



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
CARRERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE

“Evaluación de la calidad del bosque ripario
en cuencas prioritarias del Cantón Loja”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO EN INGENIERÍA EN MANEJO Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Autora:

Fanny Alexandra Morocho Quezada.

Director:

Ing. Jaime R. Santín Mg. Arts

LOJA - ECUADOR
2016

CERTIFICACIÓN

En calidad del Director de la tesis titulada “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BOSQUE RIPARIO EN CUENCAS PRIORITARIAS DEL CANTÓN LOJA”, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **Fanny Alexandra Morocho Quezada**, certifico que la investigación se ha realizado dentro del cronograma aprobado por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 16 de diciembre de 2016

Atentamente,



Ing. Jaime R Santin Mg. Sc; Mg Arts.
Docente / Investigador
Universidad Nacional de Loja

Ing. Jaime Santin Calva, Mg.Arts.,

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

En calidad del Tribunal Calificador de la Tesis titulada “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BOSQUE RIPARIO EN CUENCAS PRIORITARIAS DEL CANTÓN LOJA**”, de autoría de la señorita **Fanny Alexandra Morocho Quezada**, egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certificamos que se han incorporado al trabajo final de tesis todas las sugerencias efectuados por sus miembros.

Por lo tanto autorizamos la publicación y difusión de la tesis.

Loja, 01 de noviembre del 2016.

Atentamente,



Ing. Félix Hernández Cueva, Mg.
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
DE GRADO**



Ing. Santiago García, Matailo,
Mg.Sc.,
**VOCAL DEL TRIBUNAL DE
GRADO**



Biol. Alejandro Zury, Mg.Sc.,
**VOCAL DEL TRIBUNAL DE
GRADO**

AUTORÍA

Yo, Fanny Alexandra Morocho Quezada, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual

Fanny Alexandra Morocho Quezada

Firma:



Cédula: 1104115165

Fecha: Loja, 14 de diciembre del 2016

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Fanny Alexandra Morocho Quezada, declaro ser autora de la tesis titulada “**Evaluación de la calidad del bosque ripario en cuencas prioritarias del Cantón Loja**”, como requisito para optar al grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizó al Sistema Bibliotecaria de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y el exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 16 días del mes de diciembre de dos mil dieciséis, firma la autora.



Fanny Alexandra Morocho Quezada

Número de cédula: 1104115165

Dirección: 24 de Mayo entre Lourdes y Mercadillo, Loja,
Ecuador

Teléfono: 2587753

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de tesis: Ing. Jaime Santin Calva, Mg.Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Félix Hernández Cueva, Mg.

Ing. Santiago García Matailo, Mg.Sc.

Biol. Alejandro Zury, Mg.Sc.

Correo electrónico:

fannymorocho88@gmail.com

Celular: 0939260839

AGRADECIMIENTO

Al finalizar el presente trabajo investigativo quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis profesores de la Carrera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Loja, quienes impartieron sus conocimientos para mi formación profesional.

De igual manera agradezco al director de tesis Ing Jaime Santin Mg, por guiarme con sus conocimientos científicos en el desarrollo del presente trabajo, también a la Dra Leire Ruíz por darme la oportunidad de ser partícipe en la investigación, a su vez, al laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Loja por permitirme trabajar en sus instalaciones con el análisis de muestras.

A los miembros del tribunal de grado Ing. Félix Hernández Cueva, Mg, Ing. Santiago García Matailo, Mg.Sc, Biol. Alejandro Zury, Mg.Sc, por sus oportunas sugerencias las mismas que permitieron fortalecer la presente tesis.

Finalmente a mi familia que con su apoyo incondicional permitieron la finalización de mi vida universitaria y a mis compañeros de clase con los que he compartido grandes momentos.

La autora

DEDICATORIA

Dedico primeramente mi tesis a Dios quien, me ha dado fortaleza en momentos de debilidad permitiendo cumplir con uno de mis objetivos.

De igual manera a mis padres Carmen y Miguel por ser mi fuente de motivación e inspiración, quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer, para que siguiera adelante y cumpla con mis ideales.

A mis hermanos Diana, Miguel, Gabriela y Mishell por estar siempre presente acompañándome en cada etapa de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	Bosque ripario.....	3
2.2.	Funciones de los bosques riparios.....	3
2.3.	Índice RQI.....	4
2.3.1.	Continuidad longitudinal de la vegetación riparia.....	4
2.3.2.	Dimensiones en anchura del espacio ripario asociada al río	4
2.3.3.	Composición y estructura de la vegetación riparia.....	4
2.3.4.	Regeneración natural de la vegetación riparia.....	5
2.3.5.	Conectividad lateral de la ribera con el cauce	5
2.3.6.	Permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ripario.....	6
2.4.	Parámetros morfológicos.....	6
2.4.1.	Área.....	6
2.4.2.	Perímetro.....	7
2.4.3.	Pendiente media de la cuenca	7
2.4.4.	Altitud media de la cuenca	8
2.4.5.	Curva hipsométrica.....	8
2.4.6.	Índice de Gravelious o coeficiente de compacidad	9
2.4.7.	Longitud de cauces	10
2.4.8.	Pendiente media del cauce principal.....	10
2.4.9.	Orden de las corrientes	10
2.4.10.	Densidad de drenaje.....	11
2.4.11.	Histograma de frecuencia	12
2.5.	Caracterización del suelo.....	12

2.5.1.	Propiedades físicas y químicas del suelo.....	12
2.5.2.	Porosidad total (Pt)	12
2.5.3.	Densidad aparente.....	13
2.5.4.	Densidad real	14
2.5.5.	Conductividad eléctrica	14
2.5.6.	Capacidad de intercambio catiónico	14
2.5.7.	Carbono orgánico.....	15
2.5.8.	Textura.....	15
2.5.9.	El pH (Potencial de Hidrógeno)	16
2.5.10.	Materia orgánica	17
2.6.	Restauración ecológica de las riberas.....	17
2.7.	Valor de importancia.....	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO.....	19
3.1.1.	Microcuenca Mónica y Carmen.....	20
3.2.	MÉTODOS	21
3.2.1.	Descripción de los parámetros biofísicos y morfológicos en las microcuencas de estudio.....	21
3.2.1.	Caracterización biofísica.....	21
3.2.2.	Caracterización de parámetros morfométricos	22
3.2.3.	Metodología de suelo del bosque ripario	23
3.2.2.	Evaluar el índice de la calidad del bosque ripario, así como su composición florística.....	28
3.2.2.1.	Estructura y composición florística	29
3.2.3.	Diseñar una propuesta de restauración del bosque ripario para las áreas en evaluación	30
4.	RESULTADOS	32

