigación* como las destinadas a disminuir los impactos ambientales y sociales negativos, de tipo significativo y las *medidas de prevención* como aquellas capaces de evitar la ocurrencia de impactos negativos causados por el desarrollo de una actividad, definiendo con esto las diferencias en cada una de las medidas posibles a ejecutar en la realización de un proyecto.

Pese a existir una diferenciación entre *medidas de compensación, mitigación y prevención* en nuestra legislación actual, ha habido una tendencia a confundir dichas medidas y en la forma en que deben de ser aplicadas o evaluadas en cada proyecto de desarrollo.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Por esta razón, la División de Fiscalización Operativa y Evaluativa del Área de Servicios Públicos Generales, Ambientales y Agropecuarios de la Contraloría General de la República mediante el oficio DFOE-PGAA-IF-14-2010 de diciembre del 2010 solicitó a SETENA:

"Identificar e implementar medidas de control que permitan asegurar que, en todos los casos, los planes de gestión ambiental generado por alguna actividad, obra o proyecto, cuenten con una descripción detallada de las medidas y acciones de reparación y recuperación del daño ambiental. Lo anterior, conforme a los principios generales de razonabilidad y proporcionalidad, la lógica y conveniencia, así como a la técnica. Comunicar a esta Contraloría General las medidas correctivas tomadas a más tardar el 28 de febrero de 2011".

Atendiendo esta solicitud expresa, la Comisión Plenaria de la SETENA en febrero del 2011 acuerda avalar el oficio ASA-377-2011, que presenta la propuesta denominada: "Procedimiento para presentación de Medidas Compensatorias solicitadas por SETENA" (Apéndice 3). El fin de esta propuesta es el de establecer y aplicar un procedimiento para la presentación de las medidas compensatorias a proyectos con viabilidad ambiental en la SETENA, con el objetivo de estandarizar lo solicitado a los diferentes proyectos que podrían generar impactos ambientales negativos significativos o bien daño ambiental comprobado. Dentro de la propuesta se postula al promotor de los diferentes proyectos como responsable de ejecutar las medidas compensatorias para cada caso, donde el seguimiento de las mismas corresponderá a SETENA.

#### 1.2.2. Situación en Costa Rica.

En Costa Rica, muchos de los grandes proyectos de desarrollo que requieren de compensación ambiental son llevados a cabo por instituciones estatales (por ejemplo: ICE, SENARA, RECOPE, entre otros), por lo que el Estado asume el contrastante papel de regulador de impactos ambientales (a través del SETENA) y de generador de los mismos (Portilla, 2000). Esta situación se refleja en las necesidades de compensación de impactos producidos en áreas silvestres protegidas, espacios que hasta ahora habían sido excluidos de actividades perturbadoras y cuya principal razón de existencia se centraba en aspectos de conservación. Varios ejemplos en los últimos años indican que la tendencia de afectar áreas silvestres protegidas va en aumento. Sirve de ejemplo el proyecto No. 17680 presentado hace unos pocos años a la Asamblea Legislativa que pretendía cambiar la Ley de Parques Nacionales y permitir la explotación geotérmica en el Parque Nacional Rincón de la Vieja.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Por lo tanto, el diseñar efectivos mecanismos y políticas para la compensación de proyectos de desarrollo en el país se convierte en una necesidad impostergable.

En el caso específico del proyecto Embalse Piedras, como se indica en la próxima sección, se requiere de compensación para resarcir el impacto directo dentro de un área silvestre protegida en categoría de Reserva Biológica. Basados en el "Procedimiento para presentación de Medidas Compensatorias solicitadas por SETENA" mencionado anteriormente, se esperaría la implementación de un plan de compensación que permita "retribuir a la sociedad y naturaleza, proporcional a lo expuesto en la valoración económica presentada. El plan de medidas compensatorias no deberá contener medidas ambientales de cualquier otro tipo ya establecidas en los instrumentos de evaluación de impacto ambiental".

El plan de medidas compensatorias deberá contener para cada impacto los siguientes puntos:

- Numero de medida compensatoria
- Impacto al que aplica
- Descripción detallada del impacto al que aplica
- Descripción detallada de la medida compensatoria
- Carácter de la medida (temporal o permanente)
- Componente ambiental al cual está dirigida (aire, suelo, agua, fauna, vegetación, comunidades)
- Fase de aplicación (constructiva, operación, abandono)
- Indicadores ambientales
- Área específica donde se ejecutará la medida compensatoria
- Descripción de actividades dentro de la medida compensatoria
- Cronograma de actividades
- Costo de la medida compensatoria
- Responsable de la medida compensatoria

Para estos casos la SETENA sugiere como ejemplos de medidas compensatorias los programas de reforestación, creación de reservas forestales, reproducción de especies de flora y fauna, programas de educación ambiental, entre otros. Una vez finalizado con el formato del Plan de Medidas Compensatorias este debe de cerrarse con un cuadro comparativo del valor de cada medida compensatoria con el valor total presentado.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

En el transcurso de este estudio hemos intentado profundizar más sobre la forma como se ha realizado la compensación en proyectos que han sido desarrollados recientemente en nuestro país. Sin embargo, no nos fue posible acceder a dicha información (si efectivamente está disponible), pues al parecer se encuentra dispersa en documentos internos, bases de datos o centros de documentación de las instituciones desarrolladoras, las cuales no están abiertas al público o son manejadas de manera confidencial. De igual manera, a la fecha no hemos podido accesar los requisitos de compensación ambiental solicitados por las agencias de financiamiento de esos proyectos.

En este informe, presentamos un caso de estudio donde se aborda la interrogante de cómo compensar un área silvestre protegida que sería inundada como parte de un proyecto de desarrollo en Costa Rica. El proyecto en cuestión es el Embalse del Río Piedras y el área a impactar es la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (ver próxima sección).

#### 1.3. Antecedentes

### 1.3.1. LÍNEA BASE PARA EL POSIBLE EMBALSE DEL RÍO PIEDRAS.

El Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenimiento, SENARA, en el marco del Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste está interesado en el desarrollo del Proyecto Embalse del Río Piedras, una iniciativa para crear un reservorio de agua que captaría los excedentes de agua del actual sistema de riego de la DRAT.

En el contexto del Embalse Río Piedra, SENARA ha identificado una zona que entra en conflicto con el área que debe ser inundada perteneciente a la Reserva Biológica Lomas de Barbudal RBLB, administrada por ACAT-SINAC, ubicada en un área propiedad del MINAE, plano catastro G-1193980-2008, folio real 5177359-000, que presenta un traslape con el embalse, inicialmente estimada en aproximadamente 136.97 Ha (Apéndice 4). Una re-evaluación topográfica de campo realizada por el SENARA indica sin embargo que el área impactada dentro de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (área bajo cota de 100 m elevación) es de 112.98 Ha (**Apéndice 5**).





