

POMCA

RÍO MOCOA

Plan de Ordenación y Manejo
de la Cuenca Hidrográfica



FASE DE DIAGNÓSTICO

2.3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO – BIÓTICO: COBERTURA Y USO DE LA TIERRA





**FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA
HIDROGRÁFICA DEL RÍO MOCOA Y EVALUACIÓN DETALLADA DE ÁREAS
AMBIENTALMENTE APTAS PARA EL REASENTAMIENTO MOCOA**

FASE DE DIAGNÓSTICO

**2.3 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO – BIÓTICO: COBERTURA Y USO DE
LA TIERRA**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA 343 DE 2020
INPRO SAS**

MOCOA, 2022



A. Información del Documento.

Nombre del documento:	2.3 Caracterización del medio físico – biótico: cobertura y uso de la tierra		
Código de documento:	2.3. POMCA MOCOA		
Preparado por:	EDUARDO PATARROYO CORDOBA	Cargo:	Director del Proyecto
Fecha:	29/08/2022		

B. Registro de revisión.

Fecha de entrega:	30/08/2022		
Versión de revisión	V2		
Revisado Por:	EDUARDO PATARROYO CORDOBA	Fecha de revisión:	30/08/2022
Cargo:	Director del Proyecto		

C. Registro de versiones (Control de Cambios)

Ver. No.	Fecha Ver.	Descripción/ Motivo del ajuste	Actualizado Por	Nombre Archivo

D. Control de Distribución. (Aplica para cada documento – No se reportan antecedentes).

De:		Fecha	Teléfono/Email
		DD/MM/AAA A	
Para:	Acción R: Revisión A: Aprobación	Fecha	Código de oficio remitido (Si aplica) Correo electrónico al que se envía.



TABLA DE CONTENIDO

1	COBERTURA Y USO DE LA TIERRA	7
1.1	METODOLOGÍA DEL COMPONENTE DE COBERTURA.....	7
1.1.1	Adquisición y preparación de la información	7
1.1.2	Análisis e interpretación de coberturas.....	7
1.1.3	Verificación de campo y determinación de usos de suelo	8
1.1.4	Generación de la capa temática 1:25000	9
1.2	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE COBERTURAS	9
1.3	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LOS INDICES E INDICADORES RELACIONADOS CON LAS COBERTURAS NATURALES ..	11
1.3.1	Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales (TCCN) 12	
1.3.2	Índice de Vegetación Remanente (IVR)	12
1.3.3	Índice de Fragmentación (IF).....	13
1.3.4	Indicador de Presión Demográfica (IPD)	14
1.3.5	Índice de Ambiente Crítico (IAC)	15
1.3.6	Porcentaje (%) de áreas (Ha) restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos.....	15
1.3.7	Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN) ...	16
1.4	RESULTADOS DEL MAPA PRELIMINAR DE COBERTURAS Y USOS 17	
1.5	PAISAJES DEL PIEDEMONTE AMAZÓNICO.....	20
1.6	DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA IDENTIFICADOS.....	25
1.7	ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA PARA CUENCA DEL RÍO MOCOCA.....	45
1.8	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE INDICADORES DE COBERTURAS NATURALES.....	55
1.8.1	Indicador de Tasa de Cambio de Coberturas Naturales (TCCN)..	55
1.8.2	Índice de Vegetación Remanente (IVR)	56
1.8.3	Índice de Fragmentación	58
1.8.4	Indicador de Presión Demográfica.....	60
1.8.5	Índice de Ambiente Crítico.....	63
1.8.6	Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales.....	65
	BIBLIOGRAFIA	68



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Calificación de cambios de coberturas.....	9
Tabla 2. Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales (TCCN) .	12
Tabla 3. Indicador Vegetación Remanente (IVR).....	12
Tabla 4. Índice de Fragmentación (IF)	13
Tabla 5. Indicador de Presión Demográfica (IPD).....	14
Tabla 6. índice de Ambiente Crítico (IAC).....	15
Tabla 7. Porcentaje de áreas restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos	16
Tabla 8. Índice del estado actual de las coberturas naturales (IEACN)	16
Tabla 9. Coberturas de la tierra de la cuenca del río Mocoa	17
Tabla 10. Usos del suelo en la cuenca del río Mocoa.....	18
Tabla 11. Características de los paisajes	21
Tabla 12. Características por tipo de suelo.....	22
Tabla 13. Coberturas de la tierra año 2012 de la cuenca hidrográfica del río Mocoa	46
Tabla 14. Matriz de cambio de coberturas 2012 vs 2021	48
Tabla 15. Análisis del cambio de coberturas 2012 vs 2021	52
Tabla 16. Tasa de cambio de coberturas naturales	56
Tabla 17. Índice de vegetación remanente por microcuenca.....	57
Tabla 18. Resultados de Índice de Fragmentación.....	59
Tabla 19. Indicador de Presión Demográfica por microcuenca.....	61
Tabla 20. Indicador de Ambiente Crítico por microcuenca	63
Tabla 21. Índice de Estado Actual de Coberturas Naturales por microcuenca	65
Tabla 22. Área asociada al estado actual de las coberturas naturales	66
Tabla 23. Índice del Estado Actual de Coberturas Naturales para la cuenca en general	66



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología para la interpretación de coberturas y usos del suelo....	8
Figura 2. Organigrama del cálculo de indicadores de coberturas.....	11
Figura 3. Coberturas de la cuenca del río Mocoa.....	18
Figura 4. Usos del suelo en la cuenca del río Mocoa.....	20
Figura 5. Características paisajísticas del piedemonte amazónico.....	21
Figura 6. Tejido urbano del municipio de Mocoa.....	26
Figura 7. Tejido urbano discontinuo del municipio de Mocoa.....	27
Figura 8. Cultivo de café.....	31
Figura 9. Cobertura de pastos limpios.....	32
Figura 10. Cobertura de pastos arbolados.....	32
Figura 11. Cobertura de pastos enmalezados.....	33
Figura 12. Cobertura de mosaico de cultivos.....	34
Figura 13. Cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales....	35
Figura 14. Cobertura de mosaico de pastos con espacios naturales.....	36
Figura 15. Cobertura de bosque de galería.....	39
Figura 16. Cobertura de tierras degradadas.....	43
Figura 17. Coberturas de ríos en la cuenca.....	44
Figura 18. Cobertura de lagos y/o lagunas en la cuenca.....	44
Figura 19. Cobertura de estanques de agua artificiales.....	45
Figura 20. Coberturas de la tierra del año 2012.....	46
Figura 21. Análisis de cambio de coberturas.....	55
Figura 22. Índice de vegetación remanente por microcuenca.....	58
Figura 23. Ecuación para normalización del Índice de Fragmentación.....	58
Figura 24. Índice de Fragmentación de la cuenca del río Mocoa.....	59
Figura 25. Índice de Fragmentación y Vegetación Remanente.....	60
Figura 26. Indicador de Presión Demográfica de la cuenca del río Mocoa.....	63
Figura 27. Índice de Ambiente Crítico en la cuenca del río Mocoa.....	65
Figura 28. Índice de Estado Actual de las microcuencas del río Mocoa.....	67



1 COBERTURA Y USO DE LA TIERRA

1.1 METODOLOGÍA DEL COMPONENTE DE COBERTURA

En la identificación y el análisis de las coberturas presentes en la Cuenca del Río Mocoa se empleó la metodología de CORINE Land Cover, la cual *“permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas”* (IDEAM, s.f).

1.1.1 Adquisición y preparación de la información

En la generación de la información para la identificación y análisis de las coberturas se utilizaron imágenes Planet NICFI, Sentinel 2 y Landsat 8, las cuales fueron descargadas utilizando la herramienta de teledetección de Google Earth Engine, que tiene en su base de datos las imágenes de los sensores mencionados anteriormente.

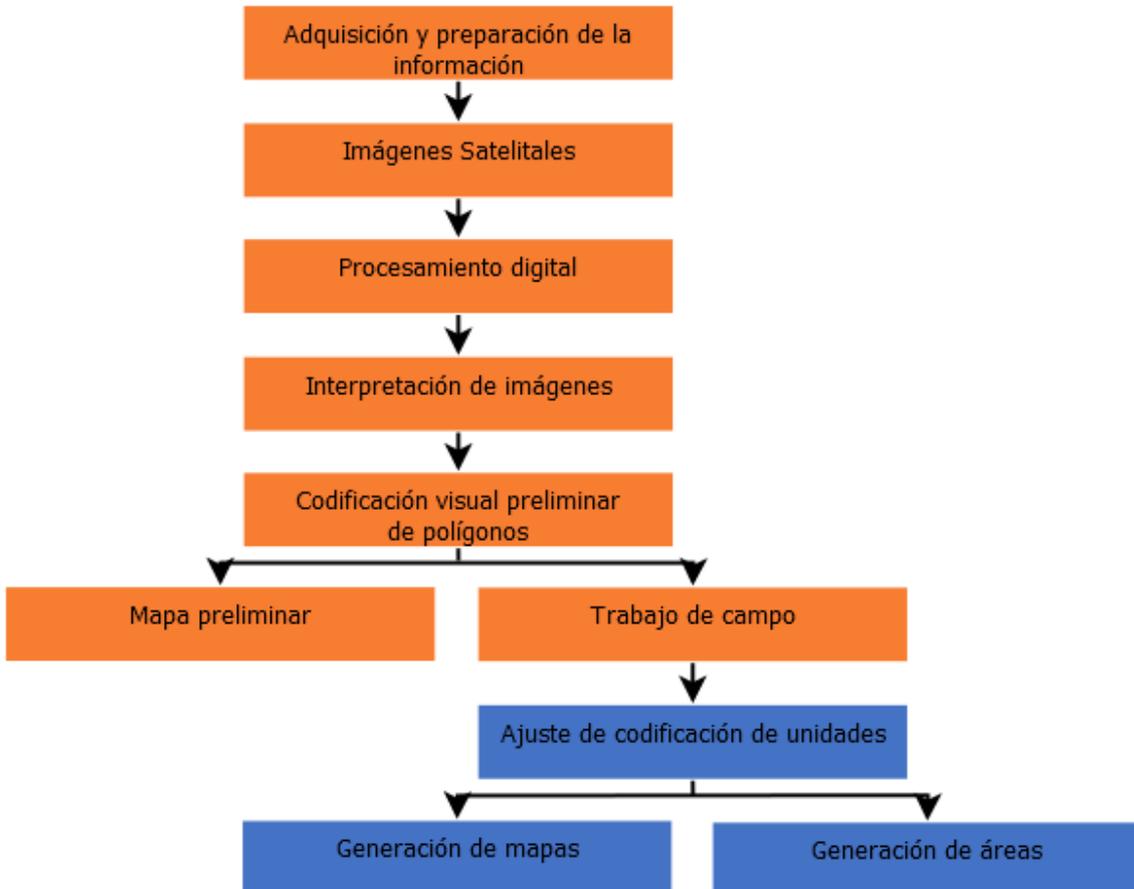
De igual forma se tuvo el apoyo de los geoportales disponibles gratuitamente en el Programa Copernicus de la Unión Europea y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

1.1.2 Análisis e interpretación de coberturas

El análisis e interpretación de imágenes satelitales se efectúa mediante el uso del software QGIS, tomando como referencia el área delimitada por Corpoamazonía de la jurisprudencia de la Cuenca del Río Mocoa. Se tuvo en cuenta que los sensores utilizados cumplieran con las siguientes condiciones:

1. Una resolución espacial para trabajos a escala 1:25000.
2. El año del sensor sea superior al 2020.
3. No tener nubes o sombras significativas en el área de trabajo seleccionada.

Figura 1. Metodología para la interpretación de coberturas y usos del suelo



Fuente: Metodología adaptada de Melo y Camacho, 2005, citado por IDEAM (s.f.)

El siguiente paso es codificar la nomenclatura CORINE Land Cover adaptada para Colombia con la interpretación visual y de manera manual (polígono por polígono, codificado por el intérprete). Con esta codificación polígono a polígono, se generó el mapa preliminar como apoyo para diseñar el trabajo de campo.

1.1.3 Verificación de campo y determinación de usos de suelo

Con ayuda del mapa preliminar de coberturas se identificaron cuatro (4) zonas representativas en diferentes sectores del área de la cuenca estudiada. Estas zonas cumplían con las siguientes características:

- 1) Zonas representativas de la región biogeográfica en donde se presentan gran parte de las coberturas interpretadas.
- 2) Tener un fácil acceso y que garantice la seguridad del equipo de profesionales y acompañantes.

El trabajo de campo busca aclarar dudas en el proceso de interpretación de coberturas realizado por medios digitales. Adicionalmente, por medio del equipo de sistemas productivos, se efectúa una caracterización que permita determinar los usos de suelo y las áreas productivas en la cuenca.



Para la determinación del uso actual del suelo, se aplicó una codificación por cada polígono asociado a una cobertura natural. Es probable que, debido a la diversificación de cultivos en áreas pequeñas dentro de la Cuenca del Río Mocoa, una cobertura pueda tener más de un uso del suelo.

1.1.4 Generación de la capa temática 1:25000

Finalizado el trabajo de campo, se procedió a efectuar los ajustes de la codificación en aquellos polígonos donde existían dudas en el tipo de cobertura interpretada, utilizando para ello los puntos verificados en campo. Revisados y ajustados los polígonos, se estructura el archivo SHP teniendo en cuenta la escala 1:25000 y la unidad mínima de mapeo.

Por último, se genera el mapa con la codificación, la nomenclatura y los colores, además del cálculo de las áreas correspondientes a cada una de las coberturas identificadas en la cuenca del Río Mocoa.

1.2 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE COBERTURAS

De acuerdo a lo dispuesto en la Guía para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas, para el análisis multitemporal de las coberturas se utilizará la capa de cobertura actual generada bajo la metodología de CORINE Land Cover, homologando su leyenda con la cartografía de coberturas encontrada de hace 10 o más años atrás.

Teniendo en cuenta lo expresado en el párrafo anterior, se utilizó la capa de coberturas proyectada por Corpoamazonia en el año 2012, que se encuentra a una escala de 1:25000; y la capa de coberturas obtenidas en la presente formulación del POMCA (2021), cuya escala es de 1:25000.

De acuerdo a los cambios vistos en la superposición de capas, se utilizó la calificación indicada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2013) como se expresa en la tabla a continuación:

Tabla 1. Calificación de cambios de coberturas.

Código	Tipo de Cambio	Descripción
NA	Sin información	Áreas con presencia de nubes en alguno de los dos periodos, donde por lo tanto no aplica realizar análisis de cambio en las coberturas.
0	Sin cambio	Áreas donde se presenta el mismo código de cobertura a nivel 3 tanto en el mapa del periodo 2012 como el mapa del periodo 2021, por lo tanto, son las áreas que no tuvieron un cambio en las coberturas en esos periodos.
1	Cambio similar	Dentro de este indicador se incluyen las áreas donde siendo diferente el código de la cobertura a nivel 3, para efectos del análisis multitemporal se



		consideran zonas sin cambios debido a similitud de las coberturas presentes en ambos mapas. Por ejemplo, bosques densos (311) que cambian a bosques de galería (314) o viceversa.
2	Fragmentación del Bosque	Todas aquellas áreas de bosque en el mapa del periodo 2012, que se presentan como bosques fragmentados en el mapa del periodo 2021, serán cuantificadas y ubicadas espacialmente por medio de este indicador.
3	Recuperación del bosque	En este indicador se incluyen las áreas que no eran bosque en el mapa del periodo 2012 y que en el periodo 2021 aparecen como cualquier tipo de bosque. Se incluye también en este indicador los bosques fragmentados del periodo 2012 que se hayan recuperado y por lo tanto se registren como bosques densos o bosques de galería en el mapa del periodo 2021.
4	Ganancia de pastos	Son áreas ganadas de cualquier tipo de pasto que no existían en el mapa 2012 y que están presentes en el mapa 2021.
5	Urbanización	Se incluyen en este indicador las áreas de territorios artificializados presentes en el mapa del periodo 2021 y que no existían en el periodo de 2012, separando las zonas mineras que son contempladas en otro indicador.
6	Intensificación de la agricultura	El indicador cuantifica todas aquellas áreas de mosaicos que presentaban espacios naturales en el mapa del periodo 2012 y que pasaron a otro tipo de mosaicos sin espacios naturales o algún tipo de pasto o cultivo puro.
7	Expansión de la agricultura	Con este indicador se pretende identificar las áreas ganadas en cultivos provenientes de zonas que en el mapa del periodo 2012 estaban ocupadas por algún tipo de pasto o cobertura natural.
8	Dinámica de cuerpos de agua	En este indicador se representan los cambios que hayan tenido los cuerpos de agua en los dos periodos de tiempo analizados.
9	Desintensificación de la agricultura	Se considera en este indicador las áreas que en el mapa del periodo 2012 presentaban algún tipo de cultivo o pastizal ya sea puro o en mosaico, y que en el mapa del periodo 2021 haya cambiado a algún tipo de cobertura natural o a algún tipo de mosaico con presencia de espacios naturales.
10	Aumento de la minería	Dada la importancia del tema minero para el país en este momento, se incluyó un indicador que permite identificar de qué tipo de coberturas provienen las áreas mineras presentes en el mapa del periodo 2021, aclarando que estas áreas tienen la limitante de la escala de la información (1:100.000).
11	Reforestación	En este indicador se incluyen las áreas de plantaciones forestales presentes en el mapa del periodo 2021 y que no estaban presentes en el mapa de coberturas del periodo 2012.
12	Degradación de tierras	El indicador se utiliza para reconocer las áreas que en el mapa del periodo 2021 se presentan como afloramientos rocosos o tierras degradadas pero que en el mapa del periodo 2012 estas áreas