4.1.	Descripción de los parámetros biofísicos y morfológicos en las microcuencas de estudio.....	32
4.1.1.	Caracterización biofísica de la zona de estudio.....	32
4.1.2.	Caracterización de los parámetros morfométricos.....	37
4.1.3.	Análisis de las propiedades físico y químicas del suelo en la zona de estudio....	39
4.2.	Evaluar el índice de la calidad del bosque ripario, así como su composición florística.....	39
4.3.	Diseñar una propuesta de restauración del bosque ripario para las áreas en evaluación.....	41
4.3.1.	Diagnóstico.....	41
4.3.2.	Objetivo.....	42
4.3.3.	Herramientas de restauración.....	42
4.3.4.	Seguimiento de las actividades.....	46
4.3.5.	Documentación y comunicación.....	47
5.	DISCUSIÓN	48
5.1.	Caracterización biofísica.....	48
5.2.	Parámetros morfométricos.....	49
5.3.	Suelo del bosque ripario.....	51
5.4.	Índice de la calidad del bosque ripario, así como su composición florística.....	53
6.	CONCLUSIONES	56
7.	RECOMENDACIONES	57
8.	BIBLIOGRAFÍA	58
9.	ANEXOS	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Continuidad transversal de las riberas fluviales. Conectividad lateral del bosques riparios con el cauce e intercambio sedimentos, nutrientes y organismos. Fuente: CIBYA y Magrama (2012). Elaboración: Fanny Morocho	6
Figura 2. Cambio de forma de la curva hipsométrica con la edad del río, Una cuenca con ríos viejos representa una cuenca sedimentaria en fase de vejez. Mientras que una cuenca con ríos maduros representa una cuenca en equilibrio en fase de madurez y por último una cuenca con ríos jóvenes refleja una cuenca con gran potencial erosivo al encontrarse en fase de juventud. Fuente: (Villón, 2002). Elaboración: Fanny Morocho.....	9
Figura 3. Clasificación de las corrientes de agua. Los cauces de primer orden son los que no tienen tributarios. Los cauces de segundo orden se forman en la unión de dos cauces de primer orden y, en general, los cauces de orden n se forman cuando dos cauces de orden n-1 se unen. Fuente: Aguirre (20007), Elaboración: Fanny Morocho.	11
Figura 4. Diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo según el tamaño de las partículas, de acuerdo con el USDA Fuente: Martínez (2008).Elaboración: Fanny Morocho.	16
Figura 5. Ubicación del área de estudio en la microcuenca Carmen se estableció dos tramos en los cauces Carmen 1 y Espumos y en la microcuenca Mónica en la quebrada Mónica 1 y Santa Urco. Elaboración: Fanny Morocho.....	20
Figura 6. Flujograma de la caracterización de los parámetros biofísicos. El mapa de cobertura vegetal se trabajó en escala 1:3000 m. Elaboración: Fanny Morocho.....	21
Figura 7. Medición del pH de las muestras de suelos en los tramos (SU,M,C y E).....	24
Figura 8. Análisis de MO en el laboratorio. Elaboración: Fanny Morocho	25
Figura 9. Análisis de Capacidad de Intercambio Catiónico en laboratorio de los tramos /SU,M,E Y C). Elaboración: Fanny Morocho	26
Figura 10. Análisis de la Conductividad Eléctrica en laboratorio. Elaboración: Fanny Morocho.....	26
Figura 11. Análisis de textura en laboratorio. Elaboración: Fanny Morocho.....	27
Figura 12. 1) Peso de las muestras de suelo en la Balanza digital, 2) muestras de suelo en estufa a temperatura 105°C.....	28
Figura 13. Atributos que caracterizan la estructura de las riberas fluviales en las microcuencas el Carmen y Mónica. Elaboración: Fanny Morocho.....	29

Figura 14. Esquema de las etapas del proyecto de restauración. Fuente Meli & Carrasco (2011). Elaboración: Fanny Morocho.....	31
Figura 15. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca El Carmen.Fuente: MAGAP (2002).Elaboración: Fanny Morocho.....	33
Figura 16. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca Mónica. Fuente: MAGAP (2002). Elaboración: Fanny Morocho	34
Figura 17. Orden del suelo en las microcuencas El Carmen y Mónica a escala 1:250000. Elaboración: Fanny Morocho	35
Figura 18. Mapa de isotermas de las microcuencas el Carmen y Mónica.	36
Figura 19. Mapa de isotermas de la microcuenca el Carmen y Mónica	36
Figura 20. Curva hipsométrica y Frecuencia altimétrica de la microcuenca “El Carmen” y Mónica. Para las dos microcuencas los ríos se encuentran en fase de madurez. Elaboración: Fanny Morocho.....	38
Figura 21. Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales de la microcuenca El Carmen y Mónica. Fuente: Gonzáles <i>et al</i> (2006). Elaboración: Fanny Morocho.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos y tipos de pendiente	7
Tabla 2. Interpretación del índice de compacidad.	9
Tabla 3. Clases de densidad de drenaje. El valor de la densidad de drenaje permite conocer la eficiencia del drenaje de la cuenca según las características de drenaje.....	11
Tabla 4. Valores orientativos de la porosidad total de un suelo y su interpretación.....	13
Tabla 5. Clasificación de los suelos según su conductividad. De acuerdo a los valores de CIC se puede determinar la capacidad de intercambio de nutrientes.	14
Tabla 6. Criterios de evaluación para determinar la acidez o basicidad de los suelos.	16
Tabla 7. Porcentaje de Materia Organica en suelos: Estos valores proporcionan una idea de los nivel de MO en función del clima, suelo y del manejo del mismo	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Metodología de los parámetros morfométricos en ArcGis 9,3.	22
Cuadro 2. Párametros considerados para evaluar el índice de valor de importancia.....	30
Cuadro 3. Caracterización de la cobertura vegetal de la microcuenca Carmen.....	32
Cuadro 4. Caracterización de la cobertura vegetal de la microcuenca Mónica.....	33
Cuadro 5. Tipo de suelo en la microcuenca el Carmen y Mónica.	34
Cuadro 6. Parámetros morfológicos aplicados en los tramos de las microcuencas el Carmen y Mónica. Fuente: Miller (2007). Elaboración: Fanny Morocho.....	37
Cuadro 7. Análisis de ph, carbono (C), conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC), materia orgánica (MO), densidad aparente (Da) y Porcentaje total (EP) en la microcuenca Mónica y Carmen.	39
Cuadro 8. Descripción de las características del aliso.	43
Cuadro 9: Descripción de las características del <i>Solanum torvum</i>	45
Cuadro 10. Descripción de las características del <i>Hedyosmum scabrum</i>	46
Cuadro 11. Valor de importancia del tramo Mónica 1.	80
Cuadro 12. Cuadro x. Valor de importancia del tramo Santa Urco.	80
Cuadro 13. Cuadro x. Valor de importancia del tramo Espumos	81
Cuadro 14. Valor de importancia del tramo Carmen 1.	81