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Este proyecto ha sido declarado como de Interés Público y de Conveniencia Nacional por el Ministerio de la Presidencia, el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Ambiente y Energía del Gobierno de Costa Rica en su "Declaratoria de interés público y conveniencia nacional el proyecto presa-embalse regulatorio del canal del oeste del distrito de riego arenal-tempisque, denominado también embalse piedras" (Decreto 34678 del 25 de julio del 2008, **Apéndice 6**). En los artículos 3 y 4 del decreto se señala el trámite prioritario ante diferentes instituciones del Estado como MIDEPLAN, Ministerio de Hacienda, SETENA, así como cualquier otro ente u órgano público requerido en la gestión del proyecto. Una de las razones de esta declaratoria se explica en el considerando 9° de la misma, donde se indica "Que los artículos 19 inciso b} y 34 de la Ley Forestal, prohíben el cambio de uso de los suelos excepto en aquellos proyectos estatales o privados que el Poder Ejecutivo declare de conveniencia nacional, sean aquellos proyectos cuyos beneficios sociales sean mayores a los costos socio ambientales".

Ahora bien, el decreto 34678 no menciona la afectación que produciría el proyecto Embalse Piedras sobre la Reserva Biológica Lomas de Barbudal, por lo que es importante mencionar que este tipo de acciones solo se podría realizar por medio de una Ley de la República, según lo establece el artículo 38 de la Ley Orgánica del ambiente 7554: "La superficie de las áreas silvestres protegidas, patrimonio natural del Estado, cualquiera sea su categoría de manejo, sólo podrá reducirse por Ley de la República, después de realizar los estudios técnicos que justifiquen esta medida".

Una de las opciones exploradas y que da origen a nuestro estudio de línea base es la compensación del impacto a esa área de la Reserva a partir de su **reemplazo** por una superficie que guarde características similares y permita continuidad en biodiversidad de la RBLB. El área que potencialmente podría servir de compensación se ubica dentro de la finca ASETREK propiedad de Tres Azul S.A.

El interés de SENARA en el marco de este estudio es: (1) determinar los recursos y atributos de la biodiversidad que serían impactados directamente en el área de inundación dentro de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal, y (2) establecer si la finca ASETREK Tres Azul S.A. cumple con las condiciones para compensar el área a inundar de la RBLB y que sea ecológicamente equivalente.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Con esa finalidad, SENARA ofertó el Concurso Privado N° 01-2015-OC, para llevar a cabo la realización del Estudio denominado, "Establecimiento de la Línea de Biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB) y finca adyacente" (Apéndice 4). El propósito de dicho concurso fue seleccionar a un consultor para establecer una línea base que permita determinar la biodiversidad existente y comparada en un área de la RBLB y terrenos aledaños, para conocer las condiciones de similitud y factibilidad de utilizarse como zona de reposición. Para esos efectos, el cartel estableció dos sitios de estudio para la "Línea Base de Biodiversidad" y de hábitats naturales (**Figura 1**): la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB) y la zona potencial de canje para compensar las potenciales pérdidas, ubicada en el extremo occidental de la finca ASETREK Tres azul S.A.

### 1.3.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE LÍNEA BASE.

### 1.3.2.1. Objetivos Generales

- 1. Establecer una línea base que permita determinar la integridad ecológica, relevancia y fragilidad de los ecosistemas presentes; así como la biodiversidad existente; en el área de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal RBLB a ser impactada directamente por el Embalse Río Piedras.
- 2. Efectuar un análisis comparativo entre un área de la RBLB y terrenos aledaños previamente seleccionados, para conocer las condiciones de similitud y factibilidad de utilizarse como zona de reemplazo y que sea ecológicamente equivalente.

#### 1.3.2.2. Objetivos Específicos:

Los objetivos específicos del estudio que fueron acordados por SENARA en los Términos de Referencia de su "Línea de Biodiversidad" (**Apéndice 5**) son los siguientes:

 Determinar la integridad ecológica de los ecosistemas presentes tanto en el área de intervención del Proyecto Embalse Piedras dentro de la RBLB y la finca aledaña, basado en los atributos ecológicos clave en aspectos de tamaño, condición y contexto paisajístico.





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

- 2. Efectuar un análisis de representatividad de macrotipos de vegetación dentro de la RBLB y la finca aledaña.
- 3. Determinar la relevancia y fragilidad de los ecosistemas, poblaciones silvestres, atributos geológicos o geomorfológicos que incluye el área propuesta tanto en el área de intervención del Proyecto Embalse Piedras dentro de la RBLB y la finca aledaña.
- 4. Determinar las dimensiones estimadas de los ecosistemas más relevantes, atributos geológicos o geomorfológicos que contiene el área propuesta y el área a ser potencialmente reemplazada, tanto en el área de intervención del Proyecto Embalse Piedras dentro de la RBLB y la finca aledaña.
- 5. Identificar el estado de conservación de dichos ecosistemas, poblaciones silvestres más relevantes, atributos geológicos o geomorfológicos y potencial comprobado para la recuperación ecológica de sitios degradados dentro del área propuesta tanto en el área de intervención del Proyecto Embalse Piedras dentro de la RBLB como en la finca aledaña.
- 6. Identificar la riqueza y abundancia de las especies existentes de los grupos taxonómicos: aves, mamíferos, reptiles, anfibios, plantas y peces, tanto en el área de intervención del Proyecto Embalse Piedras dentro de la RBLB y la finca aledaña. Considerando especies en peligro de extinción, con poblaciones reducidas, raras y/o endémicas. En el caso del grupo de plantas en el componente arbóreo debe determinarse estructura y composición, estado de madurez y área basal.
- 7. Analizar la relevancia y naturaleza de los bienes y servicios ambientales que suministra el área propuesta para las comunidades locales circunvecinas, tanto en el área de intervención del Proyecto Embalse Piedras dentro de la RBLB como en la finca aledaña.
- 8. Identificar y caracterizar los cuerpos de agua existentes, tanto en el área de intervención del Proyecto Embalse Piedras dentro de la RBLB y la finca aledaña.
- 9. Determinar el potencial comprobado del área propuesta para reemplazar, considerando aquellos usos que sean compatibles con la categoría de manejo tanto en el área de intervención del Proyecto Embalse Piedras dentro de la RBLB como en la finca aledaña.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

10. Definir el régimen jurídico de tenencia de la tierra (estatal, privada o mixta) en el área aledaña a la RBLB propuesta como zona de reemplazo, por medio del estudio registral correspondiente. Se debe determinar la condición jurídica de la propiedad

### 1.3.3. METODOLOGÍA GENERAL PARA EL ESTUDIO DE LÍNEA BASE

#### 1.3.3.1. Ubicación de sitios de estudio

La Reserva Biológica Lomas de Barbudal se localiza en el cantón de Bagaces, entre las coordenadas 10°30'8.59"Norte / 85°22'1.83"Oeste y 10°25'56.05"Norte / 85°17'39.51"Oeste. La reserva se extiende por 2645 hectáreas y fue creada por decreto el 5 de mayo de 1986. El estudio de la línea base de biodiversidad y de ecosistemas naturales fue establecido sobre resultados de estudios biológicos y físicos directos en dos áreas de estudio principales: (1) la zona potencial a ser inundada por el Embalse Río Piedras, ubicada en el sector sureste de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB); (2) zona boscosa principal propuesta de la Finca ASETREK Tres Azul S.A. ubicada en la misma región y adyacente a la zona de inundación (Figura 1). Un tercer sitio también fue estudiado, pero la intensidad de muestreos fue menor. Este último sitio corresponde a un área adyacente a la zona de inundación dentro de la RBLB pero que por su topografía no será anegada y que puede servir como referencia del entorno que quedaría protegido dentro de la RBLB muy cercano al sitio de impacto.