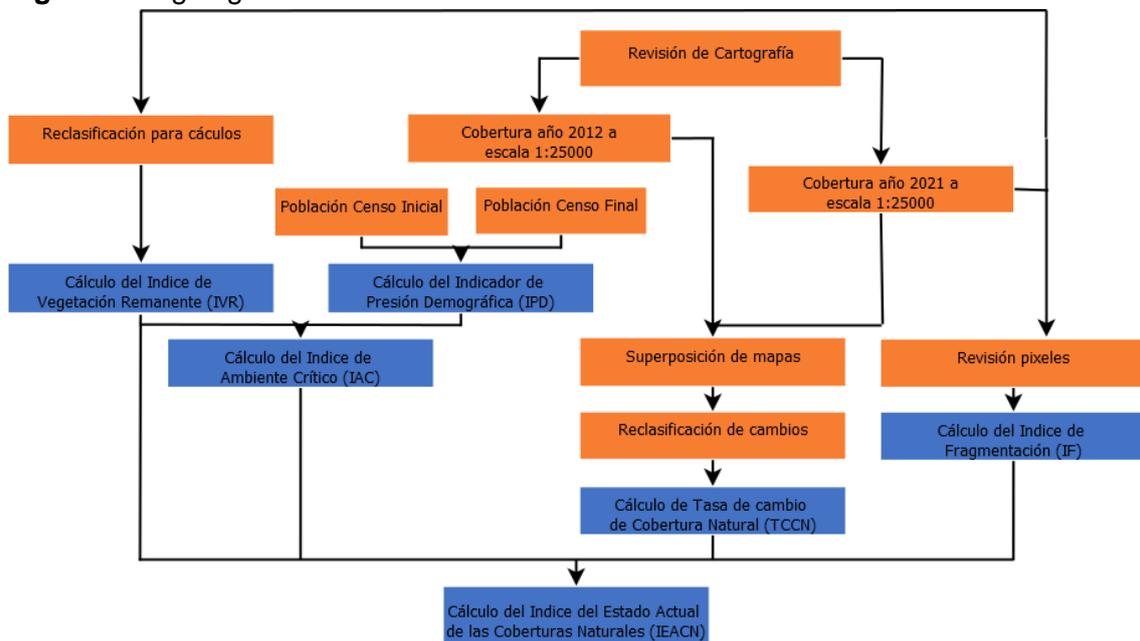


		presentaban algún tipo de cobertura vegetal ya sea natural o antrópica.
13	Otros cambios	Este indicador recoge los cambios que no son considerados en el análisis multitemporal. Estos incluyen tanto los cambios no lógicos que se presentaron, como los cambios que, aun siendo lógicos, no se consideraron relevantes para analizar.

Fuente: Adaptado por Geoinformación Hero S.A.S. Zomac desde IDEAM, 2013

Los resultados del análisis multitemporal son indispensables en la determinación de los índices e indicadores relacionados con las coberturas naturales.

Figura 2. Organigrama del cálculo de indicadores de coberturas



Fuente: Actualización POMCA Río Hacha (2017), adaptado por Geoinformación Hero S.A.S. Zomac

1.3 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LOS ÍNDICES E INDICADORES RELACIONADOS CON LAS COBERTURAS NATURALES

Como parte de la caracterización de las coberturas y usos de la Tierra y de acuerdo a los lineamientos de Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, se consolidan los indicadores relacionados a continuación: indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales de la Tierra (TCCN), índice de vegetación remanente (IVR), índice de fragmentación (IF), indicador de presión demográfica (IPD), índice de ambiente crítico (IAC), porcentaje de áreas restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos, y el índice de estado actual de las coberturas naturales (IEACN).



1.3.1 Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales (TCCN)

Este indicador busca medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de cobertura natural con relación al tiempo en años (Instituto Alexander Von Humboldt – IAvH).

Tabla 2. Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales (TCCN)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y sigla	Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (TCCN)		
Objetivo	Medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de coberturas naturales con relación al tiempo en años		
Definición	El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002)		
Fórmula	$TCCN = (Ln ATC2 - Ln ATC1) * 100 / (t2 - t1)$		
Variables y unidades	TCCN: Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (%) ATC2: área total de la cobertura en el momento dos (o final) ATC1: área total de la cobertura en el momento uno (o inicial) (t2 – t1): número de años entre el momento inicial (t1) y el momento final (t2) Ln: logaritmo natural		
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra actual y mapa de cobertura de la tierra de una época anterior, como mínimo 10 años.		
Interpretación de la calificación	Categoría	Descriptor	Calificación
	Baja	menor del 10 %	20
	Media	entre 11 al 20 %	15
	Medianamente alta	entre 21 al 30 %	10
	Alta	entre 31 al 40 %	5
	Muy alta	Mayo a 40 %	0
Observaciones	El rango toma valores positivos o negativos, dependiendo de si la tasa es de aumento o disminución del parámetro observado, para el presente análisis se identificarán y delimitarán cartográficamente las áreas que presenten tasas con valores tanto negativos como positivos.		

Fuente: MADS, 2014, Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación de POMCAS

1.3.2 Índice de Vegetación Remanente (IVR)

Busca cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales.

Tabla 3. Indicador Vegetación Remanente (IVR)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Indicador Vegetación Remanente (IVR)
Objetivo	Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales.
Definición	El indicador de vegetación remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se



	estima para cada una de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).		
Fórmula	$IVR = (AVR / At) * 100$		
VARIABLES Y UNIDADES	AVR: es el área de vegetación remanente. At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.		
Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra y de una época anterior, lo más antigua posible		
Interpretación de la calificación	Descriptor	Rango	Calificación
	NT: no transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	$IVR \geq 70\%$	20
	PT: parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	$IVR \geq$ igual al 50% y < del 70%	15
	MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	$IVR \geq$ a 30% y < del 50%	10
	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	$IVR \geq$ a 10% y < 30%	5
	CT: Completamente transformado.	$IVR < 10\%$	0
Observaciones	Categorías con condiciones de muy transformado y completamente transformado, se consideran áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.		

Fuente: MADS, 2014, Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación de POMCAS

1.3.3 Índice de Fragmentación (IF)

Busca cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.

Tabla 4. Índice de Fragmentación (IF)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Índice de Fragmentación (IF)
Objetivo	Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra.
Definición	La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders et ál., 1991). Con el fin de conocer el índice de fragmentación se aplicará la metodología de Steenmans y Pinborg (2000) que tiene en cuenta el número de bloques de vegetación y su grado de conectividad.
Fórmula	$\text{índice de fragmentación} = \frac{psc}{((ps/cs)^{16}) * (ps/16)}$ siendo psc las celdillas sensibles conectadas, ps las celdillas sensibles; y, cs los complejos sensibles. 16 es el número de celdas en estudio según artículo original por kilómetro cuadrado.
VARIABLES Y UNIDADES	Número de bloques, conectividad de los bloques. Números decimales y enteros entre 0.01 y 100



Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra de la cual se extraen las coberturas naturales exclusivamente		
Interpretación de la calificación	Descriptor	Rango	Calificación
	Mínima	< 0,01	20
	Poca	Entre 0.01 y 0.1	15
	Moderada	Entre 0.1 y 1	10
	Fuerte	Entre 1 y 10	5
Observaciones	Índices de fragmentación con rangos de fuerte y extremo con valores superiores a 10 presentan pérdidas críticas de cobertura de uso del suelo, lo cual se asocia a pérdidas de hábitat		

Fuente: MADS, 2014, Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación de POMCAS

1.3.4 Indicador de Presión Demográfica (IPD)

Busca medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.

Tabla 5. Indicador de Presión Demográfica (IPD)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN										
Nombre y sigla	Indicador Presión Demográfica – IPD										
Objetivo	Medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.										
Definición	Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, lo cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales										
Fórmula	$IPD = d \cdot r$										
VARIABLES Y UNIDADES	d = densidad poblacional, r = tasa de crecimiento (intercensal)										
Insumos	Mapas de cobertura de la tierra (de los cuales se extraen las coberturas naturales) y dato de densidad por municipio										
Interpretación de la calificación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Descriptor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IPD < 1</td> <td>La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.</td> </tr> <tr> <td>IPD > 1 < 10</td> <td>Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.</td> </tr> <tr> <td>IPD > 10</td> <td>Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta</td> </tr> <tr> <td>IPD > 100</td> <td>Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad</td> </tr> </tbody> </table>	Rango	Descriptor	IPD < 1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.	IPD > 1 < 10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.	IPD > 10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta	IPD > 100	Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad
	Rango	Descriptor									
	IPD < 1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.									
	IPD > 1 < 10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.									
IPD > 10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta										
IPD > 100	Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad										
Observaciones	Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional: $N2 = N1 \cdot e^{rt}$ Donde N1 = población censo inicial N2 = población censo final e = base de los logaritmos naturales (2.71829) r = tasa de crecimiento										



t = tiempo transcurrido entre los censos

Fuente: MADS, 2014, Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación de POMCAS

1.3.5 Índice de Ambiente Crítico (IAC)

Busca identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica.

Tabla 6. Índice de Ambiente Crítico (IAC)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN				
Nombre y sigla	Índice de ambiente crítico (IAC)				
Objetivo	Identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica				
Definición	Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y el índice de presión demográfica (IPD), de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000) con modificación				
Fórmula	Se califica a través de una matriz construida con el IVR y el IPD				
VARIABLES Y UNIDADES	IVR e IPD				
Insumos	Mapa actual de cobertura de la tierra (de donde se extraen las coberturas naturales) y mapa de presión demográfica por municipio				
Interpretación de la calificación	Matriz de calificación del índice de ambiente crítico				
	Indicador de Vegetación Remanente				
	Categorías	<1	>1<10	>10<100	<100
	NT	I	I	II	II
	PT	I	I	II	II
	MDT	II	II	III	III
	MT	III	III	IV	IV
	CT	III	III	IV	V
	NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MDT: medianamente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado. I: relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes. (calificación 20) II: vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (calificación 15) III: en peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10) IV: crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años. (calificación 5) V: muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. (calificación 0)				
Observaciones					

Fuente: MADS, 2014, Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación de POMCAS

1.3.6 Porcentaje (%) de áreas (Ha) restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos

Busca cuantificar las áreas restauradas a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos municipales y/o rurales.



Tabla 7. Porcentaje de áreas restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Porcentaje (%) de áreas (Ha) restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos
Objetivo	Cuantificar las áreas restauradas a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos municipales y/o rurales
Definición	Define y cuantifica las áreas restauradas y/o en proceso de restauración a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos municipales y/o rurales
Fórmula	$(\text{Número de Ha restauradas en la cuenca abastecedora} / \text{total área cuenca abastecedora}) * 100$
Variables y unidades	Ha coberturas naturales / área total (Ha) cuenca abastecedora
Insumos	Cartografía con la delimitación de las cuencas y subcuencas, mapas de división Político administrativa. Mapas e inventarios de áreas para manejo y restauración de la Corporación en la cuenca
Interpretación de la calificación	Porcentaje de área
Observaciones	

Fuente: MADS, 2014, Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación de POMCAS

1.3.7 Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN)

Busca cuantificar el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra.

Tabla 8. Índice del estado actual de las coberturas naturales (IEACN)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Nombre y sigla	Índice del estado actual de las coberturas naturales (IEACN)	
Objetivo	Mostrar de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionados con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores de vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico.	
Definición	Cuantifica el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra	
Fórmula	Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores =80	
Variables y unidades	Las variables están dadas por cada uno de los indicadores, unidad en valor absoluto	
Insumos	Calificación del indicador vegetación remanente, tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico	
Interpretación de la calificación	Rango	Categoría
	Mayor de 60	Conservada
	Entre 41 y 59	Medianamente transformada
	Entre 21 y 40	Transformada
	Entre 1 y 20	Altamente transformada
Observaciones	0 Completamente transformada	

Fuente: MADS, 2014, Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación de POMCAS



1.4 RESULTADOS LA CAPA DE COBERTURAS Y USOS

Como resultado del estudio y la interpretación de imágenes satelitales, se encontró mediante la metodología de CORINE Land Cover, las coberturas indicadas en la tabla 9:

Tabla 9. Coberturas de la tierra de la cuenca del río Mocoa

NO.	COBERTURAS DE LA TIERRA	ÁREA (HA)
1	1.1.1. Tejido urbano continuo	350.47
2	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	114.28
3	1.2.1.1. Zonas industriales	0.57
4	1.3.2.4. Relleno sanitario	5.85
5	2.1.2.2. Maíz	1.02
6	2.1.5.2. Yuca	1.66
7	2.1.5.3. Yota	0.39
8	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	48.12
9	2.2.1.2. Caña	11.01
10	2.2.1.3. Plátano y bñano	37.52
11	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	3.80
12	2.2.2.2. Caf3	1.83
13	2.2.3.1. Cultivos permanentes arb3reos	109.48
14	2.2.5.3. Tomate	0.08
15	2.3.1. Pastos limpios	1110.05
16	2.3.2. Pastos arbolados	1734.71
17	2.3.3. Pastos enmalezados	1141.23
18	2.4.1. Mosaico de cultivos	381.14
19	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1171.66
20	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1687.69
21	2.4.4. Mosaico de pastos espacios naturales	589.70
22	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	13.55
23	2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	53.06
24	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	50264.50
25	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	1472.29
26	3.1.2.1. Bosque abierto alto	28.24
27	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	27.49
28	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	69.68
29	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetaci3n secundaria	556.01
30	3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	2501.82
31	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	1370.97
32	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	194.18
33	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	141.24
34	3.2.2.1. Arbustal denso	440.72
35	3.2.2.2. Arbustal abierto	11.86

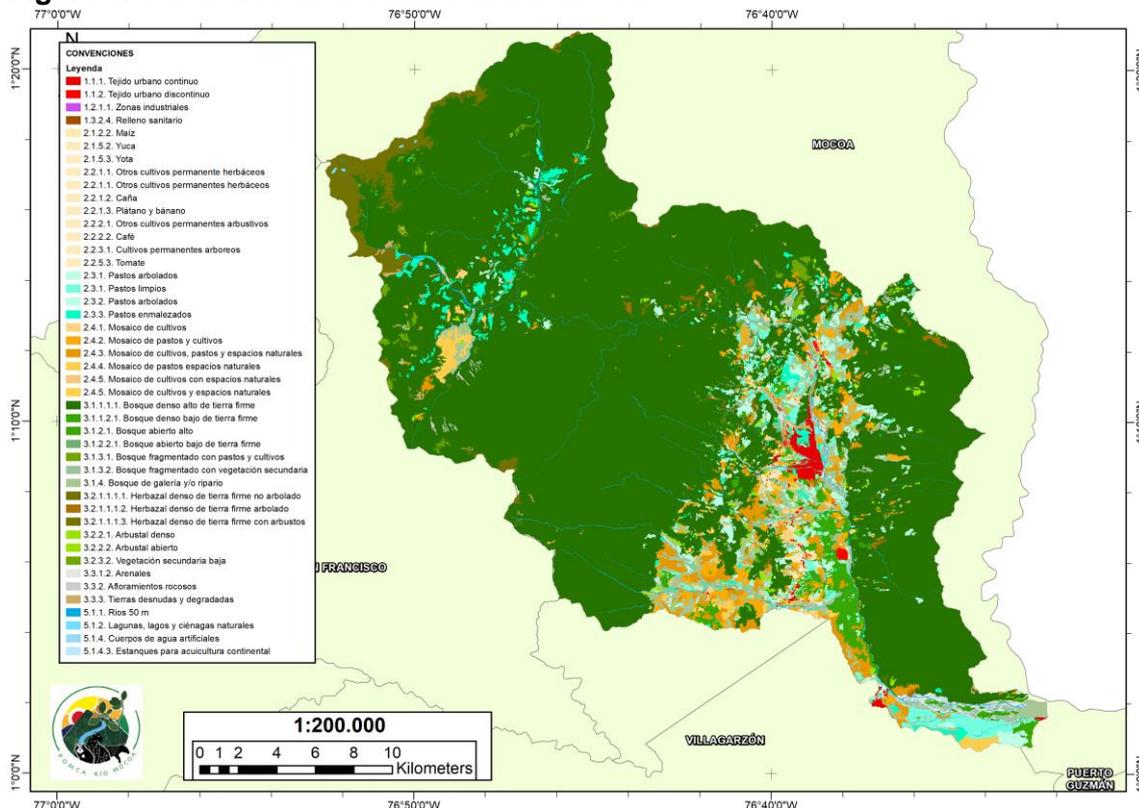


36	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	390.31
37	3.3.1.2. Arenales	318.82
38	3.3.2. Afloramientos rocosos	40.58
39	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	321.96
40	5.1.1. Rios 50 m	616.63
41	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	12.85
42	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	3.07
43	5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental	9.68
Total, general		67361.75

Fuente: Adaptado de capa vectorial de coberturas cuenca del río Mocoa año 2021.