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BOSQUE RIPARIO EN CUENCAS
PRIORITARIAS DEL CANTÓN LOJA”.**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la región sur del Ecuador en la Provincia de Loja en dos microcuencas prioritarias del Cantón Loja, Mónica (intervenida) y Carmen (referencia). Para determinar el comportamiento de estas microcuencas se realizó un análisis de los parámetros morfológicos, biofísicos y análisis de los suelos en las riberas fluviales (materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, porosidad total, texturaycarbono total).

El objetivo de este trabajo es determinar la calidad del bosque ripario a través del índice RQI (Riparian Quality Index) en función de siete parámetros (continuidad longitudinal, dimensiones en anchura del espacio ripario, composición y estructura de la vegetación riparia, regeneración natural de la vegetación riparia, condición de las orillas, conectividad lateral, permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ripario) en un tramo de 100m ,cada uno de los parámetros se calificó del 1al 12.

En función del índice se determinó que los tramos Carmen 1 y Espumos presentan óptimas condiciones a diferencia de los tramos Mónica 1 y Santa Urco en donde las externalidades negativas han modificado las condiciones de las riberas fluviales. Frente a esta problemática se desarrolló una propuesta de restauración. Para ello se utilizará especies como el *Alnus acuminata kunth*, *Solanum torvum*, *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pavón) por ser árboles que se desarrollan en condiciones de humedad.

Palabras claves: regeneración, Riparian Quality Index

ABSTRACT

This research was conducted in the southern region of Ecuador in the Province of Loja in two priority watersheds of Loja Cantón, Monica (intervened) and Carmen (reference). To determine the behavior of these micro basins an analysis of morphological parameters, biophysicists and analysis of soils on riverbanks (organic matter, pH, electrical conductivity, cation exchange capacity, total porosity, texture, and total carbon) was performed.

The aim of this study is to determine the quality of the riparian forest through RQI index (Riparian Quality Index) based on seven parameters (longitudinal continuity, width dimensions of the riparian space, composition and structure of riparian vegetation, natural regeneration riparian vegetation, condition of the banks, lateral connectivity, permeability and degree of alteration of the relief and riparian soil) on a stretch of 100 m, each of the parameters were qualified between 1 through 12.

Depending on the index it was determined that sections Carmen 1 and Espumos have optimal conditions unlike Monica 1 and Santa Urco where the negative externalities have changed the conditions of the riverbanks . Faced with this problem a proposed restoration was developed. For this species as *Alnus acuminata kunth*, *Solanum torvum*, *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pavon) used to be trees that develops in wet conditions.

Keywords: regeneration, Riparian Quality Index.

1. INTRODUCCIÓN

La flora en el sur del Ecuador se incluye entre las más ricas y diversas del mundo, conformada por una amplia gama de tipos de vegetación que varían dependiendo de los diferentes climas (P. E. Lozano C, 2002). Con el tiempo, la interacción de los seres humanos en los bosques ha variado en función de los cambios socioeconómicos (FAO, 2012), actualmente los bosques riparios están siendo fuertemente afectados por la acción antrópica (Fernández *et al*, 2009), el pastoreo incontrolado, la extracción de áridos, la expansión de áreas urbanas próximas a los cauces, la roturación con objetivos agrícolas, y la modificación de los regímenes de caudales (Magdaleno, 2013). También, está sometida de manera natural a una fuerte dinámica ocasionada por la influencia del agua, manifestada por una parte por la reducción de los caudales que causan la muerte de individuos o la presencia de avenidas extremas que provocan la destrucción física de los mismos (Treviño *et al*; 2001).

Frente a estas externalidades es de vital importancia la conservación de las riberas ya que los bosques riparios son uno de los factores biológicos más importantes (Gutiérrez *et al*; 2013) por ser ecotonos entre ambientes terrestres y acuáticos (Carrasco *et al*, 2014). Por cumplir funciones como la captación, el almacenamiento y regulación hídrica, desarrollada por la vegetación, suelo y subsuelo, además, por desempeñar funciones de sustento y recreación para la población (Suatunce, 2009).

Dentro de este contexto una forma de evaluar la calidad de los bosques riparios es a través del índice RQI (Riparian Quality Index), este índice facilita el diagnóstico de los principales problemas de las riberas; mediante el reconocimiento de los distintos efectos producidos en su estructura o funcionamiento (Tánago *et al*, 2006). Cuando los ecosistemas han sido degradados a un punto en el que no pueden retornar a su condición original por sí solos, es necesario implementar actividades de restauración ambiental (Meli & Carrasco, 2011).