Como primer paso, se procedió a la revisión de material cartográfico del área de afectación del Embalse del Río Piedras sobre la Reserva Biológica Lomas de Barbudal y zonas adyacentes. Las capas de ríos, caminos, poblados, delimitación de Lomas de Barbudal, Parque Nacional Palo Verde y otros usos, fueron tomadas y modificas del Atlas nacional del ITCR del 2014. Las zonas de inundación, embalse y fincas, fueron facilitadas por SENARA, por el DRAT. Se construyó un mapa (Figura 1B) ubicando la zona del Embalse y señalando los límites de la mencionada Reserva Biológica, así como los del Parque Nacional Palo Verde.





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

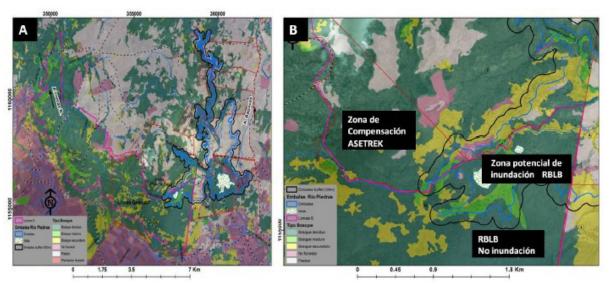


Figura 1. Mapa de sitios de estudio. A) Proyección del Embalse Río Piedras. Nótese entrada a Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB) en extremo oeste del embalse. B) Detalle de sitio potencial de afectación del embalse dentro de la RBLB y zona potencial de c compensación en propiedad adyacente ASETREK Tres Azul S. A. Se indica además zona de no inundación dentro de la RBLB.

#### 1.3.3.2. Periodos de muestreo

La caracterización (y comparación) de los ambientes en las tres zonas de interés antes citadas se basan en un análisis de la información obtenida a partir de un intenso programa de muestreo de fauna, flora, estructura de hábitat, servicios ecosistémicos y atributos físicos durante un periodo de 10 meses, que inició a finales de enero 2016 y concluyó la primera semana de diciembre del mismo año. Durante ese periodo se incluyeron muestreos tanto en época seca como en la temporada lluviosa, debido a los cambios que experimentan los ecosistemas y especies en ambas estaciones. Los detalles de la metodología para cada componente estudiado se presentan en las secciones correspondientes a cada uno de ellos (ver abajo).

Previo al trabajo de campo, se gestionaron los permisos correspondientes a investigación en el ACAT. De estas gestiones resultó la resolución **005-2016-INV-ACAT** (Apéndice 7).





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### 1.3.3.3. Generalidades de los Componentes seleccionados para establecer la Línea Base.

Como se menciona anteriormente, el estudio de línea base plantea dos objetivos generales:

- 1. Determinar la biodiversidad existente, así como la integridad ecológica y su fragilidad, en los ecosistemas presentes en el área de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB).
- 2. Efectuar un análisis comparativo entre esa área de la RBLB y la propiedad de ASETREK Tres Azul, considerada como potencial zona de reemplazo, de manera que se establezca una compensación de áreas basada en equivalencia ecológica.

Para efectos de alcanzar estos objetivos, hay cuatro preguntas fundamentales que enmarcan el estudio.

- 1) ¿Cuáles son los componentes de la biodiversidad y de los atributos ecosistémicos en el área potencial de impacto dentro de la RBLB?
- 2) ¿Qué tan únicos son esos componentes en el área impactada, en referencia a otras zonas protegidas, tanto dentro de la RBLB como en su entorno?
- 3) ¿Qué tan equivalentes, en composición y atributos, son el área potencial de impacto y el área potencial de compensación?
- 4) ¿Cuál es la correspondencia en términos del área superficial entre la zona de compensación y el área de impacto en RBLB, a partir de una cuantificación de la equivalencia ecológica?

Las cuatro preguntas generadoras planteadas anteriormente suponen una determinación de componentes de biodiversidad y atributos ecosistémicos sobre los que basar el análisis de la equivalencia ecológica entre las áreas de estudio. Para realizar esta equivalencia, y siguiendo la filosofía de metodología de puntaje referidas en secciones anteriores, se proponen dos abordajes complementarios:

- (1) Determinación de las condiciones de los sitios de estudio en término de calidad de hábitats, incorporando componentes que brinden información sobre la estructura del ambiente, situación del paisaje y los servicios ecosistémicos que brinda. En esencia es el abordaje seguido por del método Hábitat/Hectárea
- (2) Determinación de la composición de especies y su situación de conservación en los sitios de estudio.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Para cada uno de estos abordajes se tiene una serie de componentes, y para cada componente una serie de indicadores cuantificables. Cada indicador fue escogido basándose en su representatividad, así como en la factibilidad de que su medida sea realizada a corto plazo programado para el desarrollo del proyecto (10 meses de trabajo de campo). Las listas de componentes para determinar Calidad de Hábitat se muestran en el **Cuadro 2**. La lista de componentes, y sus indicadores, para determinar Composición de Especies y su estado de conservación se indican en el **Cuadro 27**.

### 1.3.3.4. Equivalencia ecológica entre el sitio potencial de inundación en la RBLB y sitio potencial de compensación en ASETREK.

Para el puntaje de indicadores de cada componente seleccionado seguimos una versión modificada de la metodología Hábitat/Hectárea (Parkes et al., 2003). Como se mencionó anteriormente, esta metodología se basa en comparaciones explícitas entre las características de vegetación existentes en las dos áreas de estudio: la que será impactada y la que servirá de compensación. Hemos modificado algunos de los atributos o pesos asignados originalmente por Parkes et al. (2003) para adaptarlos a las realidades del ambiente en estudio, así como para poder integrar otros atributos en nuestra evaluación de la calidad de hábitat.

En el método original, Parkes et al. (2003) señalan la necesidad de identificar un 'sitio de referencia' que represente características medias de masas maduras de vegetación nativa del mismo tipo en estado "natural" o "sin perturbación" sobre el cual comparar la calidad del hábitat a ser empleado en la compensación. En nuestro caso, este sitio de referencia es la potencial zona de inundación del Embalse Río Piedras dentro de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (**Figura 1B**). De esta manera, el valor máximo posible para cada indicador refleja entonces el valor en este último sitio (**Cuadro 2**). Si bien el valor máximo de cada indicador es arbitrario, es asignado siguiendo razonamientos sobre la importancia del indicador en la percepción de calidad del hábitat.

Siguiendo los abordajes descritos en la sección anterior, la determinación y comparación de los atributos biológicos y físicos de los sitios de estudio se realizó independientemente en el contexto de calidad de hábitat (**Capítulo 2**) y composición de especies (**Capítulo 3**). Para cada abordaje, se evaluó la magnitud de las diferencias entre sitios y se asignaron los valores de indicadores.





Elaborado por

Desarrollador

### Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

La sumatoria de esos valores equivale al 100 % de la condición de calidad del hábitat de la referencia, o el 100 % de la equivalencia en composición de especies, por lo que puede destilarse una equivalencia en área para aquellos ambientes que efectivamente son comparables entre sí. Los puntajes asignados a cada uno de los indicadores de los componentes que integran esos abordajes se detallan en sus capítulos correspondientes.