En la figura 3 se indican las coberturas de la cuenca hidrográfica del río Mocoa de acuerdo a la metodología de CORINE Land Cover:

Figura 3. Coberturas de la cuenca del río Mocoa



Fuente: Adaptado de capa vectorial de coberturas cuenca del río Mocoa año 2021.

En cuanto a los usos del suelo, la tabla 10 resume el área destinada por cada grupo de suelo:

Tabla 10. Usos del suelo en la cuenca del río Mocoa

GRUPOS DE SUELO	ÁREA (HA)	%
Agricultura	739.11	1.10%
Agrícola asociado a maíz	1.02	0.00%



Agricultura asociada a los cultivos de caña	11.01	0.02%
Cultivos permanentes arbóreos	76.29	0.11%
Cultivos permanentes arbustivos	3.80	0.01%
Cultivos permanentes semi intensivos	120.74	0.18%
Cultivos transitorios semi intensivos	2.05	0.00%
Sistemas combinados de agricultura	385.34	0.57%
Sistemas combinados de agricultura y forestería	123.68	0.18%
Sistemas combinados de agricultura y ganadería	15.18	0.02%
Agropecuario	2873.59	4.27%
Cultivos permanentes semi intensivos con pastoreo extensivo	2873.59	4.27%
Agrosilvopastoril	243.84	0.36%
Sistemas combinados de agricultura, ganadería y forestería	243.84	0.36%
Conservación	55870.80	82.94%
Protección	55844.09	82.90%
Sin uso	26.71	0.04%
Cuerpos de agua naturales	629.47	0.93%
Cuerpos de agua naturales	629.47	0.93%
Ganadería	5447.41	8.09%
Conservación	46.67	0.07%
Pastoreo extensivo	5400.73	8.02%
Infraestructura	58.57	0.09%
Institucional	58.57	0.09%
Institucional	0.57	0.00%
Base Militar	0.57	0.00%
Otros usos	538.22	0.80%
Cementerio	4.58	0.01%
Comercial	6.23	0.01%
Comunicación	0.02	0.00%
Cultural	0.29	0.00%
Educación	14.16	0.02%
Industrial	9.97	0.01%
Infraestructura	2.94	0.00%
Institucional	9.81	0.01%
Loteo	18.12	0.03%
Recreacional, deportivo o turístico	6.08	0.01%
Religioso	0.32	0.00%
Relleno sanitario	5.85	0.01%
Residencial	453.06	0.67%
Salud	4.93	0.01%
Servicios	0.01	0.00%
Transporte	1.84	0.00%
Otros usos	2.80	0.00%
Institucional	2.80	0.00%
Pecuario	9.68	0.01%
Piscícola	9.68	0.01%
Sin uso	947.19	1.41%
Tierras en descanso	947.19	1.41%
Sin usos	0.51	0.00%
Tierras en descanso	0.51	0.00%
Total general	67361.75	100.00%

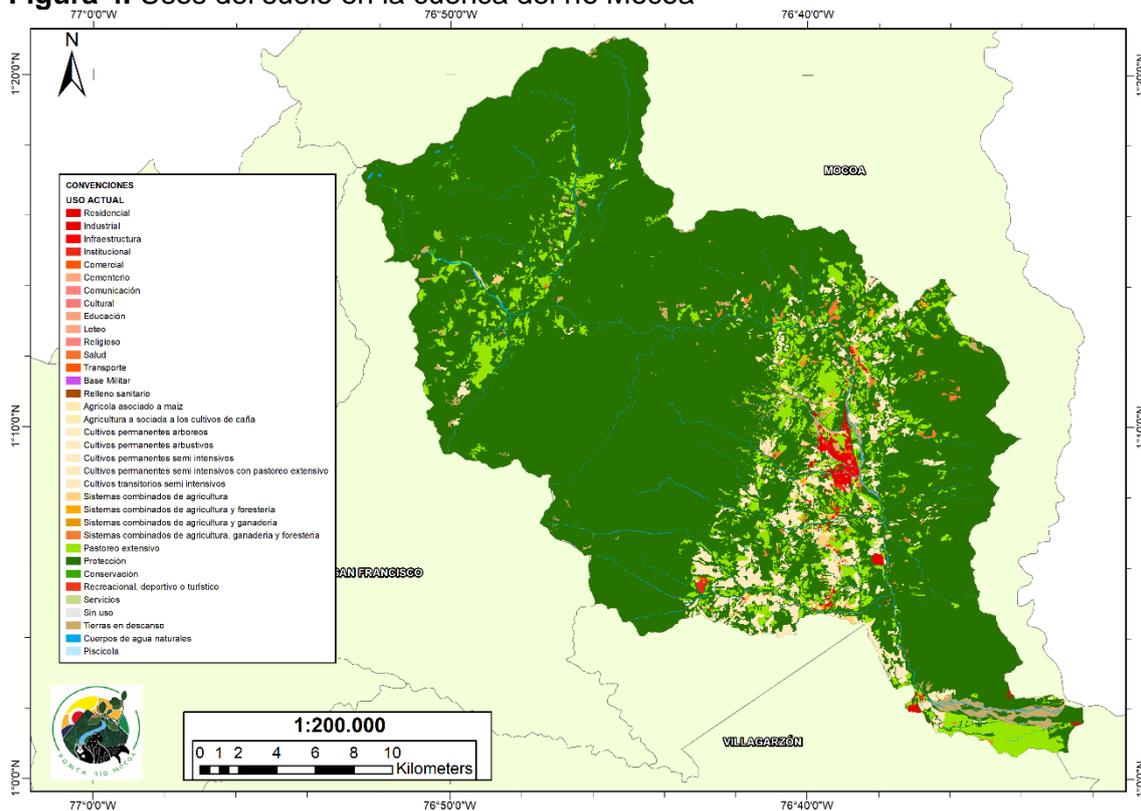
Fuente: Adaptado de capa vectorial de coberturas y usos del suelo cuenca del río Mocoa año 2021.

El mayor uso de los suelos de la cuenca hidrográfica del río Mocoa se encuentra asociado a procesos de conservación con cerca del 83% del total de área de la



cuenca. Ello se debe, al gran porcentaje de vegetación remanente y de áreas naturales presentes, que alcanzan un 85% del territorio y que son representados en bosques, herbazales, arbustales y vegetación secundaria, los cuales contribuyen con importantes servicios y bienes ecosistémicos a las comunidades de los municipios de Mocoa, Villagarzón y San Francisco.

Figura 4. Usos del suelo en la cuenca del río Mocoa

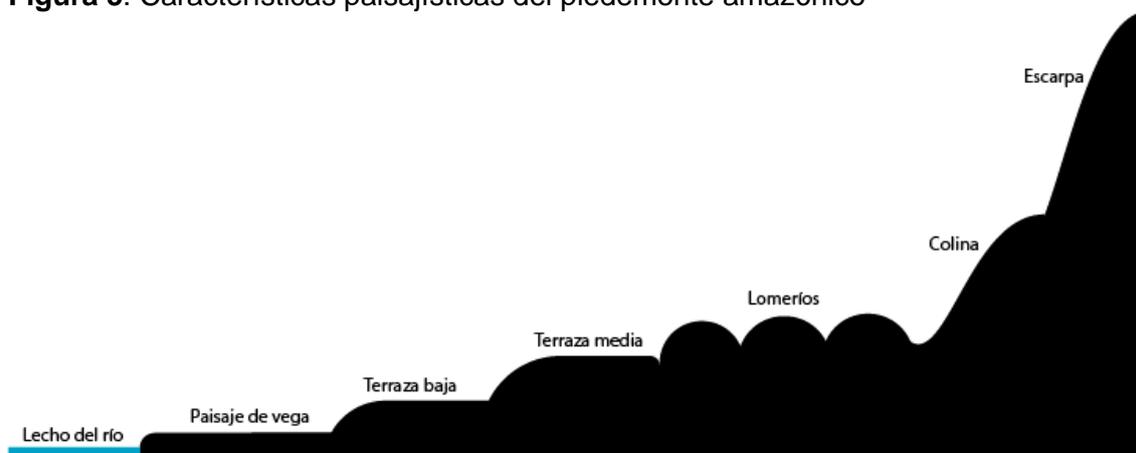


Fuente: Adaptado de capa vectorial de coberturas y usos del suelo cuenca del río Mocoa año 2021.

1.5 PAISAJES DEL PIEDEMORTE AMAZÓNICO

Para definir el uso del suelo en el piedemonte amazónico que es la predominancia agroecológica de la cuenca del Río Mocoa, se debe partir del reconocimiento de los diferentes paisajes que tipifican al piedemonte amazónico, de ahí que las características más representativas de dichos paisajes se pueden ver en la figura 3:

Figura 5. Características paisajísticas del piedemonte amazónico



Para ello se tiene en cuenta los recorridos de los cuerpos de agua lóticos que generalmente en esta región provienen de las cordilleras consideradas aguas blancas y del mismo sector considera las aguas negras que dan una formación al territorio acompañante en áreas aluviales, aluvio coluviales y coluviales. De ahí que se identifican paisajes conocidos como las vegas que se pueden clasificar en vegas de inundación periódica, continua y área de inundación en tiempos medios y largos; a continuación de las vegas y separadas por un talud se encuentran las terrazas o mesones que se pueden identificar en bajas, medias y altas; en seguida se pueden encontrar los lomeríos que también se identifican como bajos, medios y altos y por último los paisajes de colina y las escarpes. Cabe anotar que en la formación del terreno puede que no aparezcan alguno de estos paisajes.

En el departamento del Putumayo y especialmente para el piedemonte amazónico, la identificación de estas zonas agroecológicas connota una importancia del desarrollo productivo, lo que implica que cada uno de estos paisajes definan el uso potencial para el desarrollo de determinadas especies que hacen parte de los sistemas productivos en el departamento. En la tabla 11 se puede ver las condiciones y características de cada uno de los paisajes, teniendo en cuenta la topografía, la infiltración del suelo y el material parental:

Tabla 11. Características de los paisajes

PAISAJE	ALTITUD (m.s.n.m)	TOPOGRAFÍA /PENDIENTE	DRENAJE	MATERIAL PARENTAL
Varzea (bañada por ríos andinos)	<300	Plana	Terreno seco con inundaciones temporales	Sedimentos orgánicos y arenosos
Vega	<400	Plana (< 3%)	Sí	Sedimentos orgánicos y arenosos
Terraza media	400 - 500	Plana	Sí	Materia orgánica - arena - arcilla
Terraza alta	<500	Plana	Sí	Materia orgánica - arena - arcilla



Los Mesones	<400	Plana (< 7%)	Variable / Encharcamiento	Archilla fina
Lomeríos	<400	Ondulada (<12%)	Sí	Archilla fina
Colina	<500	Disectada o quebrada	Sí	Arcillas – arenisca
Escarpe o Montaña	>600	>50%	Sí	Rocas – arcillas

Fuente: Tomado de Corpoamazonia (s.f.)

Con el fin de definir con mayor exactitud las características de los suelos, Corpoamazonia identifica y codifica catorce (14) tipos de suelos: Para ello tiene en cuenta factores como el material parental, el relieve y el clima, definiendo de esta manera, las características particulares de los suelos andino amazónicos en Colombia, como se puede observar en la tabla 12:

Tabla 12. Características por tipo de suelo

TIPO	DESCRIPCIÓN
Aa	Suelos mal drenados, poco evolucionados, desarrollados en áreas depresionales e inundables
Ab	Suelos orgánicos en áreas aluviales mal drenadas con diferentes grados de evolución
Af	Suelos de climas húmedos, bien drenados, moderadamente evolucionados, desarrollados en terrazas, diques, vegas y otras formas aluviales
Ah	Suelos de climas húmedos y secos, bien drenados, muy evolucionados, desaturados, desarrollados en terrazas antiguas
Dd	Suelos de clima húmedo con vegetación de Hylaea (Bosque húmedo tropical), desarrollados de sedimentos finos en relieve plano a ligeramente ondulado, ácidos, muy evolucionados y generalmente bien drenados
De	Suelos de clima húmedo a muy húmedo, con vegetación de Hylaea (Bosque húmedo tropical), desarrollados a partir de sedimentos finos, en relieve ondulado, ácidos, muy evolucionados.
Df	Suelos de clima húmedo a muy húmedo, con vegetación de Hylaea (Bosque húmedo tropical), desarrollados a partir de sedimentos finos, en relieve fuertemente ondulado a quebrado, ácidos, muy evolucionados.
Pg	Suelos de clima cálido muy húmedo y pluvial, poco a muy evolucionados, desaturados con drenaje pobre a imperfecto.
Vc	Suelos de clima cálido húmedo y muy húmedo, en relieve quebrado a muy quebrado, poco a moderadamente evolucionados y generalmente desaturados.
Vf	Suelos de clima medio húmedo y muy húmedo, en relieve quebrado, moderadamente a poco evolucionados y desaturados
Vg	Suelos de clima medio húmedo en relieve fuertemente ondulado a quebrado, derivados de cenizas volcánicas, moderadamente evolucionados y generalmente desaturados.
Vm	Suelos de clima frío húmedo y muy húmedo, en relieve fuertemente ondulado a quebrado, derivados principalmente de cenizas volcánicas, moderadamente evolucionados y desaturados.
Vo	Suelos de clima muy frío y muy húmedo (páramos), en relieve ondulado a quebrado, poco a moderadamente evolucionados y desaturados. Hay áreas con gran influencia de cenizas volcánicas.
Vr	Suelos de clima húmedo, muy húmedo y pluvial, en diferentes pisos térmicos, en relieve muy quebrado a escarpado, muy poco evolucionados y desaturados, asociados con afloramientos rocosos. Existen extensas áreas de afloramientos rocosos

Fuente: Tomado de Corpoamazonia s.f., citado por PLADIA 2035, 2016.



Teniendo en cuenta la tabla 12, es indispensable identificar dentro del presente diagnóstico, que el desarrollo productivo generado por el campesino dentro de la cuenca del Río Mocoa se basa en la determinación del tipo de paisaje para desarrollar los diferentes sistemas productivos que se pueden describir a continuación:

- **Paisaje de vega:** este tipo de paisaje se encuentra inmediatamente seguidos de las várzeas que forman los ríos, de origen estrictamente aluvial y que su característica son inundaciones periódicas con tiempos diferentes. Son zonas donde hay una alta acumulación de materia orgánica, arenas y materiales finos, lo que hace que sean suelos productivos definidos en la región como las áreas de mayor fertilidad para los cultivos, especialmente semestrales, anuales y de especies semiperennes. En esta zona las comunidades de la cuenca del Río Mocoa y de los diferentes afluentes del mismo, establecen lo que se conoce como las chagras indígenas o las huertas campesinas, que son sistemas productivos donde se cultivan diferentes especies que hacen parte del consumo familiar como seguridad alimentaria y de donde salen especialmente productos para el consumo del pueblo que desarrollan la economía del circuito corto y coloca algunos productos en los mercados nacionales. La generalidad de las vegas son cultivos asociados como el plátano, la yuca, el maíz, el arroz, la yota (taro), frutales amazónicos como la caña, el frijol, la piña, el cacao, el zapallo, la susuca, el chontaduro, y otros. La diversidad de especies establecidas depende de las necesidades culturales y sociales que tienen las comunidades. Su manera de implementar estos sistemas es el mayor aprovechamiento de esta área fértil por unidad de suelo, teniendo en cuenta que de acuerdo a las inspecciones realizadas de los diferentes sectores donde se hace el uso de las vegas, las áreas de los cultivos no son grandes extensiones, con la generalidad de encontrar áreas no mayores a una hectárea.
- **Terraza media y alta:** generalmente con la separación de un talud en seguida de las vegas podemos encontrar las terrazas medias y altas, que son zonas poco inundables con topografías planas formadas en muchas ocasiones de suelos coluvio aluviales o aluviales. Son sitios que el productor de la región identifica como aptos para los cultivos de panela, plátano, pimienta, hortalizas amazónicas, sacha inchi, y actividades ganaderas. También se desarrollan actividades piscícolas determinadas por el tipo de suelos, cuando estos presentan unos contenidos de arcillas mayores.
- **Lomeríos:** áreas con una topografía ondulada con pendientes variadas que poseen un nivel freático entre medio y alto, con zonas de inundación en sus partes bajas. Son generalmente arcillosos, con un buen drenaje por escorrentía. En el departamento tienen un gran uso para actividades pecuarias, especialmente ganaderas, piscícolas y el cultivo de algunas especies perennes como el cacao, el sacha inchi, la pimienta, entre otros.