En cuanto a estudios realizados en el Ecuador con respecto al índice de calidad del bosque ripario tenemos el aporte de Acosta *et al.*, 2009 que aplicó el índice QBR-And en cuatro cuencas del Ecuador y Perú en donde determinó cambios en la calidad del bosque de ribera. Se verificó que en los ecosistemas de altura (páramos y punas) presentan mayor proporción de lugares con valores altos de calidad del bosque de ribera a diferencia de las zonas bajas (Villamarín, 2014).

Sobre esta base la presente tesis tiene la finalidad de evaluar el estado ecológico de los bosques riparios de las microcuencas el Carmen y Mónica del Cantón Loja para realizar planes de manejo y conservación de este importante ecosistema. A continuación se describen los siguientes objetivos:

Objetivo General

- ♣ Evaluar la calidad del bosque ripario en cuencas prioritarias del Cantón Loja.

Objetivo específico.

- ♣ Describir parámetros biofísicos y morfológicos en las microcuencas de estudio.
- ♣ Evaluar el índice de la calidad del bosque ripario, así como su composición florística
- ♣ Diseñar una propuesta de restauración del bosque ripario para las áreas en evaluación

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Bosque ripario

El bosque ripario es un área que se encuentra junto o directamente influenciada por un cuerpo de agua, riparios significa “perteneciente al banco de un río,” por lo tanto, se refiere a comunidades bióticas que viven a ambos lados de los ríos, quebradas, lagos e incluso algunos humedales (Arcos, 2005).

Estas zonas ribereñas son el resultado de la interacción de agua y materia en tres dimensiones, longitudinal, lateral y vertical, la misma que es influenciada por las crecidas, la depositación de sedimentos, los procesos de formación de suelo y la disponibilidad de agua (Möller, 2011).

Los bosques de galería se presentan como comunidades exuberantes en relación con su entorno. La vegetación de galería constituye una comunidad muy variada estructural y fisonómicamente; mientras, que su fauna es rica tanto en animales terrestres como en ictiofauna (Anaya, 2013).

2.2. Funciones de los bosques riparios

La vegetación juega un papel fundamental en la mayor parte de los ecosistemas, en el caso de la vegetación de ribera, la multiplicidad de sus funciones la convierte en un elemento clave para el buen estado ecológico de los ecosistemas riparios, además de ofrecer una gran variedad de servicios socio-ambientales (Guevara *et al*, 2008 & Magdaleno, 2012). Entre las funciones que aportan los bosques riparios tenemos la sombra de los árboles sobre las quebradas regula la temperatura y disminuye la evapotranspiración, mejorando el caudal. Además, reduce el crecimiento de algas lo que mejora la calidad del agua (Chará, 2004).

Otra de las funciones es la mantención del balance hídrico, la dinámica de sedimentos, el balance biogeoquímico, generación de hábitat, la generación de corredores ecológicos que permiten la conectividad a lo largo de la red de drenaje, la retención de nutrientes y sedimentos provenientes de las laderas, ingreso de fuentes de alimento al lecho del cauce, efecto de laminación de las crecidas y la generación de microclimas (Peredo, 2012).

2.3. Índice RQI

El índice RQI (Riparian Quality Index) se centra en el reconocimiento visual con base hidro-morfológica del estado ecológico de las riberas. El estado ecológico es analizado mediante una serie de atributos, cuya valoración se lleva a cabo en relación a condiciones de referencia preestablecidas, que varían según la tipología del plano fluvial correspondiente (González del Tango *et al*, 2006).

Este índice es evaluado a través de los siguientes parámetros:

2.3.1. Continuidad longitudinal de la vegetación riparia

La continuidad longitudinal hace posible que la vegetación de ribera funcione como hábitat y como corredor que conecta diversos ecosistemas. Su estructura y anchura definen, por tanto, su calidad y capacidad de acogida. Así, franjas de vegetación riparia muy estrechas y alargadas pueden incrementar el efecto de borde del ecotono y limitar el hábitat y la dispersión de las especies (Elosegi & Díez, 2009).

La continuidad del corredor ribereño a lo largo del fondo de valle fluvial es una característica clave de su naturalidad y funcionalidad hidrogeomorfológica, ecológica y paisajística. Un corredor ribereño continuo y bien conservado es una “autopista ecológica del territorio”, conectando numerosos espacios naturales. También, hay cursos fluviales encajados que no pueden contar con corredor ribereño porque carecen de espacio para él de forma natural. En esos casos, si las orillas o las propias paredes del valle son naturales ejercen un papel hidrogeomorfológico adecuado a las condiciones de dichos cursos, equivalente al de una ribera (Ollero, 2010).

2.3.2. Dimensiones en anchura del espacio ripario asociada al río

En lo que se refiere a la anchura del bosque ribereño, se ha encontrado que el mínimo necesario para el mantenimiento de los componentes biológicos de áreas inundadas y ríos es de 30 metros. Sin embargo, en condiciones muy específicas se pueden aceptar zonas ribereñas mayores o menores (Ceccon, 2003).

2.3.3. Composición y estructura de la vegetación riparia

La composición específica y la presencia de especies exóticas indica el grado de naturalidad del bosque (Elosegi & Díez, 2009).

De acuerdo a (Magdaleno, 2013); en un bosque de ribera es posible apreciar, de forma general, la siguiente organización vertical:

- ♣ **Estrato arbóreo:** compuesto generalmente por varias especies, aunque con frecuencia dominado, en cada banda, por una sola especie. Está formado, normalmente, por árboles planocaducifolios, proporcionando una intensa sombra a los estratos inferiores.
- ♣ **Estrato arbustivo:** muy habitual en los claros y bordes del bosque, formando una orla muy característica. Se puede hablar, por una parte, de la banda arbustiva más próxima al cauce.
- ♣ **Estrato herbáceo:** formado básicamente por plantas nemorales. Destacan los helechos, gramíneas y plantas bulbosas, pero también numerosas especies nitrófilas, debido al aporte continuo de materiales arrastrados por el río.

2.3.4. Regeneración natural de la vegetación riparia

Se entiende como regeneración al proceso natural de reemplazar de un conjunto de árboles, que han llegado a la etapa madura, por otros en una unidad de espacio y tiempo definido (Sánchez *et al.*, 2011).