#### 1.3.3.5. Incertidumbre en el método.

La cuantificación de calidad de hábitat (o de composición) en el sitio de compensación se realiza asignando valores a cada uno de los indicadores involucrados y realizando una sumatoria para obtener el puntaje final. El cálculo del error global (incertidumbre q) de dicha cuantificación se determina a partir de la *regla de propagación de errores*, que en el caso de una suma de dos o más magnitudes (x, y) se define como la suma de los errores absolutos de esas magnitudes:

$$q = x + y$$
  $\Longrightarrow \delta q \approx \delta x + \delta y$ 

Como se verá más adelante, los sitios a comparar incluyen varios tipos de hábitats, por lo que para algunos indicadores de calidad se promediaron los valores asignados a cada uno de ellos. Para el cálculo de la incertidumbre global, nosotros empleamos la sumatoria el error típico de los valores asignados a cada uno de esos indicadores.

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{\sum_{i=1}^{k} \frac{\left(x_i - \bar{x}_j\right)^2}{k}}{\sqrt{k}}$$

Donde xi es el valor asignado al hábitat i ,  $\overline{x}_i$  es la media de valores para el indicador j y k es el número de tipos de cobertura.

En términos generales, a partir de la incertidumbre se puede estimar un intervalo alrededor del valor resultante de una medida. Sin embargo, para nuestros efectos la incertidumbre nos permite determinar el valor mínimo posible esperado (VMP) de calidad de hábitat según los resultados observados. Como se menciona en la sección 1.1.2.5., la incertidumbre en la evaluación de la equivalencia ecológica justifica el que la compensación deba ser mayor que el impacto o pérdida estimada por efecto de un proyecto de desarrollo.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Por esta razón, aquí reportamos el valor mínimo posible esperado de calidad de hábitat como:

VMP = valor del puntaje final – valor de la incertidumbre,

El VMP es interpretado como la calidad de hábitat mínima que tiene el área potencial de compensación y sería empleado como coeficiente para estimar el número de hectáreas que serían necesarias de esa propiedad para compensar las pérdidas en la Reserva Biológica.





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### CAPÍTULO II CALIDAD DE HÁBITAT





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### 2.1. Componentes de calidad de hábitat.

### 2.1.1. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE HÁBITAT.

Los siguientes componentes de calidad de hábitat fueron contemplados (Cuadro 2):

- (1) Caracterización del entorno físico. Se caracterizó la composición de suelos en los sitios de estudio. Además, a partir de mapas geológicos, geomorfológicos y edafológicos de los sitios de estudio, se determinaron los atributos más evidentes del entorno físico de los mismos.
- (2) Calidad del hábitat en el contexto de paisaje. Para cada sitio de estudio, se determinó el número y tipos de ambientes (en términos de cobertura forestal), sus áreas y conectividad.
- (3) Condición de sitio basado en estructura de vegetación. Para cada tipo de cobertura forestal, se cuantificaron atributos de estructura del hábitat basados en cantidad de árboles dominantes, área basal, estratos de sotobosque, mantillo, cobertura de dosel y presencia de pastos exóticos.
- (4) Servicios ecosistémicos. Los sitios a comparar se componen principalmente de ambientes terrestres con cobertura boscosa. Se determinaron sus capacidades en los siguientes servicios: (a) producción y mantenimiento de agua; (b) descomposición de materia orgánica, (c) acumulación potencial de dióxido de carbono.





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### Cuadro 2. Componentes y pesos para el puntaje de calidad de hábitat seguido en este estudio. Modificado de Parkes et al. (2003).

Componente (Puntaje)	Indicador	Máximo valor
Atributos geofísicos	Composición de suelos	3
(5pts)	Atributos geomorfológicos	2
Contexto de paisaje*	Tipo de hábitat	12
(25pts)	Tamaño de fragmento	8
	Conectividad	5
Condición de sitio	Árboles dominantes	15
(60pts)	Cobertura de dosel	5
	Estratos de sotobosque	10
	Biomasa en pie	10
	Cobertura de hierbas	5
	Reclutamiento	10
	Cantidad de hojarasca	3
	Cobertura de troncos	2
Servicios ecosistémicos	Producción de agua	3
(10pts)	Descomposición de materia orgánica	2
	Fijación potencial de CO <sub>2</sub>	5
Total: 100 pts		100 pts





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

#### 2.1.2. JUSTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE CALIDAD DE HÁBITAT.

Componente Atributos geofísicos: Los atributos biológicos conviven en una matriz geológica y física que es igualmente importante en la determinación de cobertura y hábitats. Los suelos determinan el tipo de asociaciones vegetales y la estructura de los bosques. La comparación de relieve, composición de suelo y los atributos geomorfológicos, permite determinar pérdidas o ganancias en el contexto de la posible compensación.

Componente Contexto de paisaje: El tipo de cobertura determina las comunidades florísticas y faunísticas. El tamaño de un fragmento de vegetación continua desempeña un importante papel en su viabilidad a largo plazo: fragmentos más grandes que tiene un mejor pronóstico de sobrevivir en el tiempo. Además, se relaciona con una mayor biodiversidad. La conectividad entre distintos tipos de bosque valoriza el sitio en materia de conservación.

Componente Condición de sitio: Las especies dominantes del dosel brindan estructura al bosque y son difíciles de ser reemplazados en caso de pérdida. Generan sombra, humedad, recursos alimenticios, sitios de anidamiento para muchas especies. Su influencia puede extenderse a través de una considerable distancia e impactan significativamente el ambiente local. Además, el dosel mantiene la mayor productividad del hábitat y conforma una barrera de protección de los efectos de la lluvia y rayos solares a estratos inferiores. El sotobosque representa la mayor diversidad vegetal en ambientes maduros, y sus componentes son buenos indicadores de perturbación en el sitio. La biomasa en pie por hectárea es una manera de cuantificar la integración de las estructuras leñosas de un rodal y es afectada por la frecuencia de árboles. Incluir este indicador permite cuantificar el aporte de árboles no dominantes en la estructura del hábitat, así como la contribución de arbustos. Por otro lado, los pastos pueden cambiar las características del mantillo de un sitio, y actúan como fuente de combustible para incendios y pueden retrasar el reclutamiento de especies dominantes por competencia. La materia orgánica puede ser indicativa del grado de perturbación de un sitio y es importante para el reclutamiento de especies de plantas, al influir en el microclima del suelo, estructura y composición, y puede proporcionar un componente importante del hábitat para muchas especies de fauna. Los troncos caídos tienen considerable influencia en la comunidad vegetal al afectar la humedad del suelo, su estructura y nutrición. Además, permiten mejorar el reclutamiento de algunas especies de plantas y sirven de hábitat para muchas especies de fauna.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Pueden ser indicativos de procesos de perturbación, dependiendo en la comunidad vegetal y el uso del suelo reciente.

Componente Servicios ecosistémicos: Además de poseer estructura, los hábitats deben ser funcionales para las especies y procesos que ocurren en ellos. Capacidad de producción de agua, especialmente en ambientes estacionales es una condición de calidad del hábitat. La capacidad de degradación de materia es función de la diversidad de macro y micro degradadores en el suelo y una manera indirecta de determinar la salud del mismo.

### 2.2. Componente Atributos geofísicos.

#### **2.2.1. OBJETIVOS.**

Se desea determinar los atributos geológicos o geomorfológicos más relevantes, que contiene el sitio de afectación del proyecto en la Reserva Biológica Lomas de Barbudal, así como en el sitio potencial de compensación en ASETREK. De ser posible, estimar las dimensiones de dichos atributos y compararlos entre ambos sitios.