- **Colinas:** áreas con pendientes pronunciadas que conllevan a la formación de un paisaje de montaña, suelos aluviales arcillosos que en la región en su gran mayoría se utilizan para el desarrollo de actividades productivas como los cultivos de caña, lulo, granadilla, y la ganadería extensiva.
- **Escarpa:** son zonas altas, generalmente se encuentran en estribaciones de cordilleras, suelos rocosos con recarga acuífera, los cuales, generalmente están cubiertos por bosque natural protector. En sus faldas es posible el aprovechamiento controlado de especies que crecen naturalmente en nuestros ambientes como es el caso de el barniz.

Como parte del análisis diagnóstico de lo que es el uso del suelo dentro de la cuenca del río Mocoa, podemos identificar una gran dinámica de actividades productivas, siendo en su gran mayoría, el establecimiento de pasturas para las prácticas ganaderas extensivas, que implican una apertura permanente de la frontera agrícola que al mismo tiempo permite el desarrollo de bosques secundarios dentro de las prácticas agroecológicas que implementa el campesino, para poder generar la recuperación de suelos, haciendo uso de la regeneración natural que en la región amazónica tiene una gran dinámica en su desarrollo. Los sistemas productivos que se encuentran dentro del área de la cuenca del río Mocoa que representan monocultivos, están asociados principalmente a áreas con cultivos transitorios como es el maíz, el arroz, el plátano, la yuca, el lulo, la granadilla, el cacao, pero que generalmente no son áreas de gran extensión, encontrándose cultivos que representan menos de una hectárea y media, en este tipo de sistemas productivos.

Otro de los modelos implementados en el área de la cuenca, son los policultivos reconocidos como chagras para el caso de los indígenas o como huertos para la población campesina, son áreas pequeñas, principalmente menos a una hectárea que contienen una diversidad de especies establecidas que se pueden presentar con el manejo de distancias de siembra, a manera de sistemas agroforestales ordenados o sin un orden definido, las especies establecidas obedecen a aspectos culturales de las comunidades y las demandas comerciales de los diferentes mercados del área de trabajo.

Dentro de las observaciones que se deben tener en cuenta para el desarrollo productivo en la región amazónica, es el reconocimiento de algunas condiciones de este bioma como lo son suelos con una capa orgánica mínima, ácidos, con diferentes pendientes, muy susceptibles a la degradación en sus condiciones físicas, químicas y biológicas; por lo tanto, es importante connotar que el desarrollo productivo debe partir del reconocimiento de los suelos amazónicos con vocación forestal, lo que implica el mantenimiento de la materia orgánica desde el ciclo de los nutrientes, por lo que es importante mantener especies forestales que cumplan dicho rol. De igual manera, es crucial reconocer la importancia de la rizosfera y el papel que juega esta en la estabilidad de las relaciones pedológicas (suelo – planta) que están asociadas a la conservación de la biota presente en los suelos y su participación en los procesos de intercambio catiónico y el mantenimiento de las condiciones del suelo.



Teniendo en cuenta lo anterior, los sistemas productivos a establecer dentro del área de la microcuenca se deben desarrollar a través de especies nativas adaptadas a las condiciones ambientales del territorio, enfocadas hacia el desarrollo de los sistemas agroforestales contenidos en sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoriles, agrosilvícolas, y silvícolas, sistemas productivos que permiten el desarrollo sostenible de los recursos dentro de la región y de igual manera el desarrollo económico, social y cultural de las comunidades.

1.6 DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA IDENTIFICADOS

Las coberturas de la Tierra describen aspectos como la vegetación, los elementos antrópicos, los afloramientos rocosos y los cuerpos de agua existentes sobre la superficie terrestre (IDEAM, 2012). Su identificación y determinación es trascendental en los procesos de gestión y planificación de un territorio, mejorando la toma de decisiones en materia de ordenamiento ambiental.

A continuación, se describen las coberturas identificadas en la construcción de la capa de coberturas 1:25000 de la cuenca hidrográfica del Río Mocoa.

1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS

Comprende las áreas de los municipios de Mocoa, San Francisco y Villagarzón, que se encuentran dentro del territorio de la cuenca del Río Mocoa que poseen un proceso gradual de urbanización o cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. Los territorios artificializados componen el 0,7% de la cuenca del Río Mocoa, representados en cerca de 471,17 hectáreas.

1.1. ZONAS URBANIZADAS

Las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todo aquello que conforma el tejido urbano. Las categorías son:

1.1.1. Tejido Urbano Continuo

Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. El tejido urbano continuo abarca el 0,52% de la cuenca del Río Mocoa, con un área de 350,47 hectáreas y corresponde principalmente a la cabecera municipal.

Figura 6. Tejido urbano del municipio de Mocoa



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

1.1.2. Tejido Urbano Discontinuo

Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación.

En la cuenca del Río Mocoa el tejido urbano discontinuo tiene un área cercana a las 114,28 hectáreas que concierne al 0,17% del total de la cuenca. Esta cobertura se representa a los poblados ubicados en la zona rural del municipio.

Figura 7. Tejido urbano discontinuo del municipio de Mocoa



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación

Comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad.

1.2.1. Zonas industriales o comerciales

Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales.

1.2.1.1. Zonas industriales

Son aquellas áreas cubiertas por infraestructura artificial que se utilizan para actividades industriales. En la cuenca del río Mocoa poseen una extensión de 0,57 ha, correspondiente al 0,0008% del área total de la cuenca.

1.3. Zonas de extracción minera y escombreras

Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen.



1.3.2. Zona de disposición de residuos

Son espacios en los que se depositan restos de construcción, residuos urbanos, desechos industriales y material estéril de minas.

1.3.2.4. Relleno sanitario

Área correspondiente al relleno sanitario municipal para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Posee una extensión de 5,85 ha.

2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS

Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho.

Los territorios agrícolas cuentan con un área aproximada de 8.097,71 hectáreas, es decir, el 12,02% del total de la cuenca. Comprende las áreas dedicadas a cultivos transitorios, permanentes, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.

2.1. CULTIVOS TRANSITORIOS

Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, como por ejemplo los cereales (maíz), las leguminosas (frijol), los tubérculos (papa y yuca), la mayor parte de las hortalizas y algunas especies de flores a cielo abierto. Tienen como característica fundamental, que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo. Los cultivos transitorios tienen un área de 3,07 hectáreas (0,0046% de la cuenca).

2.1.2. Cereales

Cobertura compuesta principalmente por cultivos transitorios de gramíneas.

2.1.2.1. Maíz

Tierras que presentan una cobertura vegetal compuesta por plantas herbáceas de la familia de las gramíneas, de altura muy variable (entre 60 cm y 3 m), hojas grandes, alternas y lineares, tallos rectos y flores agrupadas en panículas las masculinas y en espigas las femeninas. Comprende un área de 1,02 hectáreas, es decir, un 0,0015% de la cuenca.

2.1.5. Tubérculos

Cobertura compuesta principalmente por cultivos transitorios de diferentes tipos de plantas que poseen tubérculos. Un tubérculo es un tallo subterráneo



modificado y engrosado donde se acumulan los nutrientes de reserva para la planta. Esta cobertura la componen principalmente por cultivos de yuca.

2.1.5.2. Yuca

Cobertura terrestre propia de las regiones cálidas y húmedas de la zona intertropical. La yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) es un arbusto perenne de la familia de las euforbiáceas. La yuca es cultivada por su raíz almidonosa de alto valor alimentario. El área de cultivo en la cuenca del Río Mocoa es de 1,66 hectáreas (0,0025 % de la cuenca).

2.1.5.3. Yota (taro)

Cobertura terrestre de regiones cálidas y húmedas. La yota (taro) es una planta herbácea, perennifolia, con un tubérculo subgloboso, estolonífero, subterráneo, que alcanza un tamaño de 6 cm de diámetro. Las hojas son peltadas, con la lámina de 32–36 cm de largo y 22–70 cm de ancho. El área del cultivo de 0,39 ha (0,00058 % de la cuenca).

2.2. CULTIVOS PERMANENTES

Comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen en esta categoría los cultivos de herbáceas como caña de azúcar, caña panelera, plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como palma africana y árboles frutales. Tienen una representatividad de 151,99 hectáreas, es decir, un 0,22% de la cuenca hidrográfica.

2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos

Cobertura compuesta principalmente por cultivos permanentes de hábito herbáceo como caña de azúcar y panelera, plátano, banano y tabaco. Las herbáceas son plantas que no presentan órganos leñosos, son verdes y con ciclo de vida vegetativo anual. Su área en la cuenca del Río Mocoa es de 96,65 hectáreas.

2.2.1.1 Otros cultivos permanentes herbáceos

Cobertura permanente de cultivos herbáceos de especies que no se encuentran especificadas en los otros grupos. Poseen una extensión de 48,12 ha (0,07% de la cuenca).

2.2.1.2. Caña

Cobertura compuesta principalmente por cultivo de caña (*Saccharum officinarum* L.), establecidos generalmente entre los 800 y 1.800 msnm. Es uno de los cultivos más representativos del municipio de Mocoa y se utiliza principalmente



en la producción de panela. Comprende un área de 11,01 hectáreas, que indica un porcentaje cercano a 0,016% del total de la cuenca.

2.2.1.3. Banano y plátano

Cobertura predominantemente compuesta por cultivo de banano (*Musa sapientum* L.) y/o plátano (*Musa paradisiaca* L.), planta herbácea perenne gigante de la familia Musaceae, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, de forma cónica y con altura que varía entre 3,5 y 7,5 m de altura, que termina en una corona de hojas. Las hojas son muy grandes y dispuestas en forma de espiral. En la cuenca del Río Mocoa, su área de cultivo es de 37,52 hectáreas, lo cual representa un 0,056% del área total de la cuenca.

2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos

Coberturas permanentes ocupadas principalmente por cultivos de hábito arbustivo como café, cacao, coca y viñedos.

2.2.2.1 Otros cultivos permanentes arbustivos

Cobertura permanente de cultivos arbustivos de especies que no se encuentran especificadas en los otros numerales. Cuentan con un área de 3,80 ha (0,0056% del total de la cuenca).

2.2.2.2. Café

Cobertura predominantemente compuesta por áreas dedicadas al cultivo de café (*Coffea* sp.) bajo sombrío (temporal o permanente, generado por una cobertura arbórea) o a libre exposición. Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género *Coffea* de la familia Rubiaceae. El área de cultivo en la cuenca es de 1,83 hectáreas (0,003 % del total de la cuenca).

Figura 8. Cultivo de café



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos

Cobertura principalmente ocupada por cultivos de hábito arbóreo, diferentes de plantaciones forestales maderables o de recuperación, como cítricos, palma, mango, etc. En la cuenca tienen un área total de 109,48 ha (16% del total de la cuenca).

2.2.5.3. Tomate

Plantas de tomate en cultivos confinados. Poseen un área de 0,08 ha

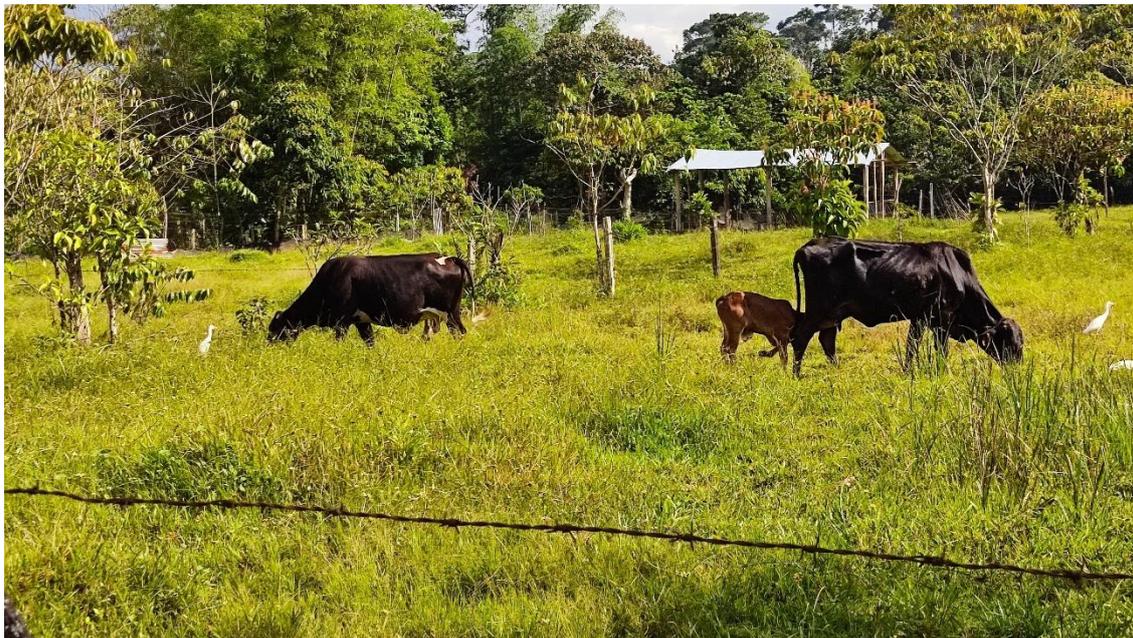
2.3. PASTOS

Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Tienen un área total de 3985,99 hectáreas, representados en el 5,92% de la cuenca del Río Mocoa.

2.3.1. Pastos limpios

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. Posee un área de 1110,05 hectáreas (1,65% del total de la cuenca).

Figura 9. Cobertura de pastos limpios



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

2.3.2. Pastos arbolados

Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos. Su área es de 1734,71 hectáreas (2,58% de la cuenca).

Figura 10. Cobertura de pastos arbolados



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

2.3.3. Pastos enmalezados

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m. Comprende un área total de 1141,23 hectáreas (1,69% de la cuenca).

Figura 11. Cobertura de pastos enmalezados



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

2.4. ÁREAS AGRÍCOLAS HETEROGÉNEAS

Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra. El área total de este tipo de cobertura en la cuenca es de 3896,81 hectáreas, correspondiente al 5,78% del total de la cuenca.

2.4.1. Mosaico de cultivos

Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 1,56 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. Posee un área cercana a 381,14 hectáreas (0,57% de la cuenca). Se representa principalmente en pequeñas huertas familiares de banano, caña, maíz y otros frutos amazónicos.

Figura 12. Cobertura de mosaico de cultivos



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos

Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 1,56 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. Comprenden un área de 1171,66 hectáreas, representado en 1,74% del total de la cuenca.

2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 1,56 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Posee un área de 1687,69 hectáreas, es decir, el 2,51% del total de la cuenca.

Figura 13. Cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales

Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 1,56 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Esta cobertura tiene un área de 589,70 hectáreas, representadas en el 0,88% del total de la cuenca.

Figura 14. Cobertura de mosaico de pastos con espacios naturales



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales

Corresponde a las superficies ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. Comprenden un área de 66,61 ha (0,1 % de la cuenca)

3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación.

Es el tipo de cobertura de mayor extensión de la cuenca del Río Mocoa, con una superficie de 58150,65 hectáreas, lo que en porcentaje se calcula como el 86,33% del total de la cuenca.

3.1. BOSQUES

Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Su área es de 54920,01 hectáreas (81,53% de la cuenca).



3.1.1. Bosque denso

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel superior a cinco metros. Tiene un área total de 51.736,78 hectáreas.

3.1.1.1. Bosque denso alto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y que en promedio presentan una altura del dosel superior a los 15 metros.

3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos. Posee un área de 50.264,50 hectáreas lo que representa un 74,62% del total de la cuenca del Río Mocoa.

3.1.1.2. Bosque denso bajo

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo, cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a cinco metros, pero inferior a 15 metros.

3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel entre 5 y 15 metros, y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos. Tiene una extensión de 1472,29 hectáreas, correspondiente al 2,19% del total de la cuenca.

3.1.2. Bosque abierto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a cinco metros y cuya



área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Cuenta con un área de 60,55 hectáreas dentro de la cuenca.

3.1.2.1. Bosque abierto alto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a 15 metros, y cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Su área es de 28,24 hectáreas (0,042 % de la cuenca).

3.1.2.2. Bosque abierto bajo

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a cinco metros e inferior a 15 metros, y cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad.

3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a cinco metros e inferior a 15 metros, cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos. Su área es de 27,49 hectáreas (0,041% de la cuenca).

3.1.3. Bosque fragmentado

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad de bosque natural. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros. Posee un área de 625,68 hectáreas, correspondiente al 0,93% del territorio comprendido de la cuenca.

3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se ha presentado intervención humana de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de pastos y cultivos, las cuales se observan como parches de variadas formas y distribución irregular dentro de la matriz del bosque. Las áreas de pastos y cultivos deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad de bosque natural. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250

metros. Tiene un área de 69,68 hectáreas, correspondiente a 0,1% del total de la cuenca.

3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. Los parches de intervención deben representar entre 5% y 50% del área total de la unidad. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros. Tiene una extensión de 556,01 hectáreas, que representan un 0,83% del total de la cuenca.

3.1.4. Bosque de galería y ripario

Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuenta con un área de 2501,82 hectáreas, correspondiente al 3,71% de la cuenca del Río Mocoa.

Figura 15. Cobertura de bosque de galería



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022



3.2. ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVA

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica.

Esta cobertura tiene una extensión de 2549,28 hectáreas, correspondiente al 3,78% del territorio de la cuenca.