La regeneración es un concepto práctico que incluye no solamente la sucesión natural secundaria, si no también, los diferentes tipos de manipulación forestal que conducen intencionadamente a un nuevo estado más productivo del crecimiento del bosque (Melo & Vargas, 2001).

2.3.5. Conectividad lateral de la ribera con el cauce

La dimensión transversal de los ríos surge en las zonas donde el valle se ensancha, y las aguas del cauce ocupan periódicamente un espacio mayor que el del canal fluvial, desbordándose y moviéndose lateralmente hacia sus márgenes (Magdaleno, Mart, & Roch, 2010) y (CIBYA & MAGRAMA, 2013) (figura 1).



Figura 1. Continuidad transversal de las riberas fluviales. Conectividad lateral del bosques riparios con el cauce e intercambio sedimentos, nutrientes y organismos. Fuente: CIBYA y Magrama (2012). Elaboración: Fanny Morocho

2.3.6. Permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ripario

La permeabilidad del suelo depende de la continuidad del espacio poroso y se ve afectada por la presencia de capas endurecidas, cambios texturales, presencia de materia orgánica, actividad microbiológica y labranza; por esta razón no existe una única relación entre la porosidad del suelo y su permeabilidad (Loyola, 2014).

2.4. Parámetros morfológicos

El análisis morfométrico de una cuenca es de gran importancia para comprender e interpretar su comportamiento morfodinámico e hidrológico, permite analizar y comprender los elementos geométricos básicos del sistema que ante la presencia de externalidades (precipitaciones extremas por ejemplo), interactúan para originar y/o activar procesos geomorfológicos de vertientes y aludes torrenciales (Domínguez, Gómez & Gómez, 2008).

En la actualidad, herramientas metodológicas tales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la interpretación de imágenes satelitales, permiten realizar la caracterización espacio temporal de las propiedades morfométricas de las cuencas hídricas y de las redes de drenaje (Gaspari *et al*, 2012).

2.4.1. Área

Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural (Guerrero, 2002). El área de la cuenca tiene gran importancia, por constituir el criterio de la magnitud del caudal. En condiciones normales, los caudales promedios, promedios mínimos y máximos instantáneos, crecen a medida que crece el área de la cuenca (Londoño, 2001).

2.4.2. Perímetro

Este parámetro por sí solo no da ningún tipo de información respecto al tamaño o forma de la cuenca; solo si comparamos cuencas de igual superficie, el valor de perímetro podrá darnos una idea de su forma (Jardí, 1985).

2.4.3. Pendiente media de la cuenca

Este parámetro mide la pendiente media en dos ejes principales (x, y) y a partir de estos valores se determina la pendiente media de la cuenca, definida como la inclinación o declive promedio de su topografía (Breña & Jacobo, 2006).

$$S = \frac{DxL}{A}$$

Dónde:

S: pendiente media de la cuenca.

D: desnivel constante entre las curvas de nivel (Km).

L: longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca.

A: área de la cuenca.

La pendiente media de una cuenca es uno de los principales parámetros que caracteriza el relieve de la misma y permite hacer comparaciones entre cuencas (Guerrera & González, 2002). En la tabla 1 se determina la pendiente.

Tabla 1. Rangos y tipos de pendiente

Pendiente %	Tipo de relieve
0-3	Plano
3-12	Suave
12-18	Mediano
18-24	Levemente accidentado
24-30	Accidentado
>30	Fuerte

Clasificación de la pendiente según seis rangos porcentuales Fuente: Aguirre (1988),
Elaboración: Fanny Morocho

2.4.4. Altitud media de la cuenca

Obtenida a partir de la media ponderada de las superficies planimetradas entre curvas de nivel consecutivas y dividiendo ésta por la superficie total (Romero & López, 2008). Las variaciones de altitud en el interior de la cuenca, así como su altitud media, son datos esenciales para el estudio de la temperatura y la precipitación. En este sentido las diferencias de temperatura, como consecuencia de altitud, tienen un efecto importante sobre las pérdidas de agua evaporación (Guerrera & González, 2002).

$$H = \frac{\sum(c_i * a_i)}{A}$$

Dónde:

H: Elevación media de la cuenca.

c_i : cota media del área i, delimitada por dos curvas de nivel.

a_i : área i entre curvas de nivel.

A: área total de la cuenca.

2.4.5. Curva hipsométrica

La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca y se obtiene a partir de un plano topográfico tomándose los valores en porcentajes del área que están por debajo de una determinada altura, que inicialmente serán la del punto más bajo de la cuenca e irá aumentando de acuerdo a los valores de las cotas de la curva de nivel que encierra las franjas de terreno por ellas definidas y el punto de salida que es generalmente el sitio más bajo de la cuenca (Villón, 2002) (figura 2)

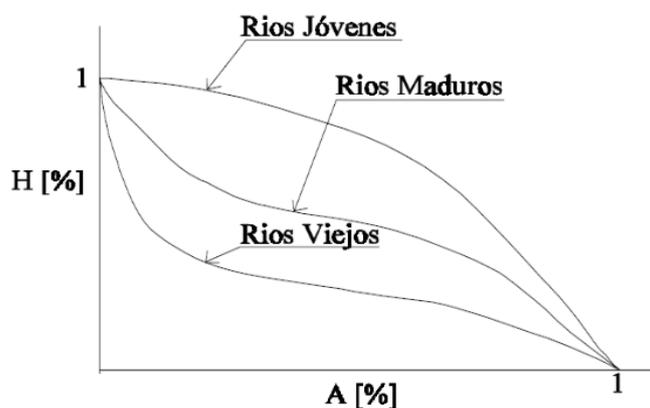


Figura 2. Cambio de forma de la curva hipsométrica con la edad del río, Una cuenca con ríos viejos representa una cuenca sedimentaria en fase de vejez. Mientras que una cuenca con ríos maduros representa una cuenca en equilibrio en fase de madurez y por último una cuenca con ríos jóvenes refleja una cuenca con gran potencial erosivo al encontrarse en fase de juventud. Fuente: (Villón, 2002). Elaboración: Fanny Morocho.