#### 2.2.2. METODOLOGÍA.

### 2.2.2.1. Atributos geomorfológicos.

Los indicadores geomorfológicos fueron evaluados a partir de la información del Mapa Geológico de Costa Rica (Denyer & Alvarado, 2007) y del Mapa Geomorfológico de Costa Rica, implementado en la base de datos del Atlas Cartográfico del 2014 (Instituto Tecnológico de Costa Rica). Además, se realizaron visitas a los sitios de estudio con el fin de identificar aquellos atributos más relevantes según la literatura, u otros específicos de esas localidades. Para el puntaje de este componente se siguen los criterios señalados en el **Cuadro 3**.





Desarrollador

Elaborado por

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Cuadro 3. Criterios y valores para el indicador atributos geomorfológicos.

Número de atributos geomorfológicos respecto a la referencia	Puntaje
< 30 % de la referencia	0.0
$\geq$ 30 % pero $<$ 70 % de la referencia	0.5
$\geq 70$ % pero $<$ 100 % de la referencia	1.0
$\geq$ 100 % de la referencia	2.0

### 2.2.2.2. Caracterización edafológica.

Para la caracterización edafológica se tomaron muestras de suelos en seis puntos de cada sitio de estudio, tanto superficial como a 15 cm de profundidad, empleando un barreno de 10 cm de diámetro. Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas con cierres metálicos para su traslado. El estudio granulométrico (textura de suelo) y químico se realizó en el Laboratorio de Recursos Naturales del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica. Para el análisis de textura, se siguió el "Procedimiento de textura CIA-SC09-03-P02 Determinación de Textura en Suelos" que se basa en el Método del Hidrómetro de Bouyoucos. Brevemente, las muestras fueron secadas, pesadas y pasadas por tamices granulométricos con apertura de malla de 2mm. La materia orgánica se destruye por oxidación con H2O2 y la muestra se trata con agentes dispersantes de modo que las partículas en suspensión se comporten individualmente y sedimenten en un medio acuoso con velocidad diferente entre sí. La determinación de la textura se realiza por medio de un hidrómetro calibrado que mide variaciones en la densidad del medio (Nuñez-Solís, 2000).

El análisis de componentes químicos de las muestras fue realizado siguiendo procedimientos estándares implementados en el Laboratorio de Análisis Químicos del CIA. Los iones fueron extraídos con el método de KCI-Olsen modificado (pH 8.5; (NaHCO3 0,5 N, EDTA 0.01M, Superfloc 127) 1:10). La acidez fue determinada por valoración con NaOH y Al con HCI; P y S por colorimetría con el Analizador de Inyección de Flujo (FIA) y el resto de los elementos por Espectrofotometría de Absorción Atómica. C y N totales se detectaron por combustión seca en Autoanalizador y Conductividad Eléctrica (CE) en agua. Para el puntaje de este componente se siguen los criterios señalados en el **Cuadro 4.** 





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Cuadro 4. Criterios y valores para el indicador atributos edafológicos

Puntaje
3.0
2.0
1.0
0.0

#### 2.2.3. RESULTADOS.

### 2.2.3.1. Caracterización geomorfológica.

El Embalse Río Piedras se ubicaría en una zona que geológicamente corresponde a la unidad estructural de la depresión tectónica del río Tempisque, una entrada del Golfo de Nicoya que constituye el nivel basal del río Tempisque. Esta depresión es un graben que debió ser zona sumergida al inicio del Terciario, cuya emergencia se sugiere ha seguido el movimiento general que afectó las unidades vecinas durante la orogénesis Plio-Cuaternaria (Bergoeing, 1998). En ese escenario de pantanos posiblemente irrumpió el río Tempisque, que tomó importancia conforme sus afluentes se hacían más caudalosos debido a la elevación progresiva y continua de la Cordillera Volcánica de Guanacaste (Denyer & Arias, 1993).

La potencial zona de afectación en la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB), muestra relieve disminuido entre los 10 y 80 metros de elevación, con pendientes dominantes menores de 5 % aunque incrementándose hasta 30 % en lugares más escarpados (**Figura 2**). Tres pequeños promontorios sobrepasan los 80 m en elevación dentro de la zona, aparentemente los restos erosionados de una meseta cárstica. Debido a su elevación, se considera quedarán como islas dentro del embalse si este se estableciera. Sin embargo, el área superficial estimada de dos de ellos no sobrepasaría 0.8 Ha, mientras que el tercero permitiría una isla de 6 Ha. El terreno aledaño a la potencial zona de inundación es más escarpado y se eleva sobre los 80 m. De igual forma, la potencial zona de compensación en ASETREK, contigua al sitio de inundación en RBLB, muestra elevaciones mayores a 85 msnm, incluyendo en una meseta con elevación media de 140 metros (**Figura 2**).





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Según el mapa geológico, en el entorno del proyecto Embalse del Río Piedras se localiza una serie estratificada que pertenece a un mismo conjunto de edades geológicas correlativas y que constituye la base del piedemonte occidental de la Cordillera Volcánica de Guanacaste: la Formación Bagaces (**Figura 3**). Esta consiste en una unidad de tobas dacíticas, principalmente ignimbritas y sedimentos lacustres asociados, formados por sucesión magmática durante el Plioceno-Pleistoceno (Dengo & Alvarado, 1962).

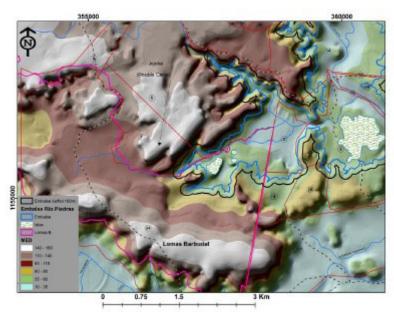


Figura 2. Relieves y elevaciones en zonas de estudio. Se muestra el área estimada de afectación directa por embalse (contorno de línea azul), el área estimada de la zona de amortiguamiento en el perímetro del espejo de agua (contorno de línea negra), límites de Reserva Biológica Lomas de Barbudal y propiedad de ASETREK en la zona (contorno línea rosada), así como la potencial área de canje (compensación) en la propiedad de ASETREK (delimitada por línea roja).

Bergoeing (1998) reconoce tres miembros: miembro inferior, formado por sedimentos lacustres compuestos por arcillas cenicientas; miembro intermedio: formado por tobas columnares o ignimbritas densas y lavas basálticas; y miembro superior, compuesto por tobas de diferente textura entre dos horizontes de suelos fósiles.





Desarrollador

Elaborado por

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

En el sitio de estudio ASETREK se reconocen miembros intermedios. Por otro lado, y a pesar de geológicamente ser parte de la Formación Bagaces, son evidentes los depósitos aluviales de arcilla y arena en el sitio potencial de inundación, asociados a la actividad de la Quebrada Viscoyol.

Seem y Alvarado (2007) señalan que el origen de esas ignimbritas de la formación Bagaces es difícil de determinar, porque amplias áreas están cubiertas de productos volcánicos geológicamente jóvenes. Tobas de la formación Bagaces han sido datadas en 0.64 Ma (Sáenz, 1981), lo que hace sospechar que la parte superior de la meseta ignimbrítica es del Cuaternario, sin embargo, es más probable que la evolución de esa meseta iniciara en el Plioceno y se extendiera hacia el Pleistoceno, como sugieren otras dataciones (Bergoeing, 1998).