3.2.1. Herbazal

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). El área es de 1706,38 hectáreas (2,53% de la cuenca).

3.2.1.1. Herbazal denso

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación).

3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme

Corresponde a una cobertura natural constituida por un herbazal denso, el cual se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos.

3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado

Corresponde a una cobertura natural constituida por un herbazal denso de tierra firme, donde no existe presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos, o en caso de existir en ningún caso representarán más de 2% del área total de la unidad. Posee un área de 1370,97 hectáreas (2,04% de la cuenca).

3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado

Corresponde a superficies dominadas por vegetación natural herbácea con presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos que ocupan entre 2% y 30% del área total de la unidad, los cuales se localizan en áreas con limitantes edáficos, generalmente en alturas entre 300 a 800 msnm, así como en las zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña. Su área es de 194,18 hectáreas (0,29% de la cuenca).



3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos

Corresponde a superficies dominadas por vegetación natural herbácea con presencia de elementos arbustivos dispersos que ocupan entre 2% y 30% del área total de la unidad, los cuales se localizan principalmente en áreas con limitantes edáficas y climáticas, generalmente en alturas entre 300 a 800 msnm, así como en las zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña. Su área es de 141,24 hectáreas (0,21% de la cuenca).

3.2.2. Arbustal

Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Su área es de 452,58 hectáreas (0,67% de la cuenca).

3.2.2.1. Arbustal denso

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. El área es de 440,72 hectáreas (0,65% de la cuenca).

3.2.2.2. Arbustal abierto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Su área es de 11,86 hectáreas (0,018% de la cuenca).

3.2.3. Vegetación secundaria o en transición

Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida.

3.2.3.2. Vegetación secundaria baja

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies. Su área es de 390,31 hectáreas (0,58% del total de la cuenca).



3.3. ÁREAS ABIERTAS, SIN O CON POCA VEGETACIÓN

Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve. Cuentan con un área de 681,36 ha, es decir, el 1,01% del total de la cuenca.

3.3.1 Zonas arenosas naturales

Son terrenos bajos y planos constituidos principalmente por suelos arenosos y pedregosos, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de arbustal ralo y bajo.

3.3.1.2. Arenales

Son extensiones de terreno arenosas. En la cuenca estas áreas cuentan con 318,82 ha (0,47% del total de la cuenca).

3.3.2 Afloramientos rocosos

Son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes y acantilados; así como zonas de rocas desnudas relacionadas con la actividad volcánica o glaciaria. Para el caso de la cuenca del río Mocoa, estas áreas cuentan con una extensión de 40,58 ha, es decir, un 0,06% del total de la cuenca.

3.3.3. Tierras desnudas y degradadas

Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Su área es de 321,96 hectáreas, correspondiente al 0,48% del área total de la cuenca.

Figura 16. Cobertura de tierras degradadas



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

5. SUPERFICIES DE AGUA

Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental.

5.1. AGUAS CONTINENTALES

Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales. El total de aguas continentales en la cuenca del río Mocoa es de 642,22 ha, es decir, un 0,95% de la cuenca.

5.1.1. Ríos (50 m)

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río. Se considera como unidad mínima cartografiable aquellos ríos que presenten un ancho del cauce mayor o igual a 50 metros. Tiene una superficie de 616,63 hectáreas, que corresponden al 0,92% del total de la cuenca.

Figura 17. Coberturas de ríos en la cuenca



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales

Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río o con el mar. Su extensión es de 12,85 hectáreas (0,019% de la cuenca).

Figura 18. Cobertura de lagos y/o lagunas en la cuenca



Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

5.1.4. Cuerpos de agua artificiales

Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos.

5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental

Recintos de agua poco profundos, utilizados para el cultivo controlado de peces u otros organismos acuáticos e instalados de tal forma que puedan ser manejados con facilidad (Resolución No. 2879 del 2017, artículo 2). El área total es de 3,07 hectáreas (0,0046% de la cuenca).

Figura 19. Cobertura de estanques de agua artificiales



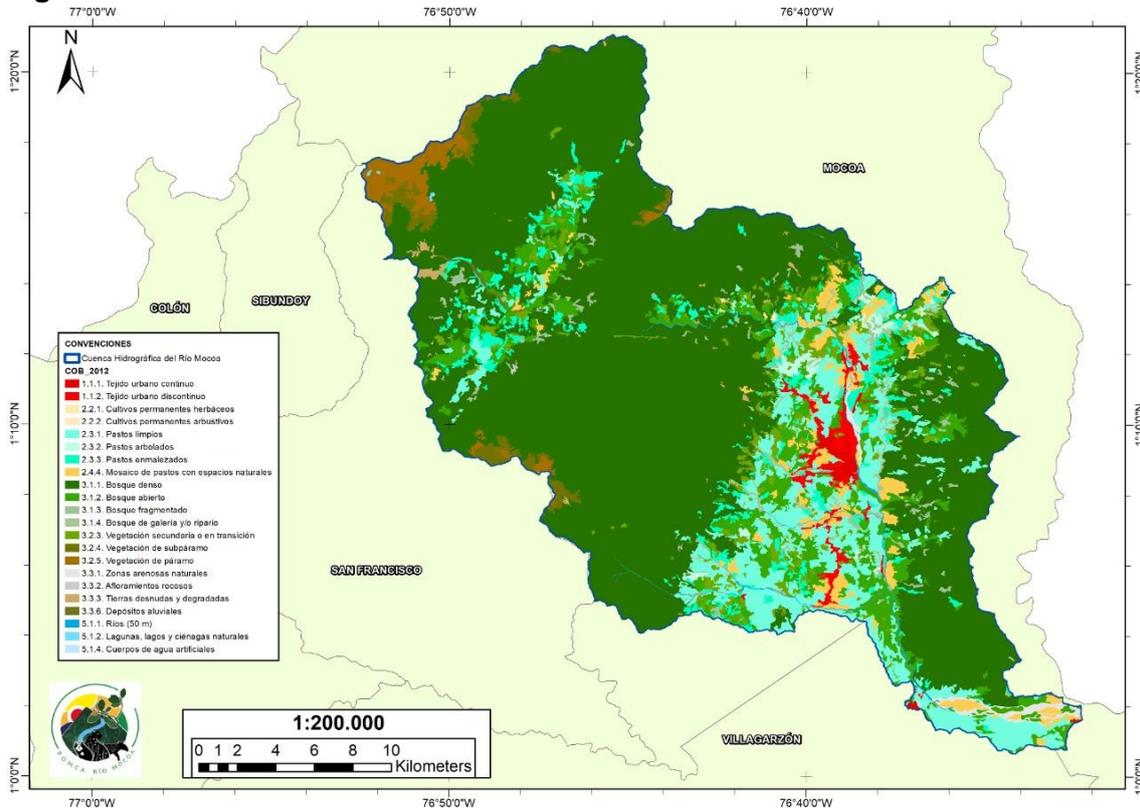
Fuente: Fotografía de Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, 2022

1.7 ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA PARA CUENCA DEL RÍO MOCOA

Para el análisis multitemporal de la cuenca del Río Mocoa, se tomó la capa de cobertura realizada en el año 2012 por Corpoamazonia a escala 1:25.000 del área estudiada.



Figura 20. Coberturas de la tierra del año 2012



Fuente: Geoinformación Hero S.A.S. adaptado de la información proyectada por Corpoamazonia, 2012

La tabla 13 representa las coberturas interpretadas para el año 2012 en el área que abarca la cuenca del río Mocoa:

Tabla 13. Coberturas de la tierra año 2012 de la cuenca hidrográfica del río Mocoa

COBERTURAS AÑO 2012 CAZ	ÁREA (HA)	%
1.1.1. Tejido urbano continuo	286.05	0.42%
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	775.15	1.15%
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	14.14	0.02%
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	9.52	0.01%
2.3.1. Pastos limpios	6,674.29	9.91%
2.3.2. Pastos arbolados	442.08	0.66%
2.3.3. Pastos enmalezados	2,673.33	3.97%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1,911.15	2.84%
3.1.1. Bosque denso	42,197.76	62.64%
3.1.2. Bosque abierto	5,786.86	8.59%
3.1.3. Bosque fragmentado	532.46	0.79%
3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	842.88	1.25%
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	2,093.47	3.11%
3.2.4. Vegetación de subpáramo	998.81	1.48%
3.2.5. Vegetación de páramo	1,198.70	1.78%



3.3.1. Zonas arenosas naturales	380.48	0.56%
3.3.2. Afloramientos rocosos	13.93	0.02%
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	200.07	0.30%
3.3.6. Depósitos aluviales	62.45	0.09%
5.1.1. Ríos (50 m)	245.53	0.36%
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	15.49	0.02%
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	7.16	0.01%
TOTAL	67,361.75	100.00%

Fuente: Geoinformación Hero S.A.S., adaptado de información de la capa de coberturas desarrollado por Corpoamazonia (2012)

De acuerdo a los datos observados en la tabla 13, la cobertura natural de mayor representatividad es la de bosque denso la cual abarca un área de 42.197,76 ha que equivalen al 62,64% del área total de la cuenca del río Mocoa; le siguen los pastos limpios y los bosques abiertos con porcentajes de 9,91% y 8,59% respectivamente. La homologación de las coberturas se realizó a nivel 3 bajo la metodología de CORINE Land Cover.



Tabla 14. Matriz de cambio de coberturas 2012 vs 2021

	2021	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12
2012	Cambio de coberturas 2012 - 2021 (Ha)	1.1.1. Tejido urbano continuo	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.3.2. Zonas de disposición de residuos	2.1.2. Cereales	2.1.5. Tubérculos	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.5. Cultivos confinados	2.3.1. Pastos limpios	2.3.2. Pastos arbolados
01A	1.1.1. Tejido urbano continuo	231.90	11.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.98
02A	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	94.37	57.93	0.38	1.93	0.00	0.00	26.37	2.89	60.35	0.00	35.53	47.26
03A	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.19
04A	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00
05A	2.3.1. Pastos limpios	7.76	23.75	0.19	1.43	0.00	1.48	52.31	1.27	31.87	0.08	809.80	837.77
06A	2.3.2. Pastos arbolados	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.90	64.99
07A	2.3.3. Pastos enmalezados	0.01	0.48	0.00	0.66	0.00	0.00	1.46	0.34	2.47	0.00	87.69	310.60
08A	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	4.17	4.89	0.00	0.00	0.00	0.39	6.65	0.00	8.60	0.00	34.69	122.75
09A	3.1.1. Bosque denso	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	12.92	45.08
10A	3.1.2. Bosque abierto	5.86	6.32	0.00	1.83	0.13	0.17	6.16	0.00	2.39	0.00	28.23	129.31
11A	3.1.3. Bosque fragmentado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.66	9.33
12A	3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	3.72	8.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.71	0.00	17.59	35.07
13A	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	1.51	0.52	0.00	0.00	0.85	0.00	3.51	1.14	3.08	0.00	37.00	123.94
14A	3.2.4. Vegetación de subpáramo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15A	3.2.5. Vegetación de páramo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16A	3.3.1. Zonas arenosas naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.08	0.03
17A	3.3.2. Afloramientos rocosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18A	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	2.94
19A	3.3.6. Depósitos aluviales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20A	5.1.1. Ríos (50 m)	1.12	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	1.47
21A	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



22A	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-----	-------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Continuación Tabla 13

	2021	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22
2012	Cambio de coberturas 2012 - 2021 (Ha)	2.3.3. Pastos enmalezados	2.4.1. Mosaico de cultivos	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	3.1.1. Bosque denso	3.1.2. Bosque abierto	3.1.3. Bosque fragmentado
01A	1.1.1. Tejido urbano continuo	6.16	0.63	0.20	1.11	0.00	0.00	0.00	1.19	3.08	0.00
02A	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	51.93	38.10	47.33	41.83	1.68	1.25	23.09	73.95	14.67	6.14
03A	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.12	0.00	0.00
04A	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	0.00	4.56
05A	2.3.1. Pastos limpios	359.19	161.42	751.29	1,150.66	359.30	0.76	9.80	992.73	6.29	116.38
06A	2.3.2. Pastos arbolados	18.65	0.00	2.02	40.22	7.28	5.32	0.00	186.84	0.00	20.75
07A	2.3.3. Pastos enmalezados	329.56	53.20	126.26	141.24	118.74	0.00	0.59	943.01	0.00	83.22
08A	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	76.31	43.53	69.05	67.40	11.60	3.87	16.47	835.28	4.13	132.27
09A	3.1.1. Bosque denso	78.59	5.54	24.31	33.51	29.15	0.00	0.00	40,997.16	1.68	27.91
10A	3.1.2. Bosque abierto	95.01	38.23	76.26	66.00	26.07	0.10	1.59	4,534.97	14.09	78.39
11A	3.1.3. Bosque fragmentado	13.18	0.65	5.11	10.15	0.22	0.00	0.76	448.47	0.00	2.16
12A	3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	10.54	2.79	16.11	19.40	1.44	0.00	0.23	304.47	0.08	15.19
13A	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	65.05	22.00	51.53	93.33	34.18	2.26	0.07	1,105.69	11.71	82.75
14A	3.2.4. Vegetación de subpáramo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	825.38	0.00	0.00
15A	3.2.5. Vegetación de páramo	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	272.88	0.00	0.00
16A	3.3.1. Zonas arenosas naturales	2.15	0.00	1.29	16.53	0.00	0.00	0.00	28.97	0.00	54.33
17A	3.3.2. Afloramientos rocosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.35	0.00	0.00
18A	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	25.45	0.96	0.14	1.57	0.00	0.00	0.00	65.45	0.00	0.00
19A	3.3.6. Depósitos aluviales	3.93	13.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.70	0.00	0.00



20A	5.1.1. Ríos (50 m)	2.18	0.98	0.53	0.47	0.04	0.00	0.48	73.79	0.00	1.62
21A	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.05	0.00	0.00
22A	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	0.00	0.00	0.24	4.28	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00

Continuación tabla 13

	2021	B23	B24	B25	B26	B27	B28	B29	B30	B31	B32
2012	Cambio de coberturas 2012 - 2021 (Ha)	3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	3.2.1. Herbazal	3.2.2. Arbustal	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.3.1. Zonas arenosas naturales	3.3.2. Afloramientos rocosos	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	5.1.1. Ríos (50 m)	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
01A	1.1.1. Tejido urbano continuo	5.49	0.00	0.03	1.85	0.13	0.00	17.51	3.82	0.00	0.03
02A	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	91.59	1.37	3.17	4.84	7.91	0.00	29.65	4.69	0.00	4.95
03A	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	0.00	4.79	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04A	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.86	0.28	0.00	0.00
05A	2.3.1. Pastos limpios	616.88	121.14	112.86	31.35	21.17	0.00	50.96	41.80	0.00	2.61
06A	2.3.2. Pastos arbolados	27.00	13.54	18.36	2.08	0.00	0.00	2.08	0.04	0.00	0.00
07A	2.3.3. Pastos enmalezados	236.93	57.48	88.31	36.54	2.32	0.00	25.66	24.50	0.11	1.95
08A	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	263.62	7.44	40.72	41.53	65.73	0.00	17.24	31.06	0.00	1.76
09A	3.1.1. Bosque denso	85.86	337.01	58.02	108.06	1.38	33.89	72.33	245.32	0.00	0.00
10A	3.1.2. Bosque abierto	445.29	31.86	50.89	24.05	41.55	0.00	12.71	68.49	0.22	0.69
11A	3.1.3. Bosque fragmentado	3.58	6.27	13.29	13.05	0.00	0.00	0.54	2.50	0.17	0.39
12A	3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	336.16	2.76	7.97	4.69	6.96	0.00	11.09	36.57	0.00	0.23
13A	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	264.15	52.09	55.78	57.85	0.38	0.00	10.82	12.25	0.00	0.03
14A	3.2.4. Vegetación de subpáramo	0.00	167.95	0.00	2.15	0.00	0.00	1.32	2.01	0.00	0.00
15A	3.2.5. Vegetación de páramo	0.00	858.26	0.00	49.10	0.00	3.11	3.26	2.97	5.76	0.00
16A	3.3.1. Zonas arenosas naturales	66.52	0.53	0.00	0.00	144.33	0.00	9.22	48.51	0.00	0.00
17A	3.3.2. Afloramientos rocosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.58	0.00	0.00	0.00	0.00

¡ POMCA del río Mocoa: Agua, Selva y Cultura, es la cuenca del Barniz ¡



18A	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	1.32	41.64	2.09	6.92	0.00	0.00	47.89	3.30	0.00	0.00
19A	3.3.6. Depósitos aluviales	0.00	0.34	0.00	2.93	0.00	0.00	0.00	22.42	0.00	0.00
20A	5.1.1. Ríos (50 m)	56.22	0.41	0.23	3.31	26.96	0.00	8.83	66.06	0.00	0.00
21A	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	5.90	0.00
22A	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.11

Fuente: Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, adaptado de capas de coberturas del año 2012 vs año 2021