2.4.6. Índice de Gravelious o coeficiente de compacidad

El índice propuesto por Gravelious expresa la influencia del perímetro y el área de una cuenca en la escurrentía, particularmente en las características del hidrograma. Si $k=1$, la cuenca será de forma circular; por lo general, para cuencas alargadas se espera que $K>1$. Las cuencas de forma alargada, (tabla 2) reducen las probabilidades de que sean cubiertas en su totalidad por una tormenta, lo afecta el tipo de respuesta que se presenta en el río (Villón, 2002).

$$K_c = 0,28 \frac{P}{A}$$

Dónde:

K_c : Coeficiente de compacidad de gravelious.

P: perímetro de la cuenca.

A: Área de la cuenca.

Tabla 2. Interpretación del índice de compacidad.

Valores de K_c	Forma de la cuenca
$1,00 \leq K_c < 1,25$	Cuenca redonda
$1,25 \leq K_c < 1,50$	Cuenca ovalada
$1,50 \leq K_c < 1,75$	Cuenca oblonga
$K_c \geq 1,75$	Cuenca muy alargada

La forma de la cuenca se determina el tipo de concentración siendo este mayor en aquellos valores cuyo índice sea menor. Fuente: Fernández (2006). Elaboración: Fanny Morocho.

2.4.7. Longitud de cauces

Es la medida del escurrimiento principal de la cuenca, medido desde la parte más alta hasta la salida. Este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos. Se obtiene a partir del mapa digitalizado de la red de drenaje (INE, 2004).

2.4.8. Pendiente media del cauce principal

Es la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo (INE, 2004).

$$P_m = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} \times 100$$

Dónde:

Pm: Pendiente media

Hmax: Cota máxima

Hmin: Cota mínima

L: Longitud del cauce

2.4.9. Orden de las corrientes

El orden de las corrientes es clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca (figura 3). Se considerará como corriente de orden uno aquellas que no tienen ningún tributario; de orden dos aquellas que tienen tributarios de orden uno, de orden tres, aquellas corrientes con dos o más tributarios, etc., (Villón, 2002).

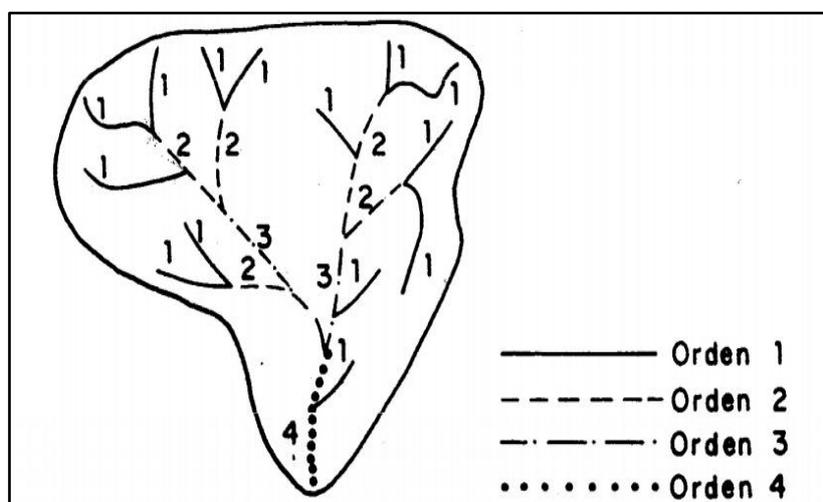


Figura 3. Clasificación de las corrientes de agua. Los cauces de primer orden son los que no tienen tributarios. Los cauces de segundo orden se forman en la unión de dos cauces de primer orden y, en general, los cauces de orden n se forman cuando dos cauces de orden n-1 se unen. Fuente: Aguirre (20007), Elaboración: Fanny Morocho.

2.4.10. Densidad de drenaje

Es un parámetro que indica la posible naturaleza de los suelos, que se encuentran en la cuenca. Brinda una idea sobre el grado de cobertura que existe en la cuenca. Valores altos, representan zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables o impermeables y valores bajos indican suelos pocos erosionables o muy permeables y cobertura vegetal densa (Villón, 2002).

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Dónde:

Dd: densidad de drenaje.

L: longitud total de las corrientes.

A: Área total de la cuenca Km².

La densidad de drenaje varía inversamente con la extensión de la cuenca. Con el fin de catalogar una cuenca bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje, se puede considerar que valores de Dd próximos a 0,5 km/km² o mayores indican la eficiencia de la red de drenaje (INE, 2004). En la tabla 3 se muestran los rangos para la densidad de drenaje.

Tabla 3. Clases de densidad de drenaje. El valor de la densidad de drenaje permite conocer la eficiencia del drenaje de la cuenca según las características de drenaje.

Rangos de densidad	Clases
1-1,8	Baja
1,9-3,6	Media
3,7-5,6	Alta

Fuente: Fuentes 2004. Elaboración: Fanny Morocho.

2.4.11. Histograma de frecuencia

Es la representación de la superficie, en km² o en porcentaje, comprendida entre dos cotas, siendo la marca de clase el promedio de las alturas. La representación de varios niveles da lugar al histograma, que puede ser obtenido de los mismos datos de la curva hipsométrica. Realmente la curva hipsométrica y el histograma contienen la misma información pero con una representación diferente, dando una idea probabilística de la variación de la altura en la cuenca (Ordóñez, 2011).

2.5. Caracterización del suelo

El suelo es el resultado de la acción del clima y los organismos vivos sobre un material geológico original, a lo largo del tiempo (Ansorena, 1994).

El suelo se encuentra constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa; y se pueden distinguir cuatro grandes componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire, componentes que para originar un medio ideal para el crecimiento de plantas, se encuentran íntimamente ligados y mezclados entre sí (SEAE, 2008).

2.5.1. Propiedades físicas y químicas del suelo

Las propiedades físicas y químicas de los suelos resultan de la acción combinada de los factores de formación. A su vez, también determinan en gran medida, la actividad química y la biológica y por lo tanto, afectan la capacidad productiva de los mismos (Carrasco & Ortiz, 2012).