Además de las diferencias en elevación y relieve, no se observaron mayores contrastes en cuanto a atributos geomorfológicos entre RBLB y ASETREK. Por esta razón, y siguiendo los criterios señalados en el **Cuadro 3**, se asignan 2pts como puntaje para este indicador.

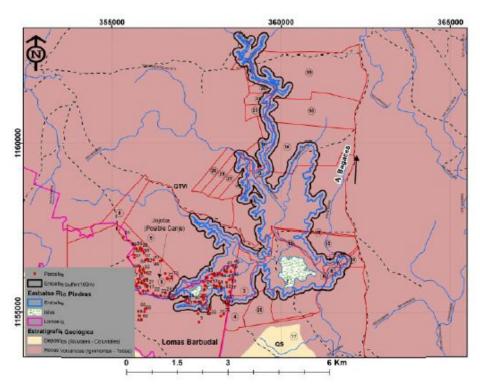


Figura 3. Cobertura geológica en área del Embalse Río Piedras y su entorno.





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### 2.2.3.2. Caracterización edafológica.

El área potencial de afectación en la Reserva Biológica Lomas de Barbudal corresponde principalmente a entisoles, suelos jóvenes formados sobre la llanura de inundación que domina la región del pretendido Embalse (**Figura 4**). Este es también el tipo de suelo que domina la posible zona de canje en la propiedad de ASETREK. Los resultados del análisis de textura del suelo en ambos sitios revelan esas similitudes, encontrándose prevalencia de perfiles franco arcillosos, con partículas menores a 2 µm (**Cuadro 5**). En general esos suelos suelen ser adhesivos, con deficiente infiltración y se caracterizan también por tener alta retención de humedad, así como regular a baja aireación. Es importante señalar que hacia el sur de la zona de afectación en RBLB, asociados a un cambio en el relieve, hay suelos de tipo alfisol (**Figura 4**).

Cuadro 5. Análisis de textura en suelos de los sitios de estudio.

	Porcer	ıtajes (%)				
Muestra	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural		
RBLB 1	40	25	35	FRANCO ARCILLOSO		
RBLB 2	45	15	40	FRANCO ARCILLOSO		
RBLB 3				FRANCO ARCILLO		
KDLD 3	48	19	33	ARENOSO		
RBLB 4				FRANCO ARCILLO		
KDLD 4	50	17	33	ARENOSO		
RBLB 5	78	7	15	FRANCO ARENOSO		
RBLB 6	40	25	35	FRANCO ARCILLOSO		
ASETREK 1	35	20	45	ARCILLOSO		
ASETREK 2	43	17	40	FRANCO ARCILLOSO		
ASETREK 3	25	35	40	FRANCO ARCILLOSO		
ASETREK 4	38	22	40	FRANCO ARCILLOSO		
ASETREK 5	40	22	38	FRANCO ARCILLOSO		
ASETREK 6	40	22	38	FRANCO ARCILLOSO		





Elaborado por Desarrollador

### Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

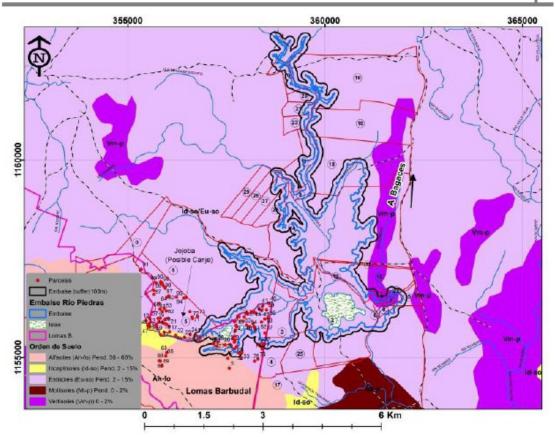


Figura 4. Conformación de suelos en la región del Embalse Río Piedras.

Por otro lado, las muestras del sitio potencial de inundación en RBLB revelan suelos neutros o ligeramente ácidos y con contenido relativo de nitrógeno ligeramente alto (**Cuadro 6**). La concentración de fósforo, bases y elementos menores se muestran en el **Cuadro 7**. Es notorio que los suelos tienen una capacidad relativa alta de intercambio catiónico.

Excepto por la concentración de fósforo (P) y manganeso (Mn), que es mayor en suelos del área potencial de inundación en la RBLB (**Cuadro 7**), la variación en los otros componentes no permite distinguir entre sitios de estudio. La Figura 5 muestra esta leve separación de muestras debido a coordenada 1, relacionada con la distancia Manhattan de las concentraciones registradas de P y Mn. La textura, nivel de acidez, relación C/N, CICE y otros elementos, son similares en los suelos del sitio potencial de inundación y en el sitio de potencial compensación, encontrándose diferencias en las concentraciones de fósforo y manganeso. Por lo tanto, siguiendo los criterios indicados en el **Cuadro 4**, el sitio de potencial de compensación recibe 2 pts como puntaje para el indicador de atributos edáficos.





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Cuadro 6. Análisis de composición química de suelos en los sitios de estudio.

	mS/cm		%	Relación	•
Muestra	CE	% C	N	C/N	pН
RBLB 1	0.4	4.69	0.35	13.4	6.4
RBLB 2	0.3	5.28	0.46	11.5	6.6
RBLB 3	0.2	2.88	0.23	12.5	6.9
RBLB 4	0.3	3.73	0.31	12.0	7.0
RBLB 5	0.2	1.21	0.10	12.1	7.2
RBLB 6	0.2	2.38	0.20	11.9	6.7
ASETREK 1	0.2	3.18	0.21	15.1	6.1
ASETREK 2	0.2	2.10	0.17	12.4	6.0
ASETREK 3	0.2	3.66	0.27	13.6	6.8
ASETREK 4	0.2	3.63	0.29	12.5	6.8
ASETREK 5	0.4	6.05	0.51	11.9	7.7
ASETREK 6	0.2	3.46	0.31	11.2	6.7

Cuadro 7. Valores de concentraciones de elementos químicos del suelo en sitios de estudio. CICE: Capacidad de intercambio de Cationes Efectiva=Acidez+Ca+Mg+K. SA=Porcentaje de Saturación de Acidez=(Acidez/CICE).

	cmol (+)/L	ı				%	mg/	L			
Muestra	ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn
	0.5	4	1	0.2	5		10	3	1	10	5
RBLB 1	0.11	22.61	6.02	0.45	29.19	0.4	10	2.9	6	34	22
RBLB 2	0.13	24.31	5.08	0.86	30.38	0.4	4	2.6	5	22	23
RBLB 3	0.11	29.36	7.05	0.83	37.35	0.3	12	1.4	7	22	14
RBLB 4	0.10	29.46	7.26	1.04	37.86	0.3	19	2.7	5	18	11
RBLB 5	0.09	26.46	7.90	0.63	35.08	0.3	4	0.6	3	21	7
RBLB 6	0.09	19.58	6.21	1.38	27.26	0.3	4	1.4	2	14	15
ASETREK 1	0.11	25.08	8.43	0.17	33.79	0.3	4	2.2	7	59	15
ASETREK 2	0.11	24.36	6.66	0.12	31.25	0.4	3	1.1	6	40	21
ASETREK 3	0.10	27.81	6.84	0.40	35.15	0.3	3	2.3	3	18	22
ASETREK 4	0.12	21.72	4.69	0.63	27.16	0.4	1	2.1	6	31	24
ASETREK 5	0.09	28.30	5.63	0.70	34.72	0.3	20	1.7	3	28	32
ASETREK 6	0.12	22.70	5.38	0.63	28.83	0.4	3	1.8	6	28	25