Con la información reportada en la matriz de cruce de coberturas se realiza el análisis multitemporal bajo la metodología del IDEAM (2013), la cual guarda las categorías indicadas en la tabla 15 con las respectivas áreas analizadas por tipo de cambio:

Tabla 15. Análisis del cambio de coberturas 2012 vs 2021

Código	Tipo de Cambio	Descripción	Área	%
NA	Sin información	Áreas con presencia de nubes en alguno de los dos periodos, donde por lo tanto no aplica realizar análisis de cambio en las coberturas.	0.00	0.00%
0	Sin cambio	Áreas donde se presenta el mismo código de cobertura a nivel 3 tanto en el mapa del periodo 2012 como el mapa del periodo 2021, por lo tanto, son las áreas que no tuvieron un cambio en las coberturas en esos periodos.	43181.07	64.10%
1	Cambio similar	Dentro de este indicador se incluyen las áreas donde siendo diferente el código de la cobertura a nivel 3, para efectos del análisis multitemporal se consideran zonas sin cambios debido a similitud de las coberturas presentes en ambos mapas. Por ejemplo, bosques densos (311) que cambien a bosques de galería (314) o viceversa.	8859.95	13.15%
2	Fragmentación del Bosque	Todas aquellas áreas de bosque en el mapa del periodo 2012, que se presentan como bosques fragmentados en el mapa del periodo 2021, serán cuantificadas y ubicadas espacialmente por medio de este indicador.	121.49	0.18%
3	Recuperación del bosque	En este indicador se incluyen las áreas que no eran bosque en el mapa del periodo 2012 y que en el periodo 2021 aparecen como cualquier tipo de bosque. Se incluye también en este indicador los bosques fragmentados del periodo 2012 que se hayan recuperado y por lo tanto se registren como bosques densos o bosques de galería en el mapa del periodo 2021.	7624.56	11.32%
4	Ganancia de pastos	Son áreas ganadas de cualquier tipo de pasto que no existían en el mapa y que están presentes en el mapa 2021.	901.09	1.34%



5	Urbanización	Se incluyen en este indicador las áreas de territorios artificializados presentes en el mapa del periodo 2021 y que no existían en el periodo de 2012, separando las zonas mineras que son contempladas en otro indicador.	75.59	0.11%
6	Intensificación de la agricultura	El indicador cuantifica todas aquellas áreas de mosaicos que presentaban espacios naturales en el mapa del periodo 2012 y que pasaron a otro tipo de mosaicos sin espacios naturales o algún tipo de pasto o cultivo puro.	361.97	0.54%
7	Expansión de la agricultura	Con este indicador se pretende identificar las áreas ganadas en cultivos provenientes de zonas que en el mapa del periodo 2012 estaban ocupadas por algún tipo de pasto o cobertura natural.	408.56	0.61%
8	Dinámica de cuerpos de agua	En este indicador se representan los cambios que hayan tenido los cuerpos de agua en los dos periodos de tiempo analizados.	616.70	0.92%
9	Desintensificación de la agricultura	Se considera en este indicador las áreas que en el mapa del periodo 2012 presentaban algún tipo de cultivo o pastizal ya sea puro o en mosaico, y que en el mapa del periodo 2021 haya cambiado a algún tipo de cobertura natural o a algún tipo de mosaico con presencia de espacios naturales.	2344.71	3.48%
10	Aumento de la minería	Dada la importancia del tema minero para el país en este momento, se incluyó un indicador que permite identificar de qué tipo de coberturas provienen las áreas mineras presentes en el mapa del periodo 2021, aclarando que estas áreas tienen la limitante de la escala de la información (1:100.000).	0.00	0.00%
11	Reforestación	En este indicador se incluyen las áreas de plantaciones forestales presentes en el mapa del periodo 2021 y que no estaban presentes en el mapa de coberturas del periodo 2012.	0.00	0.00%
12	Degradación de tierras	El indicador se utiliza para reconocer las áreas que en el mapa del periodo 2021 se presentan como afloramientos rocosos o tierras degradadas pero que en el mapa del periodo 2012 estas áreas presentaban algún tipo de cobertura vegetal ya sea natural o antrópica.	245.88	0.37%



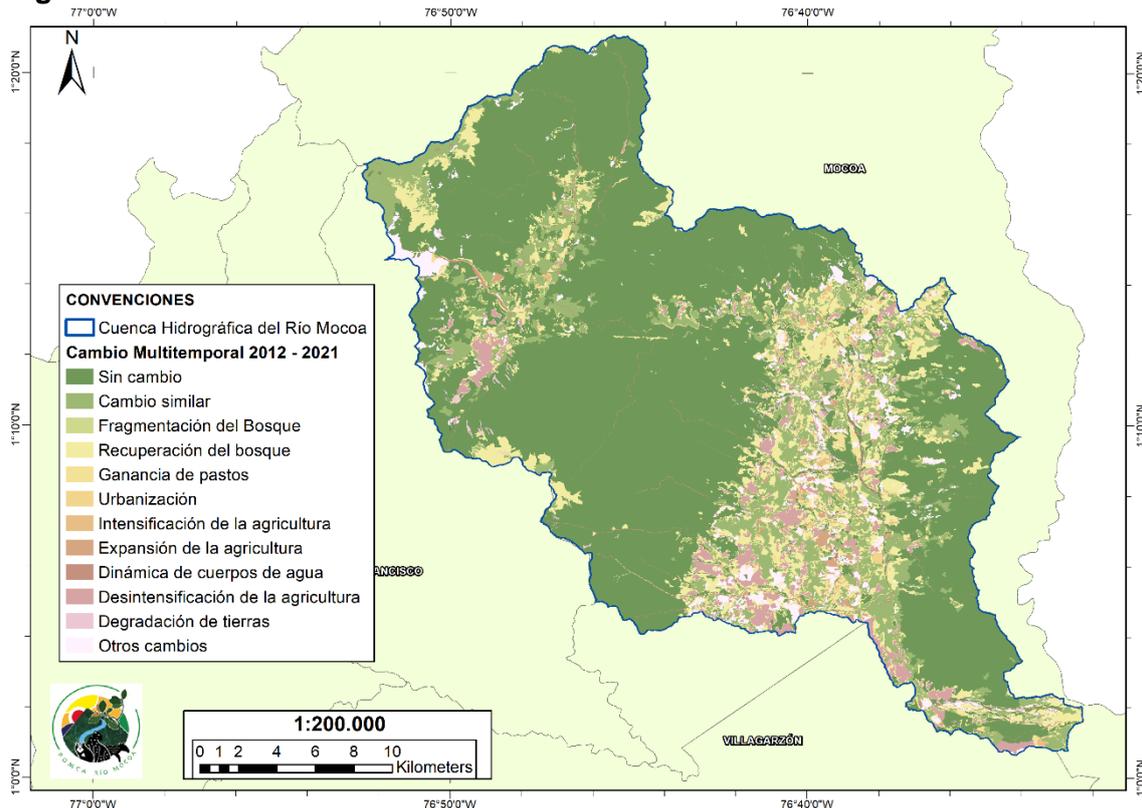
13	Otros cambios	Este indicador recoge los cambios que no son considerados en el análisis multitemporal. Estos incluyen tanto los cambios no lógicos que se presentaron, como los cambios que aun siendo lógicos, no se consideraron relevantes para analizar.	2620.19	3.89%
TOTAL			67361.75	100%

Fuente: Geoinformación Hero S.A.S. Zomac, adaptado de matriz de cambio de coberturas

El total de la cuenca del Río Mocoa es de 67.361,75 ha, el análisis multitemporal muestra que el 64,10% de ella no ha representado un cambio en sus coberturas, manteniéndose especialmente las áreas con vegetación natural. Otro aspecto dentro del análisis es la recuperación de áreas de bosque debido a la dinámica permanente que se genera en los procesos dentro de la cuenca con el fraccionamiento de áreas naturales para el establecimiento de sistemas productivos y el abandono del mismo como parte del manejo silvicultural que desarrollan los productores para la recuperación de las características físicoquímicas de los suelos, aprovechando la regeneración natural; esta categoría representa el 11,32% del total de la cuenca. De igual manera el análisis permite definir un cambio similar de coberturas especialmente asociados a la actividad agropecuaria, manteniéndose la frontera agrícola por la dinámica antes mencionada de la rotación de los suelos para actividades productivas; este tipo de cambio se representa en el 13,15%. En lo referente a las actividades agropecuarias desarrolladas en el área de la cuenca, se tiene que la expansión de la frontera agrícola está representada en el 0,61%, este aspecto lo define la baja intensidad productiva por área que se establecen dentro de los sistemas productivos, siendo la ganadería extensiva la que mayor impacto genera sobre las coberturas naturales por su necesidad de área en una relación promedio de una (1) cabeza de ganado por hectárea. Este último indicador está estrechamente relacionado a los tipos de cambio de intensificación de la agricultura, el cual abarca el 0,54% de la cuenca, a la desintensificación de la agricultura con un 3,48%, y a la ganancia de pastos con un 1,34%, indicando la dinámica que tienen los agricultores con los procesos de reducción de las actividades productivas a razón de la conservación de suelos, y de igual manera, los efectos económicos que cada actividad genera. En cuanto a la dinámica de cuerpos de agua está representando en un porcentaje de 0,92%. Frente al tipo de cambio por degradación de tierras se tiene un porcentaje de cambio del 0,37% que se encuentra relacionado con áreas sujetas a procesos erosivos naturales o antrópicos generados por las prácticas intensivas especialmente en lo relacionado con ganadería y piscicultura. Por otro lado, el tipo de cambio de urbanización que se representa en un 0,11% del área de la cuenca, concierne al crecimiento de las zonas de tejido continuo y discontinuo relacionando con el aumento demográfico de los municipios presentes dentro del territorio de la cuenca. Finalmente, el tipo de cambio de fragmentación del bosque posee un porcentaje del 0,18% sobre el total de la cuenca, aspecto que relaciona como las dinámicas dentro de la cuenca han fragmentado un área cercana a las 121,49 ha de bosque.

De lo anterior se deduce que los cambios de cobertura sobre la cuenca se han mantenido estables, conservando especialmente las áreas naturales presentes que se han impactado por la dinámica social en el crecimiento de las actividades agropecuarias especialmente, pero que por condiciones topográficas y climatológicas no han tenido un gran cambio.

Figura 21. Análisis de cambio de coberturas



Fuente: Geoinformación Hero S.A.S. Zomac

1.8 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE INDICADORES DE COBERTURAS NATURALES

En el presente título se indican los resultados obtenidos en el análisis de indicadores de coberturas de: Indicador de Tasa de Cambio de Coberturas Naturales (TCCN), Índice de Vegetación Remanente (IVR), Índice de Fragmentación, Índice de Presión Demográfica (IPD), Índice de Ambiente Crítico (IAC), Porcentaje de áreas restauradas y el Índice del Estado Actual de las Coberturas.

1.8.1 Indicador de Tasa de Cambio de Coberturas Naturales (TCCN)

El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos



vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002)

Los resultados del análisis del indicador TCCN dentro de la cuenca de Río Mocoa se exponen en la tabla 16:

Tabla 16. Tasa de cambio de coberturas naturales

COBERTURAS NATURALES	AREA 2012 (HA)	AREA (2021) HA	TIPO DE CAMBIO	TCCN	CALIF
3.1.1. Bosque denso	42,197.76	51,736.78	G	2.26%	BAJA
3.1.2. Bosque abierto	5,786.86	55.73	P	51.59%	MUY ALTA
3.1.3. Bosque fragmentado	532.46	625.68	G	1.79%	BAJA
3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	842.88	2,501.82	G	12.09%	MEDIA
3.2.1. Herbazal	0.00	1,706.38	G	NA	NA
3.2.2. Arbustal	0.00	452.58	G	NA	NA
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	2,093.47	390.31	P	18.66%	MEDIA
3.2.4. Vegetación de subpáramo	998.81	0.00	P	NA	NA
3.2.5. Vegetación de páramo	1,198.70	0.00	P	NA	NA
3.3.1. Zonas arenosas naturales	380.48	318.82	P	1.96%	BAJA
3.3.2. Afloramientos rocosos	13.93	40.58	G	11.88%	MEDIA
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	200.07	321.96	G	5.29%	BAJA
3.3.6. Depósitos aluviales	62.45	0.00	P	NA	NA
5.1.1. Ríos (50 m)	245.53	616.63	G	10.23%	MEDIA
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	15.49	12.85	P	2.08%	BAJA
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	7.16	12.75	G	6.41%	BAJA
TOTAL	54,576.05	58,792.88		11.30%	MEDIA

Fuente: G: ganancia; P: pérdida.

La TCCN en el análisis indica una afectación alta de las coberturas naturales a razón del crecimiento del tejido urbano discontinuo, generado por diferentes factores, entre ellos el aumento de la presión demográfica en el municipio de Mocoa, la tendencia del crecimiento urbano a través de áreas campestres en las afueras de los centros urbanos, la aparición de nuevos centros poblados y en el caso específico del municipio de Mocoa, la búsqueda de sitios seguros para vivienda teniendo en cuenta el evento desarrollado en el año 2017 con la avenida flujo torrencial. Otra de las coberturas que ha generado cambio, es la relacionada con los herbazales identificándose un aumento de la presión antrópica en aquellas áreas donde se pueden encontrar este tipo de coberturas naturales, como lo son las áreas de páramos a través de las actividades productivas propias de estas regiones. El resto de las coberturas tienen porcentajes bajos de cambio.

1.8.2 Índice de Vegetación Remanente (IVR)

El índice de vegetación remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada una de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).



Los resultados del análisis realizado para la cuenca del río Mocoa en razón del IVR se indican en la tabla 17:

Tabla 17. Índice de vegetación remanente por microcuenca

2021	NOMBRE MICROCUENCA	B	H	A	VS	VR (HA)	AREA TOTAL MICROCUENCA	IVR	DESCRÍ
MICROCUENCA 01	Afluentes directos 1	4025.21	61.50	33.60	15.77	4136.08	4752.55	87.03%	NT
MICROCUENCA 02	Afluentes directos 2	3431.45	17.54	22.92	5.85	3477.76	5211.70	66.73%	PT
MICROCUENCA 03	Qda Piedra Lisa	284.72	0.00	9.49	14.76	308.97	390.92	79.04%	NT
MICROCUENCA 04	Quebrada Campucana	586.31	0.36	0.18	0.00	586.84	628.80	93.33%	NT
MICROCUENCA 05	Quebrada Canalendres - Las Pailas	855.86	3.27	8.62	0.00	867.75	903.40	96.05%	NT
MICROCUENCA 06	Quebrada Curiyaco	1038.85	0.00	0.00	0.00	1038.85	1042.26	99.67%	NT
MICROCUENCA 07	Quebrada Dantayaco	1103.96	14.29	0.48	0.00	1118.73	1153.95	96.95%	NT
MICROCUENCA 08	Quebrada El Almorzadero	813.73	14.32	17.65	69.88	915.58	1032.64	88.66%	NT
MICROCUENCA 09	Quebrada El Tosoy o Derrumbosa	354.91	8.54	1.14	0.00	364.60	406.77	89.63%	NT
MICROCUENCA 10	Quebrada Hornoyaco	358.51	0.00	0.00	0.00	358.51	373.96	95.87%	NT
MICROCUENCA 11	Quebrada La Chapulina	643.00	20.45	0.00	1.68	665.13	690.20	96.37%	NT
MICROCUENCA 12	Quebrada La Cuscunga	1424.45	9.65	0.71	0.00	1434.81	1445.06	99.29%	NT
MICROCUENCA 13	Quebrada Sachamates	373.22	0.00	0.00	0.00	373.23	382.40	97.60%	NT
MICROCUENCA 14	Quebrada San Martín	1432.04	23.17	6.60	5.56	1467.36	1472.99	99.62%	NT
MICROCUENCA 15	Quebrada Tortuga	3069.85	13.37	0.00	0.00	3083.22	3103.22	99.36%	NT
MICROCUENCA 16	Río Conejo	358.94	8.47	8.09	2.91	378.41	528.95	71.54%	NT
MICROCUENCA 17	Río Mulato	1400.94	1.01	15.75	3.05	1420.76	1760.64	80.70%	NT
MICROCUENCA 18	Río Patoyaco	6738.78	941.75	29.12	158.88	7868.53	8732.54	90.11%	NT
MICROCUENCA 19	Río Rumiayaco	4395.94	16.37	81.73	8.15	4502.19	5765.55	78.09%	NT
MICROCUENCA 20	Río Sangoyaco - Taruca	1111.31	53.68	27.11	11.93	1204.02	2420.41	49.74%	MDT
MICROCUENCA 21	Río Titango	10687.57	415.93	23.99	78.38	11205.88	11720.98	95.61%	NT
MICROCUENCA 22	Río Afan	5133.79	63.04	94.43	3.78	5295.03	6216.91	85.17%	NT
MICROCUENCA 23	Río Pepino	5296.67	19.66	70.99	9.74	5397.05	7224.96	74.70%	NT
TOTAL		54920.01	1706.39	452.58	390.32	57469.30	67361.75	85.31%	NT

Fuente: B – Bosque, H – Herbazal, A – Arbustal, VS – Vegetación Secundaria, VR – Vegetación Remanente, AT – Área Total, IVR – Índice de Vegetación Remanente. NT: No transformada; PT: Parcialmente Transformada. MDT: Medianamente Transformado.