2.5.2. Porosidad total (Pt)

La porosidad del suelo, se define como el volumen del aire y agua contenido en una unidad de volumen de suelo. La porosidad es una característica que está íntimamente ligada con la densidad aparente, con la capacidad de aireación y con la capacidad de retención de agua del suelo. La porosidad depende de la textura, de la estructura, contenido de materia orgánica, tipo de intensidad del cultivo, laboreo y otras características del suelo y su manejo (Carrasco & Ortiz, 2012; Rucks *et al*, 2004). En la tabla 4 se establecen los valores de porosidad del suelo.

Tabla 4. Valores orientativos de la porosidad total de un suelo y su interpretación

Porosidad Total (Pt)	Interpretación
< 30	Muy Baja
30-40	Baja
40-50	Media
50-60	Alta
> 60	Muy Alta

Determina el porcentaje de porosidad del suelo ubicandola de baja a alta. Lo que significa que valores altos representa mayor aireación e infiltración del agua. Fuente: Flores & Alcalá (2010), Elaboración: Fanny Morocho.

La porosidad también puede obtenerse a través de: $n = (D - D_v) / D$; donde D es la densidad real del suelo, D_v la densidad de volumen (densidad aparente) (González *et al*, 2008; Nieto, 2002).

2.5.3. Densidad aparente

Es la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada que ocupan las partículas de ese material incluidos todos los poros (saturables y no saturables), y se puede definir por la siguiente expresión (Flores, 2011):

$$\rho_{ap} = m / V$$

Dónde:

Pap: densidad aparente (kg/m³).

M: masa de la muestra.

V: volumen de la muestra.

La densidad aparente varía entre 0,7 g/cm³ en suelos volcánicos, muy porosos y ligeros y 1,8 g/cm³ en suelos arenosos y para un mismo suelo varía con la compactación (Rucks, 2004).

2.5.4. Densidad real

Es la masa de suelo que incluye partículas individuales de arena, limo, arcilla y materia orgánica, sin incluir los espacios porosos (Álvarez *et al*, 2006; Martínez, 2008).

La densidad real normalmente se considera estándar para todos los suelos, y se le asigna un valor medio de 2,65 g/cm³ (Marcillo, 2014).

2.5.5. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica hace referencia a la capacidad que tiene una solución para conducir la corriente eléctrica. Se usa comúnmente para indicar la concentración total de componentes ionizados en las distintas soluciones y es proporcional al contenido de sales disueltas. Está íntimamente relacionado con la suma de cationes o aniones que se determinan químicamente y en general tiene correlación estrecha con los sólidos totales disueltos (Andrades, 2012; Álvarez *et al*, 2006).

2.5.6. Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se define como la cantidad de cargas negativas por unidad de peso del material y se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo seco. La CIC es un valor analítico que se aprovecha como elemento de juicio para determinar sus propiedades de intercambio y saturación básica y también para obtener una medida relativa de su fertilidad potencial, de allí la importancia que tiene el conocer este valor (Bernardi & Tabilo, 2010) (ver tabla 5).

Tabla 5. Clasificación de los suelos según su conductividad. De acuerdo a los valores de CIC se puede determinar la capacidad de intercambio de nutrientes.

CIC (meq/100 gr)	Rango
<6	Muy bajo
6-12	Bajo
12-25	Medio
25-40	Alto
>40	Muy Alto

Fuente: Bernardi & Tabilo (2010), Elaboración: Fanny Morocho.

2.5.7. Carbono orgánico

El carbono orgánico es uno de los principales componentes de los seres vivos: aproximadamente 50% del peso seco de la materia orgánica es carbono. En el medio ambiente su ciclo está estrechamente ligado al flujo de energía, debido a que las principales reservas de energía de los organismos. Es de intercambio rápido y está presente en todos los compuestos orgánicos, incluyendo el suelo (Segura *et al*, 2005). La pérdida de material húmico de los suelos cultivados es superior a la tasa de formación de humus de suelos no perturbados por lo que el suelo, bajo condiciones de cultivo convencionales, es una fuente de CO₂ para la atmósfera (Martínez, Fuente & Acecedo, 2008).

De acuerdo a (Ayala *et al*, 2014) para el cálculo del carbono orgánico se siguió la siguiente metodología:

$$Pss = Da * Pm * 10000m^2$$

$$Cs = \% \frac{C}{100} * Pss$$

Donde

Pss: Peso seco del suelo.

Da: Densidad aparente (g/cm³).

Pm: Profundidad de la muestra (m).

10000 m²: Equivalente de 1 ha en m².

Cs: Contenido de C por tonelada y por hectárea.

% C: Porcentaje de carbono obtenido en laboratorio.

Pss: Peso seco del suelo.

2.5.8. Textura

El tamaño relativo de las partículas de un suelo se expresa en el término “textura”, refiriéndose está a la mayor o menor figura del suelo, es decir, a la proporción relativa de los distintos tamaños de grupos de partículas minerales en un suelo determinado. Es por ello que las clases de textura de un suelo se basan en las diferentes combinaciones de arena, limo y arcilla que se den, quedando estas recogidas en el” triángulo textural” (Martínez, 2008) (ver figura 4).

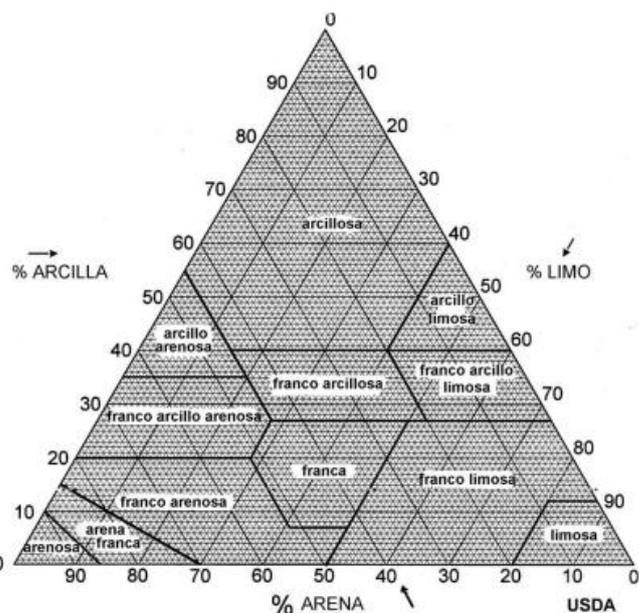


Figura 4. Diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo según el tamaño de las partículas, de acuerdo con el USDA Fuente: Martínez (2008).Elaboración: Fanny Morocho.