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

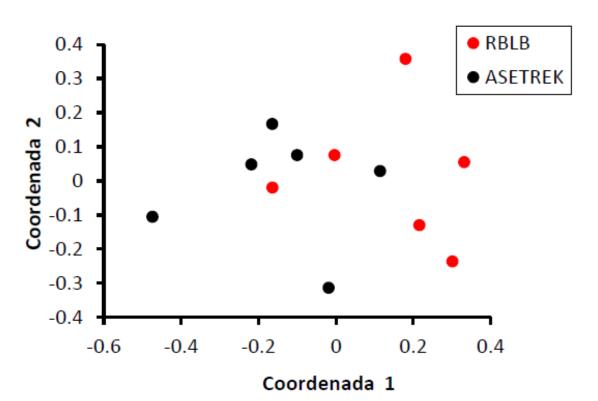


Figura 5. Escalamiento multidimensional (MDS, distancia Manhattan) de componentes químicos del suelo en potencial sitio de inundación en RBLB (círculos rojos) y potencial sitio de compensación en ASETREK (círculos negros). Coordenada 1 se relaciona con la concentración de fósforo en las muestras.

#### 2.2.4. CONCLUSIONES.

De nuestras observaciones sobre el entorno geofísico de la zona potencial de inundación y de la zona potencial de compensación se concluye que ambos sitios comparten muchas características edáficas y geomorfológicas. El puntaje recibido por el sitio de compensación en relación al de referencia para el componente Atributos geofísicos corresponde entonces a: 2pts + 2 pts= 4 pts del total de puntos máximo asignado en el Cuadro 2.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### 2.3. Componente Contexto de Paisaje

#### **2.3.1. OBJETIVOS.**

Para este componente el objetivo es caracterizar el hábitat en términos de estructura de la vegetación, en el sitio potencial de inundación en RBLB y en el potencial sitio de compensación en ASETREK.

### 2.3.2. METODOLOGÍA

### 2.3.2.1. Identificación de coberturas de bosque y SIG.

Antes de iniciar las caracterizaciones de indicadores de hábitat y diversidad, se empleó Sistemas de Información Geográfica (SIG) para determinar posible heterogeneidad de ambientes dentro y entre sitios de estudio. Para determinar macrotipos de vegetación que definieran ambientes potencialmente distintos en la zona de estudio, se empleó la capa de coberturas del inventario nacional forestal (Sistema de Información de Recursos Forestales SIREFOR), actualizada para el 2012-2013 y con una resolución de 5 X 5 metros (http://www.sirefor.go.cr/?p=1170). Según REDD/CCAD-GIZ- SINAC (2015) esas coberturas se basan en imágenes Rapid Eye derivadas de sensores multiespectrales instalados en satélites (Surrey Satellite Technology Ltd. de Guildford), capaces de recopilar información en cinco bandas del espectro electromagnético. Para completar los tipos de cobertura boscosa en zonas que fueron afectadas por nubes o sombras al momento de la toma de la imagen satelital, estas coberturas fueron depuradas y actualizadas empleando DigitalGlobe, disponibles en Google Earth© del 2016. A partir de muestreo de campo, se definieron los tipos de bosque o formaciones vegetales, que incluyen las siguientes coberturas reconocidas para el área de interés: a) Bosque deciduo; b) Bosque maduro; c) Bosque secundario; d) Uso no forestal; e) Pastos (para una descripción general y dasometria de cada cobertura ver REDD/CCAD-GIZ- SINAC 2015). Los resultados de esta clasificación de hábitats inicial se muestran en la Figura 6.





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

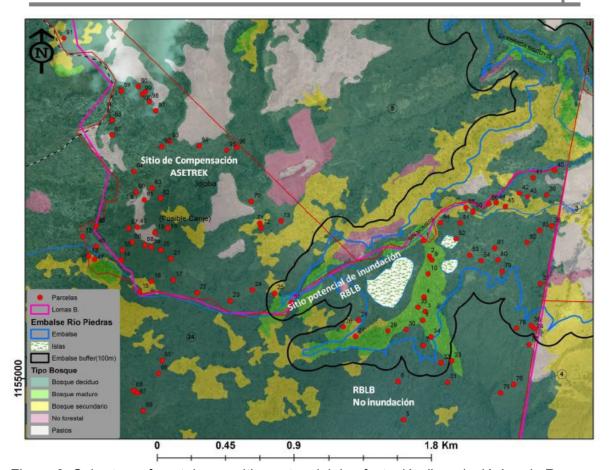


Figura 6. Coberturas forestales en sitios potencial de afectación (inundación) en la Reserva Biológica Lomas de Barbudal y en sitio potencial de compensación en propiedad adyacente ASETREK Tres Azul S. A. Se muestran las parcelas de vegetación empleadas como unidades de muestreo.

Para marcar los límites de las propiedades y las zonas de influencia del proyecto Embalse Río Piedras, sobrepusimos coberturas digitales con el contorno del Embalse Piedras en la línea de 100 m de elevación, originadas por SENARA. Para cada cobertura mapeada determinamos atributos del paisaje: área superficial de la cobertura o fragmento, grado de conectividad y distancia a un ambiente similar en el área núcleo de referencia, empleando Spatial Statistics Tools de ArcToolBoox® (versión 10.0). Para ello, la imagen se transformó a una gradilla de 10 X 10 m empleando ESRI GRID y para cada celda de la gradilla se calculó la distancia Euclidiana a quebradas y área núcleo. Las distancias para cada sitio fueron clasificadas en categorías, para producir la proporción de categorías por distancia.





Elaborado por

Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Se empleó un análisis pareado para cuantificar diferencias entre áreas para cada distribución de categorías de cobertura, empleando una corrección secuencial de Bonferroni (Rice, 1989).

### 2.3.2.2. Indicadores de la vegetación en el contexto de paisaje.

- **2.3.2.2.1. Tipos de coberturas.** El tipo de cobertura se refiere a las asociaciones vegetales o estadios sucesionales distintos presentes en el área de estudio. En este caso, corresponde a las distintas coberturas forestales reconocidas en el paisaje del sitio de inundación potencial en RBLB y sitio de compensación potencial en ASETREK, que fueron obtenidas del Inventario Nacional Forestal (Sistema Información de Recursos Forestales http://www.sirefor.go.cr/?p=1170) y verificadas en el campo.
- **2.3.2.2.** Área de coberturas. Las áreas de cada tipo de cobertura forestal en los sitios de estudio se estimaron a partir de la herramienta Geoprocessing, del software de procesamiento geográfico Esri© de ArcGis 10.4, empleando la opción "clip features" para luego exportar la base de datos resultante (formato "dbf") a Excel© para realizar los respectivos cálculos de áreas.
- **2.3.2.2.3. Morfología**. Además, se determinó la morfología de parches discretos o áreas núcleo, cuantificándose su forma, área, perímetro y si coincide o no con las capas de macrohábitat identificadas previamente (REDD/CCAD-GIZ–SINAC, 2015). Esta caracterización se llevó a cabo empleando el programa ArcGIS®.
- **2.3.2.2.4. Conectividad.** El grado de conectividad entre fragmentos se evaluó mediante distancia simple (euclidiana), implementado el análisis en ArcGIS®.