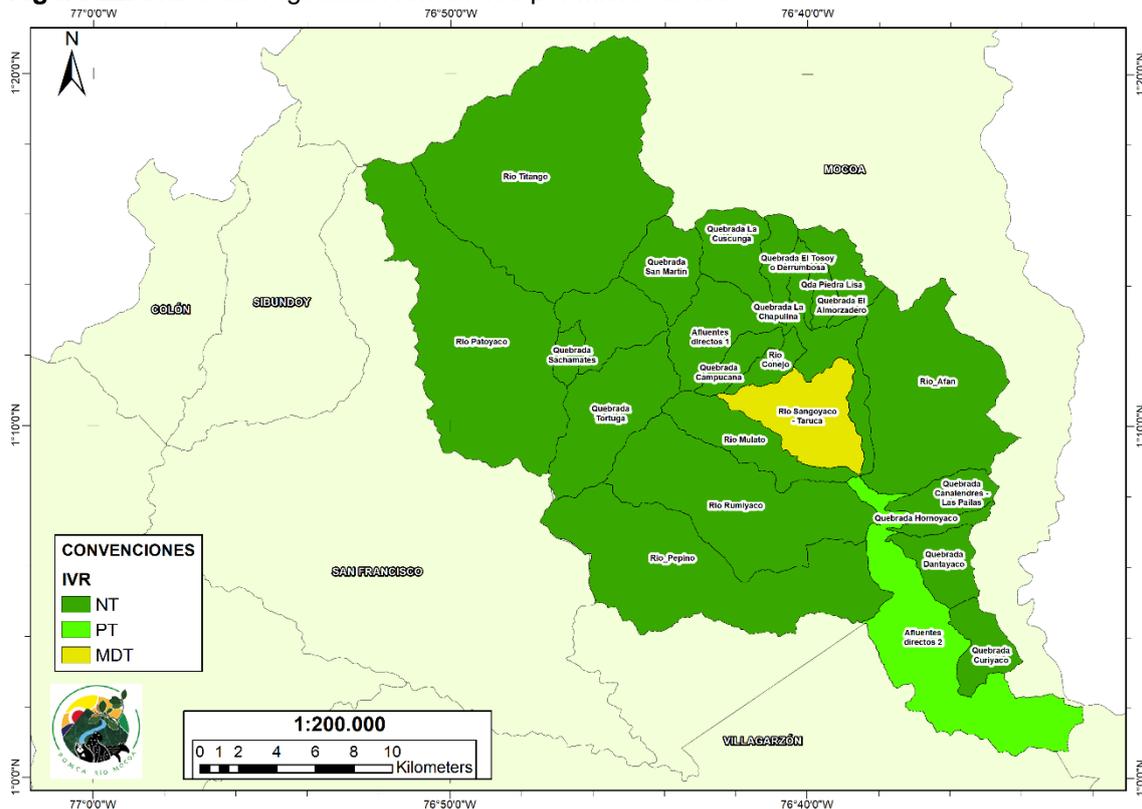
Conforme lo resume la tabla 17, la cuenca del río Mocoa presenta escasa transformación en su territorio. De las 67.361,75 ha que componen la cuenca, 57.469,29 ha cuentan con vegetación remanente, es decir, el 85;51% del área total. Los ecosistemas han mantenido su cobertura vegetal, permitiendo disponer de una alta sostenibilidad, con perturbaciones escasas de las actividades económicas como la ganadería y la agricultura, y de la expansión urbana.

Existen dos (2) microcuencas donde la pérdida de masa vegetal es evidente: la primera de ellas es la microcuenca asociada al Río Sangoyaco - Taruca, cuya superficie se ha visto medianamente transformada por la expansión urbana y el asentamiento continuo de población que ha generado un proceso de crecimiento residencial sobre las márgenes del río Sangoyaco y de la quebrada Taruca, dicha presión ha hecho que se genere una gran parcelación predial implicando el establecimiento de actividades productivas especialmente asociadas a actividades ganaderas y de monocultivos como la caña además de parcelas de seguridad alimentaria a manera de huertos. La segunda es el área que corresponde a lo que se denomina como afluentes directos, se conforma de un corredor con la ubicación de veredas que van desde los Guadales en el municipio de Mocoa, San José del Pepino, la vereda San Carlos, el sector de Brisas de Mocoa en Villagarzón, parte de la vereda El Mesón y parte de Puerto Limón, sector ubicado en la margen derecha aguas abajo del afluente principal del Río Mocoa, todo este sector ha venido generando un desarrollo desde lo urbano hacia asentamientos continuos rurales, con actividades residenciales bastante marcadas mezcladas con actividades agropecuarias, especialmente asociadas a temas de ganadería, lo que ha generado una presión bastante alta



sobre la conformación de bosques naturales, mirándose una tendencia de áreas de cultivos limpios en algunas épocas y de abandono de los mismos para conformación de los bosques secundarios como parte del proceso de recuperación de suelos para volver a implementar sistemas productivos de ciclo corto en su tiempo de producción.

Figura 22. Índice de vegetación remanente por microcuenca



Nota: representación de los resultados de cálculo de IVR por microcuenca hidrográfica

1.8.3 Índice de Fragmentación

Para el cálculo del índice de fragmentación se dispuso en primer lugar a la normalización de la fórmula establecida en la Guía Técnica para la Formulación de los POMCA, la cual presenta inconsistencias en el momento de proyectar la fragmentación. La ecuación formalizada se presenta en la figura 23:

Figura 23. Ecuación para normalización del Índice de Fragmentación

$$IFn = \frac{(IF - m) \times 100}{(M - m)}$$

Fuente: Corredor (2019).

El número de cuadrantes obtenidos en la Cuenca Hidrográfica del Río Mocoa fue de 210 (4 km²), dando como resultado los datos dispuestos en la tabla 18:



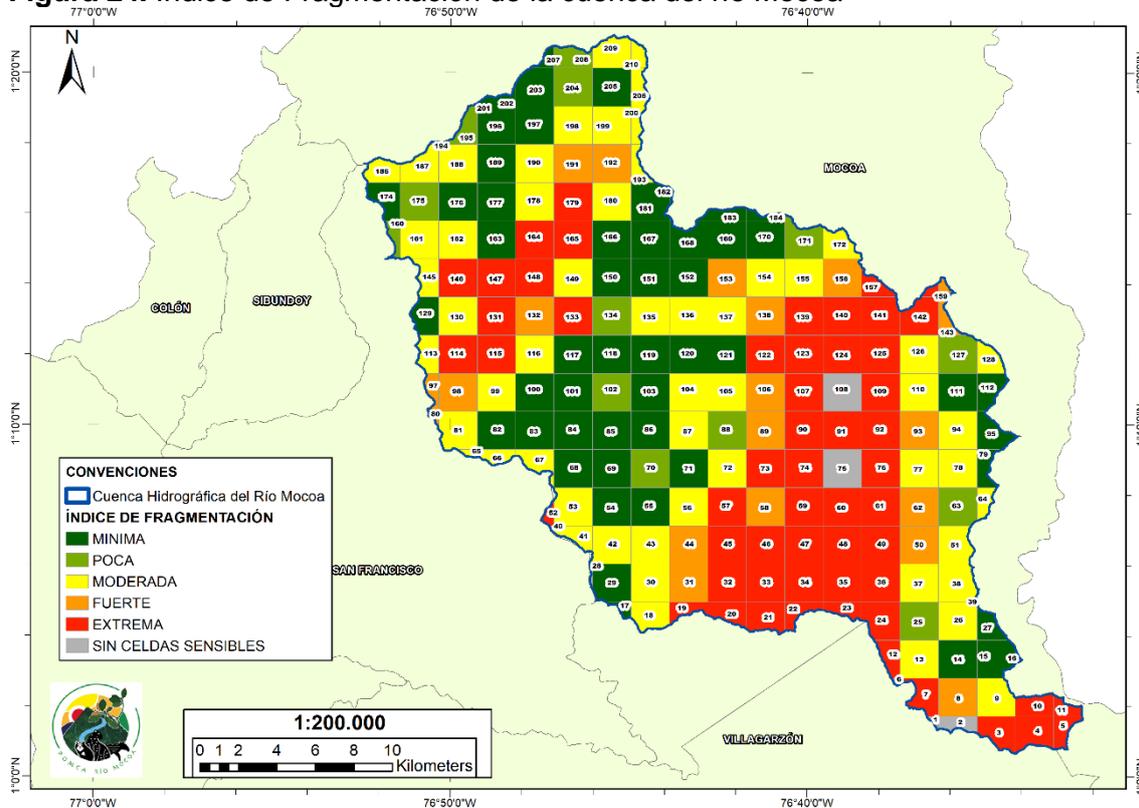
Tabla 18. Resultados de Índice de Fragmentación

NO.	CATEGORÍA	CUADRANTES	%
0	SIN CELDAS SENSIBLES	14	6.67
1	MINIMA	51	24.29
2	POCA	14	6.67
3	MODERADA	55	26.19
4	FUERTE	20	9.52
5	EXTREMA	56	26.67
TOTAL		210	100

Fuente: La categoría de “sin celdas sensibles” corresponde a aquellos cuadrantes donde no se presentan coberturas naturales.

Si bien, la Cuenca Hidrográfica del río Mocoa, cuenta con una alta presencia de coberturas vegetales en su territorio, el índice de fragmentación demuestra importantes riesgos en la conectividad ecológica que puede llegar a significar afectaciones en la sostenibilidad ecosistémica y en la flora y fauna que habitan o interactúan en la zona. Mediante el cálculo del Índice de Fragmentación se obtuvo como resultado un valor de **4.38** definido como una fragmentación fuerte.

Figura 24. Índice de Fragmentación de la cuenca del río Mocoa



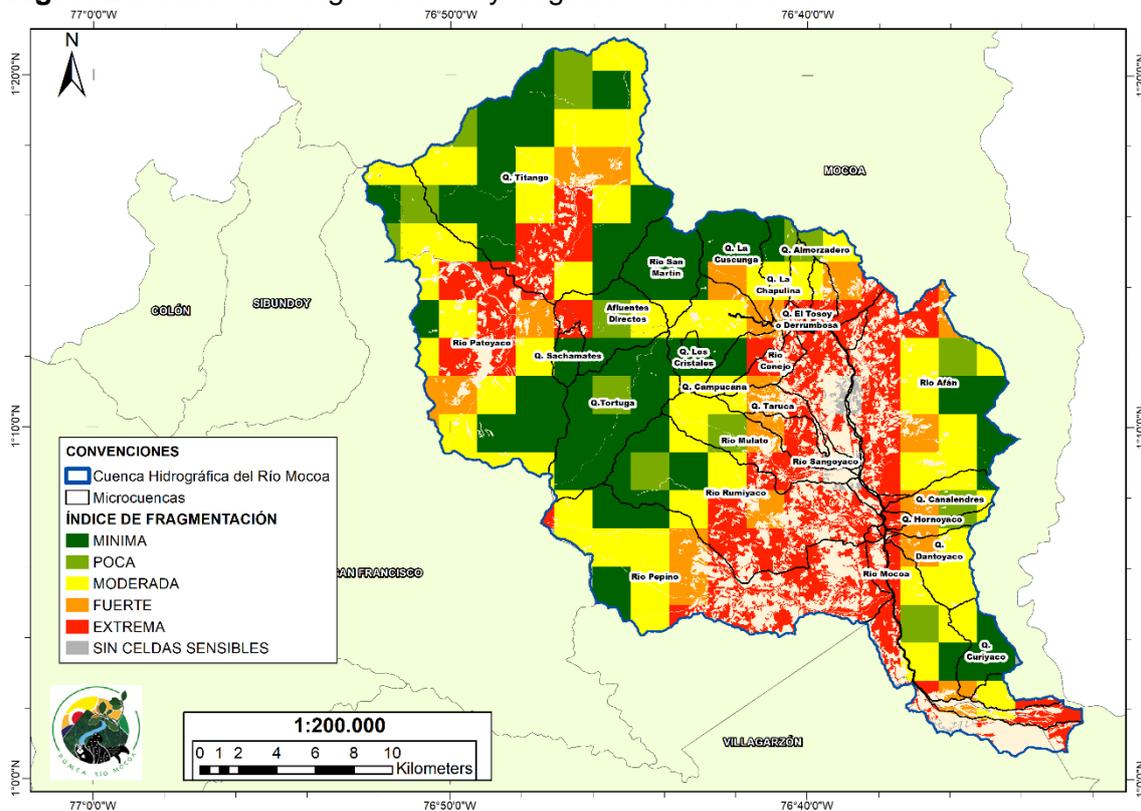
Las microcuencas con mayor grado de fragmentación como se indica en la figura son las adyacentes a los centros poblados de los municipios de Mocoa y Villagarzón, debido principalmente al crecimiento del tejido urbano y a la



expansión de las áreas destinadas a sistemas productivos agropecuarios. Por otro lado, en las microcuencas del río Patoyaco y la quebrada Titango, se puede identificar un grado extremo de fragmentación en gran porcentaje de sus territorios, ocasionado por el aumento de pasturas para las actividades ganaderas características del alto Putumayo.

En general, y como lo dispone la tabla 18, el 30,81% del área de la cuenca del río Mocoa se encuentra con poca o mínima fragmentación, el 26,07% en moderada, y el 43,13% restante con fragmentación fuerte y extrema (los cuadrantes sin celdillas sensibles hacen referencia a las zonas sin presencia de cobertura vegetal, por lo tanto, se presentan en esta última categoría). Ello significa, que la cuenca hidrográfica del río Mocoa cuenta con un Índice de Fragmentación fuerte (entre 1 y 10).

Figura 25. Índice de Fragmentación y Vegetación Remanente



En la figura 25, se realiza un comparativo entre los resultados del índice de fragmentación y la vegetación remanente de la cuenca del río Mocoa, observando una relación directa entre las zonas de pérdida vegetal con la fragmentación de los ecosistemas.

1.8.4 Indicador de Presión Demográfica

Permite conocer la presión de la población en las diferentes coberturas naturales. Con el objetivo de realizar el cálculo de este indicador, se requirió de la



información proporcionada por el DANE en materia de censos poblacionales de los municipios de Mocoa, San Francisco y Villagarzón, lo que permitió hallar sus tasas de crecimiento poblacional. Articulado con el componente social, se calculó la densidad poblacional para cada una de las microcuencas. Finalmente, los resultados obtenidos se indican en la tabla 19:

Tabla 19. Indicador de Presión Demográfica por microcuenca

2021	NOMBRE MICROCUENCA	DP	r	IPD	DESCRIPTOR
MICROCUENCA 01	Afluentes directos 1	0.25	0.02	0.01	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 02	Afluentes directos 2	0.80	0.02	0.02	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 03	Qda Piedra Lisa	0.11	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 04	Quebrada Campucana	0.07	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 05	Quebrada Canalendres - Las Pailas	0.02	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 06	Quebrada Curiyaco	0.01	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 07	Quebrada Dantayaco	0.22	0.02	0.01	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 08	Quebrada El Almorzadero	0.15	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 09	Quebrada El Tosoy o Derrumbosa	0.08	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 10	Quebrada Hornoyaco	0.14	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 11	Quebrada La Chapulina	0.03	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 12	Quebrada La Cuscunga	0.01	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 13	Quebrada Sachamates	0.00	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 14	Quebrada San Martín	0.00	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 15	Quebrada Tortuga	0.00	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o