### 2.3.2.3. Puntaje componente contexto de paisaje

Para cada cobertura forestal se cuantificaron los anteriores indicadores de paisaje: proporción de coberturas, área del fragmento y conectividad. El área del fragmento y su conectividad corresponden a variables continuas, por lo que las comparaciones entre sitios se efectuaron empleando técnicas estadísticas tradicionales; empleando transformación logarítmica en caso de violación de los supuestos de normalidad y heteroscedasticidad. Los **Cuadros 8, 9 y 10** muestran los criterios empleados para asignar puntajes a cada indicador. El puntaje máximo es asignado si no hay evidencia de diferencias significativas con la referencia, mientras que, si las diferencias son significativas, el puntaje adquiere el menor valor posible (**Cuadros 8, 9 y 10**).





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

El puntaje final para el componente calidad de paisaje se calcula como Calidad de Paisaje =

(Puntaje Tipo + Puntaje área + Puntaje conectividad)

Cuadro 8. Proporción de coberturas forestales y puntaje en sitio de compensación y sitio de referencia.

	•	Puntaje	
% de coberturas respecto a referencia	Ambientes no fragmentados <sup>1</sup>	Ambientes Poco fragmentados <sup>2</sup>	Múltiples Fragmentos <sup>3</sup>
< 20 %	0.5	0.0	0.0
≥ 20 % pero < 50 %	2.0	1.0	0.5
≥ 50 % pero < 70 %	6.0	4.0	1.0
≥ 70 % pero < 90 %	8.0	6.0	2.0
$\geq$ 90 % pero perturbados	10.0	8.0	4.0
≥ 90 % no perturbados	12.0	10.0	6.0

<sup>1</sup>Cada tipo de cobertura en un solo fragmento, 2Al menos alguna cobertura con 3 a 10 fragmentos; 3Al menos alguna cobertura con más de 10 fragmentos.

Cuadro 9. Criterios y puntajes para el indicador área superficial del fragmento nominal\*.

	Puntaje: Diferencia con cobertura en referencia				
Área de fragmento	No significativa	Significativa			
< 2 Ha	0.5	0.0			
≥ 2 pero < 10 Ha	1.0	0.5			
≥ 10 pero < 20 Ha	2.0	1.0			
≥ 20 pero < 30 Ha	4.0	2.0			
$\geq$ 30 Ha pero perturbado	6.0	4.0			
$\geq$ 30 Ha pero no perturbado	8.0	6.0			

<sup>\*</sup>Se refiere a fragmento de vegetación del mismo tipo.





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

Cuadro 10. Criterios y puntajes para el indicador distancia al núcleo. \*

Distancia a núcleo	Diferencia No significativa	Diferencia significativa	No información
> 5 km	1	0	0.0
2-5 km	2	1	1.0
1-2 km	3	2	1.5
<1 km	4	3	2.0
Contiguo	5	4	2.5

<sup>\*</sup>Se refiere a cada tipo de cobertura o fragmento por separado.

#### 2.3.3. RESULTADOS

El sitio potencial de impacto en la Reserva Lomas de Barbudal (RBLB) posee distintas coberturas forestales que se extienden hacia otras áreas de la Reserva y hacia zonas adyacentes en propiedad privada. A partir de mapa de coberturas mostrado en la Figura 6, tres hábitats son distinguibles en el sitio potencial de inundación en RBLB: Bosque Deciduo, Bosque Secundario y Bosque Maduro. Este último corresponde a un fragmento de bosque ripario que se extiende a lo largo de la Quebrada Viscoyol y que a priori pareciera disponer de una mayor proporción de especies siempreverdes. Debido a su constitución y asociación con la quebrada, será referido en el resto de este documento como Bosque Ripario.

Las características estructurales, así como la composición florística de estos ambientes son detalladas más adelante, en el Capítulo 3. A continuación, se procede a calcular el puntaje asignado al componente calidad de paisaje.

#### 2.3.3.1. Tipos de coberturas.

Dentro del área proyectada de inundación en RBLB, las tres coberturas están poco fragmentadas: el bosque deciduo es partido por la franja de bosque ripario, y el secundario ocurre en dos fragmentos (Cuadro 11, Figura 6). Esta situación difiere en la propiedad de ASETREK, donde el Bosque Secundario se distribuye en cinco fragmentos rodeados principalmente de Bosque Deciduo.





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

En esta propiedad hay importantes áreas de pastos de corta, cobertura que está disponible en menos de una hectárea dentro de la zona de inundación de RBLB. El bosque Ripario está ausente en la potencial área de compensación en ASETREK (**Figura 6**). Debe señalarse que ASETREK dispone de algunos fragmentos pequeños de Bosque Ripario, pero estos se ubican en la zona de impacto directo del Embalse y por lo tanto no pueden considerarse para la zona de compensación.

En término de las coberturas presentes, el **Cuadro 11** muestra el número de fragmentos para cada cobertura observada en el sitio de inundación RBLB y la potencial área de compensación. Un 60 % de los ambientes presentes en el sitio de inundación en RBLB están presentes en ASETREK, pero estos últimos se encuentran más fragmentados. El bosque secundario y los pastizales de ASETREK fueron las coberturas. Por lo tanto, siguiendo lo establecido en el **Cuadro 8**, el puntaje asignado para este indicador es de **4 pts**.

Cuadro 11. Número de fragmentos por tipo de cobertura en sitios de estudio.

Tipo de cobertura	Sitio inundación RBLB	Sitio compensación ASETREK
Bosque deciduo	2	2
Bosque ripario	1	0
Bosque secundario	3	5
No forestal	1	1
Pastos	0	5
Similitud = 60 %		

Puntaje Cuadro 8 = 4 pts





Elaborado por Desarrollador

Estudio Línea Base Embalse Piedras. Organización para Estudios Tropicales

### Cuadro 12. Área superficial (Ha) de coberturas forestales en sitios de estudio.

Tipo de cobertura	Total RBLB	Sitio inundación RBLB	Sitio compensación ASETREK
Bosque deciduo	2 039.0	96.0	139.1
Bosque ripario	216.4	24.7	2.2
Bosque secundario	312.7	9.1	17.1
No forestal	45.4	0.04	2.6
Pastos	47.7	0.8	28.3
Área total:	2 661.2	131.07	189.3
Puntaje Cuadro 9 =2.3			

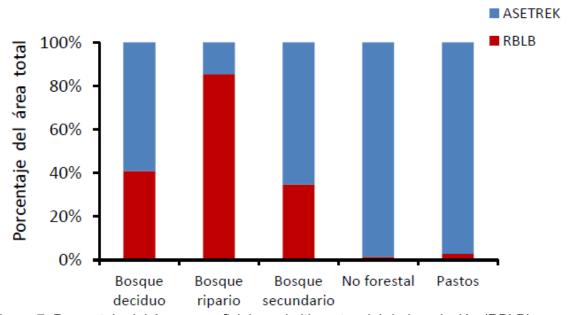


Figura 7. Porcentaje del área superficial en el sitio potencial de inundación (RBLB) y en el sitio potencial de compensación (ASETREK) cubiertos por distintos tipos de hábitat. Fuente: Inventario Nacional Forestal y SIG-Palo Verde.