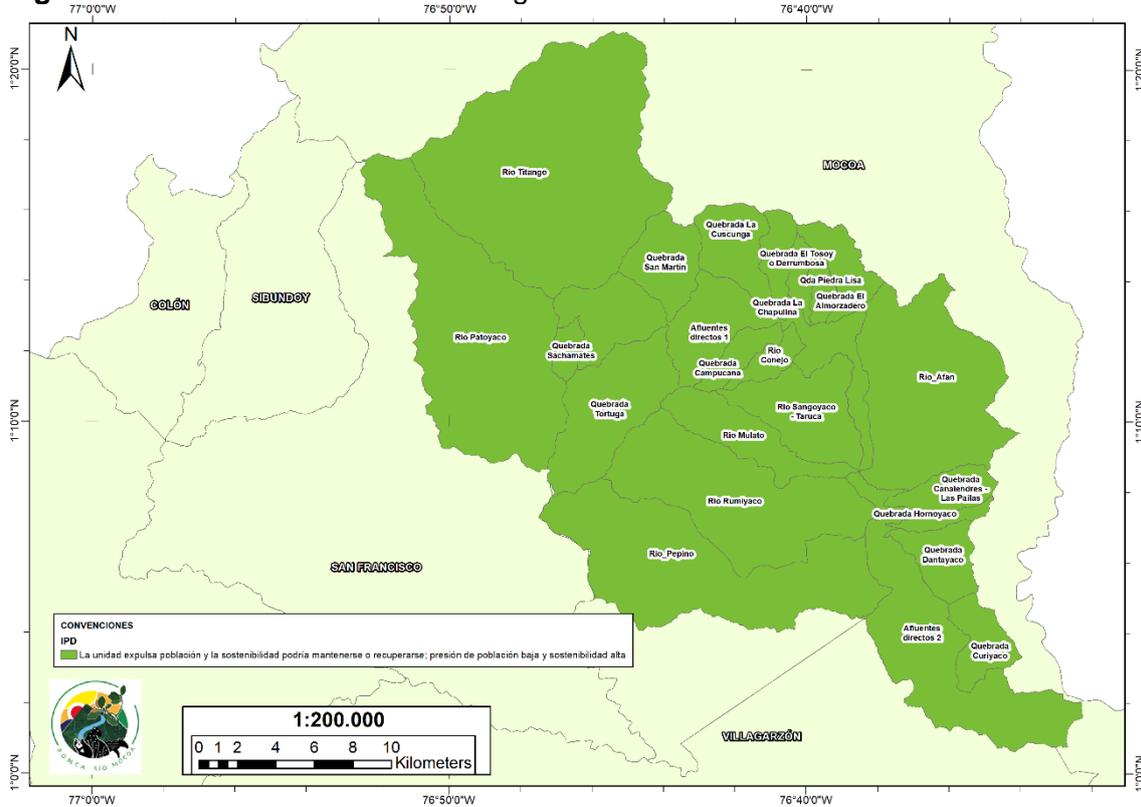


					recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 16	Rio Conejo	0.17	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 17	Rio Mulato	5.00	0.02	0.12	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 18	Rio Patoyaco	0.02	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 19	Rio Rumiyo	0.64	0.02	0.02	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 20	Rio Sangoyaco - Taruca	13.29	0.02	0.32	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 21	Río Titango	0.00	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 22	Rio_Afan	0.12	0.02	0.00	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
MICROCUENCA 23	Rio_Pepino	0.38	0.02	0.01	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta
TOTAL				0.02	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta

Como se aprecia en la tabla 19, la presión demográfica en la cuenca del río Mocoa es baja. Las microcuencas con mayor presión son la quebrada la Taruca, el río Mulato, el río Sangoyaco, y los afluentes directos, debido a la densidad de tejido urbano que compone especialmente el sector poblado urbano de la ciudad de Mocoa donde concluyen las tres (3) microcuencas al Río Mocoa. Teniendo en cuenta lo anterior, de acuerdo a la información obtenida por el componente social y analizada dentro del componente de coberturas naturales, se puede deducir que la mayor parte de la longitud de las microcuencas antes mencionadas, hacen su recorrido sobre áreas que por sus condiciones topográficas y distancias de los sectores urbanos, se han podido conservar en cuanto a la conformación de su cobertura natural, generándose una alta presión en el sector suburbano de cada una de ellas y el sector urbano que representa una pequeña fracción dentro de su longitud total, por lo tanto, a pesar de ser de mayor presión demográfica, se sigue considerando baja. Con el resto de microcuencas, se observa que el IPD es aún menor que la del río Sangoyaco – Taruca y que el río Mulato, debido a que la mayor parte de sus recorridos los hacen sobre zonas de alta montaña con unas condiciones adversas de topografía que ha imposibilitado el acceso del ser humano con actividades permanentes.



Figura 26. Indicador de Presión Demográfica de la cuenca del río Mocoa



Los resultados de la presión demográfica son coherentes con lo observado en el índice de vegetación remanente, donde las zonas de mayor afectación por incidencia del tejido urbano y los sistemas productivos se ubican en la zona central y baja de la cuenca, pertenecientes a los cascos urbanos de los municipios de Mocoa y Villagarzón.

1.8.5 Índice de Ambiente Crítico

Permite tener conocimiento del grado de afectación de la presión demográfica en las coberturas vegetales. Para ello se traza una matriz entre el IPD y el IVR, dando como resultado el IAC de la cuenca del río Mocoa expuesto en la tabla 20:

Tabla 20. Indicador de Ambiente Crítico por microcuenca

2021	NOMBRE MICROCUENCA	IVR	IPD	IAC	DESCRIPTOR
MICROCUENCA 01	Afluentes directos 1	NT	0.01	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 02	Afluentes directos 2	PT	0.02	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 03	Qda Piedra Lisa	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 04	Quebrada Campucana	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes

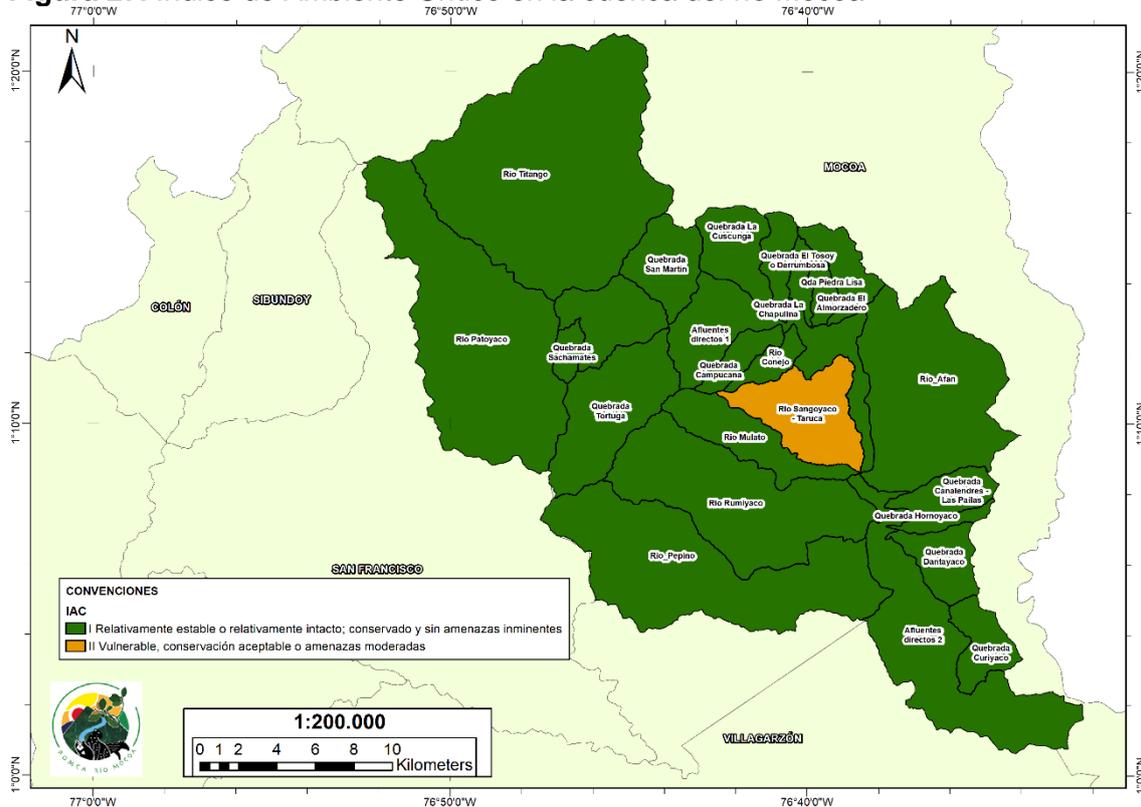


MICROCUENCA 05	Quebrada Canalendres - Las Pailas	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 06	Quebrada Curiyaco	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 07	Quebrada Dantayaco	NT	0.01	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 08	Quebrada El Almorzadero	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 09	Quebrada El Tosoy o Derrumbosa	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 10	Quebrada Hornoyaco	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 11	Quebrada La Chapulina	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 12	Quebrada La Cuscunga	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 13	Quebrada Sachamates	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 14	Quebrada San Martín	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 15	Quebrada Tortuga	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 16	Rio Conejo	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 17	Rio Mulato	NT	0.12	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 18	Rio Patoyaco	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 19	Rio Rumiayaco	NT	0.02	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 20	Rio Sangoyaco - Taruca	MDT	0.32	II	Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección
MICROCUENCA 21	Río Titango	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 22	Rio_Afan	NT	0.00	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
MICROCUENCA 23	Rio_Pepino	NT	0.01	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
TOTAL		NT	0.02	I	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes



El Índice de Ambiente Crítico demuestra la vulnerabilidad de la cuenca hidrográfica del río Mocoa frente al incremento de las actividades humanas en el territorio, observando que la presión demográfica es un tensionante que ha incidido de gran manera en la reducción de la cobertura vegetal. De las veintitres (23) microcuencas, la del río Sangoyaco – Taruca es la que más se encuentra en un estado de ambiente crítico vulnerable. Coinciden por ubicarse en las zonas con mayor presencia del tejido urbano y en las áreas productoras del municipio de Mocoa.

Figura 27. Índice de Ambiente Crítico en la cuenca del río Mocoa



1.8.6 Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales

El IEACN busca definir el estado de la cuenca hidrográfica del río Mocoa a través del consolidado de los resultados de la tasa de cambio de coberturas naturales, la vegetación remanente, la fragmentación y el ambiente crítico.

Al realizar el cálculo del IEACN por microcuenca, los datos obtenidos son los indicados en la tabla 21:

Tabla 21. Índice de Estado Actual de Coberturas Naturales por microcuenca

NO.	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA	TCC N	IV R	IA C	IF	IEAC N	RANGO
MICROCUENCA 01	Afluentes directos 1	4752.55	15	20	20	5	60	CONSERVADA
MICROCUENCA 02	Afluentes directos 2	5211.70	15	15	20	0	50	MEDIANAMENTE TRANSFORMADA



MICROCUENCA 03	Qda Piedra Lisa	390.92	15	20	20	5	60	CONSERVADA
MICROCUENCA 04	Quebrada Campucana	628.80	15	20	20	10	65	CONSERVADA
MICROCUENCA 05	Quebrada Canalendres - Las Pailas	903.40	15	20	20	10	65	CONSERVADA
MICROCUENCA 06	Quebrada Curiyaco	1042.26	15	20	20	15	70	CONSERVADA
MICROCUENCA 07	Quebrada Dantayaco	1153.95	15	20	20	10	65	CONSERVADA
MICROCUENCA 08	Quebrada El Almorzadero	1032.64	15	20	20	5	60	CONSERVADA
MICROCUENCA 09	Quebrada El Tosoy o Derrumbosa	406.77	15	20	20	10	65	CONSERVADA
MICROCUENCA 10	Quebrada Hornoyaco	373.96	15	20	20	10	65	CONSERVADA
MICROCUENCA 11	Quebrada La Chapulina	690.20	15	20	20	10	65	CONSERVADA
MICROCUENCA 12	Quebrada La Cuscunga	1445.06	15	20	20	15	70	CONSERVADA
MICROCUENCA 13	Quebrada Sachamates	382.40	15	20	20	15	70	CONSERVADA
MICROCUENCA 14	Quebrada San Martín	1472.99	15	20	20	20	75	CONSERVADA
MICROCUENCA 15	Quebrada Tortuga	3103.22	15	20	20	20	75	CONSERVADA
MICROCUENCA 16	Rio Conejo	528.95	15	20	20	0	55	MEDIANAMENTE TRANSFORMADA
MICROCUENCA 17	Rio Mulato	1760.64	15	20	20	0	55	MEDIANAMENTE TRANSFORMADA
MICROCUENCA 18	Rio Patoyaco	8732.54	15	20	20	5	60	CONSERVADA
MICROCUENCA 19	Rio Rumiayaco	5765.55	15	20	20	0	55	MEDIANAMENTE TRANSFORMADA
MICROCUENCA 20	Rio Sangoyaco - Taruca	2420.41	15	10	15	0	40	TRANSFORMADA
MICROCUENCA 21	Río Titango	11720.98	15	20	20	10	65	CONSERVADA
MICROCUENCA 22	Rio_Afan	6216.91	15	20	20	5	60	CONSERVADA
MICROCUENCA 23	Rio_Pepino	7224.96	15	20	20	0	55	MEDIANAMENTE TRANSFORMADA
TOTAL		67361.75	15	20	20	5	60	CONSERVADA

Del total de veintitrés (23) microcuencas que contiene la Cuenca Hidrográfica del río Mocoa, diecisiete (17) se encuentran en estado de conservación, cinco (5) medianamente transformadas y una (1) transformada. Los porcentajes asociados a cada estado de coberturas naturales se presenta en la tabla 22:

Tabla 22. Área asociada al estado actual de las coberturas naturales

ESTADO	AREA	%
CONSERVADA	54094.92	80.31
MEDIANAMENTE TRANSFORMADA	13266.83	19.69
TOTAL	67361.75	100.00

Finalmente, se realiza el cálculo general del IEACN para el total de la cuenca del río Mocoa, dando como resultado lo expuesto en la tabla 23:

Tabla 23. Índice del Estado Actual de Coberturas Naturales para la cuenca en general

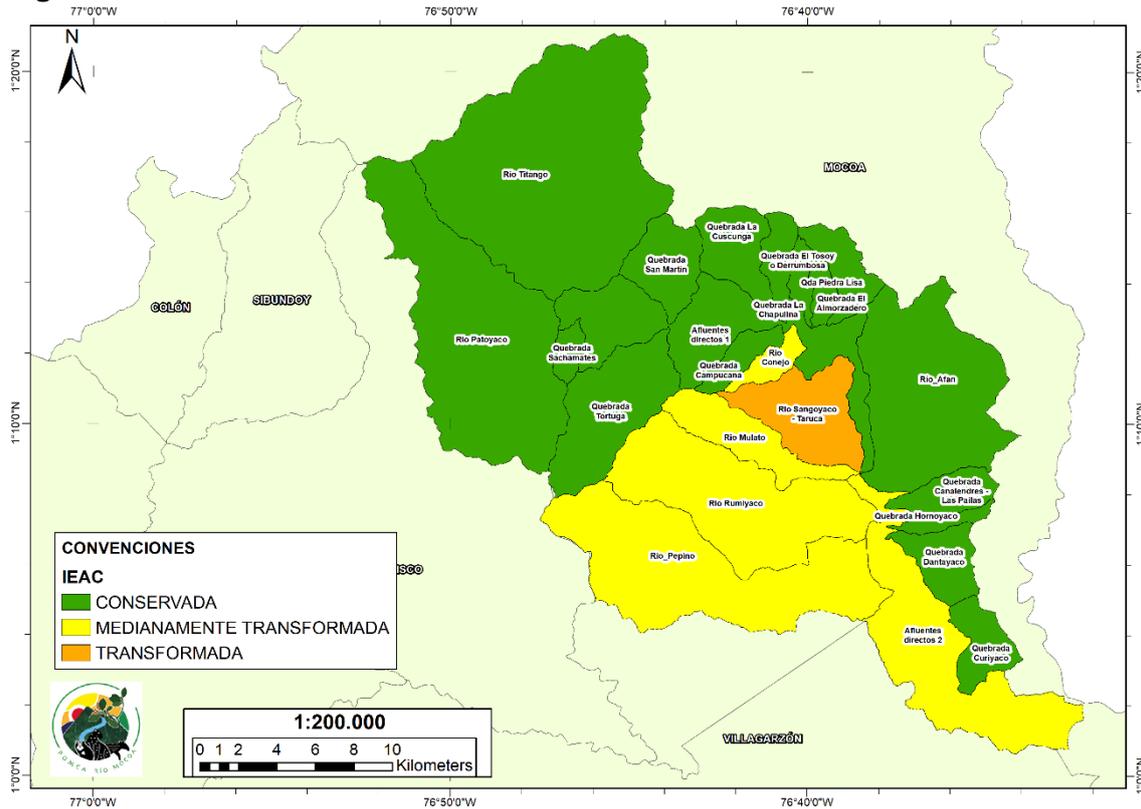
INDICADOR	CALIFICACIÓN
INDICADOR DE TASA DE CAMBIO DE COBERTURAS NATURALES (TCCN)	15
ÍNDICE DE VEGETACIÓN REMANENTE (IVR)	20
ÍNDICE DE AMBIENTE CRÍTICO (IAC)	20



ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN (IF)	5
TOTAL	60

Los datos sugieren que la cuenca hidrográfica del río Mocoa se encuentra en un estado de conservada.

Figura 28. Índice de Estado Actual de las microcuencas del río Mocoa





BIBLIOGRAFIA

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (2017). Resolución 2879 del 28 de diciembre del 2017.

CORPOAMAZONIA (2012). Capa de coberturas naturales de la cuenca del río Mocoa año 2012.

CORPOAMAZONIA, Departamento del Putumayo y PNUD (2020). Plan Integral de Gestión del Cambio Climático para el departamento del Putumayo. 909 p.

Corredor, S. (2019). Revisión y comparación del Índice de Fragmentación de coberturas naturales para cuatro cuencas hidrográficas en estudio. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 185 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (s.f.). Metodología CORINE Land Cover. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2012). Coberturas de la Tierra. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2013). Análisis de dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia. Recuperado de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023677/Analisisdinamicas.pdf>

Mesa Regional de Organizaciones Sociales del Putumayo, Baja Bota Cauca y Cofanía Jardines de Sucumbíos (Nar) -MEROS-; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. MADR (2017). Plan de Desarrollo Integral Andinoamazónico 2035. Puerto Asís, Colombia