2.5.9. El pH (Potencial de Hidrógeno)

Mediante el pH se determina el grado de alcalinidad o acidez de un suelo indicado en función de la concentración de iones de hidrógeno que posea. La amplitud de los niveles oscila del 0 al 14 de modo que a 0 se encuentra la mayor acidez y 14 la mayor alcalinidad. El pH afecta a nivel de las reacciones químicas y disponibilidad de nutrientes del suelo (Martínez, 2008; Porta *et al*, 2014).

El valor de pH del suelo (tabla 6) proporciona información acerca de los efectos perjudiciales de la acidez, aunque no permite diagnosticar las causas (López, 2006).

Tabla 6. Criterios de evaluación para determinar la acidez o basicidad de los suelos.

Categoría	Valor de pH
Fuertemente ácido	<5,0
Moderadamente ácido	5,1-6,5
Neutro	6,6-7,3
Medianamente alcalino	7,4-8,5
Fuertemente alcalino	8,5

Fuente: López (2006). Elaboración: Fanny Morocho

2.5.10. Materia orgánica

La materia orgánica se refiere a la fracción del suelo que está compuesta tanto de organismos vivos como de residuos muertos en varios estados de descomposición. Humus es sólo una pequeña porción de la materia orgánica (Suvillan, 2007; Brechelt, 2008). En la tabla 7 se establece las categorías de MO en función de su porcentaje.

Tabla 7. Porcentaje de Materia Organica en suelos: Estos valores proporcionan una idea de los nivel de MO en función del clima, suelo y del manejo del mismo

Categoría	Valor de MO
Muy baja	0,0 - 0,2 %
Baja	2,0 – 4,0 %
Media alta	4,0 – 8,0 %
Alta	8,0 – 15,0 %
Muy Alta	15,0 – 30,0 %
Extremadamente alta	>30,0 %

Fuente: Álvarez (2009). Elaboración: Fanny Morocho

2.6. Restauración ecológica de las riberas

La restauración es, por tanto, un proceso complejo que debe iniciarse con el reconocimiento de los factores de alteración naturales o de origen humano, responsables de la degradación de la estructura y funciones del ecosistema fluvial, o del deterioro en su capacidad de recuperación (Magdaleno, 2007). Cuando los ecosistemas están muy degradados o destruidos, han perdido sus mecanismos de regeneración y en consecuencia es necesario asistirlos, en lo que se denomina restauración activa o asistida (sucesión dirigida o asistida). La restauración activa implica, que con intervención humana, se ayude el ecosistema para superar tensionantes que impiden la regeneración y garantizar el desarrollo de procesos de recuperación (Vargas, 2011).

2.7. Valor de importancia

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa (Campo & Duval, 2014).

- ♣ **Dominancia relativa:** Es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie cualquiera y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada.
- ♣ **Densidad relativa:** Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema)
- ♣ **Frecuencia relativa:** Se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Alvis, 2009).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se desarrolló en el cantón Loja ubicado al sur de la Región Interandina (Sierra) de la República del Ecuador en el valle de Cuxibamba con una extensión de 1895,53 Km² y una altitud que oscila entre 2100 y 2135 m.s.n.m, por sus características geográficas posee un clima templado con una temperatura que promedia entre 16° y 21°C (Cornejo, et al; 2013) y una precipitación anual de 900 mm (900 litros por metro cuadrado) (PNUMA, NCI y GAD Loja, 2008).

Políticamente limita al norte con la provincia de Zamora Chinchipe y los cantones Saraguro (provincia de Loja) y Portovelo (provincia de El Oro); al este y sur con la provincia de Zamora Chinchipe, y al oeste con los cantones Espíndola, Quilanga, Gonzanamá y Catamayo (Cornejo, *et al*; 2013).

Geográficamente el Cantón se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas a 03° 39' 55" y 04° 30' 38" de latitud Sur (9501249 N-9594638 N); y, 79° 5' 58" y 79°05' 58" de longitud Oeste (661421 E -711075 E) (GADLOJA, 2013).

Las zonas de estudio fueron seleccionadas de acuerdo a la metodología de cuencas pareadas propuesta por el proyecto “Bases ecológicas para la restauración de la biodiversidad y funcionalidad de ecosistemas degradados en la región Sur del Ecuador, ante potenciales Cambios Ambientales Climáticos” de la Universidad Nacional de Loja, la misma que consiste en estudiar las relaciones entre dos microcuencas, en función de los siguientes criterios: microcuencas con área no superior a 10 km², tipo de suelo, condiciones geológicas iguales, topografía y clima similar, igual orientación, rango altitudinal, número de orden similar, áreas de interés local (suministro de agua para consumo humano), cobertura natural, áreas delimitadas sobre las cotas de captación de agua, las unidades en estudio no deben de ser tipo urbano.

En función de los criterios la presente investigación se la realizó en El Carmen considerada como microcuenca conservada y Mónica como microcuenca degradada, en un tramo de 100 metros, parte alta, meia, baja en dos cauces de las microcuencas en donde se llevó a cabo cada uno de los objetivos.

3.1.1. Microcuenca Mónica y Carmen

La presente investigación tiene lugar en el cantón Loja, en la microcuenca Mónica ubicada en el sector “Dos Puentes” y la microcuenca el Carmen ubicada en el sector Zamora Huayco, el rango altitudinal que circunscribe las microcuencas se encuentra entre 2320 - 3400 msnm. A Carmen se la denominó microcuenca de referencia o conservada y Mónica como microcuenca degradada o intervenida (Figura 5).

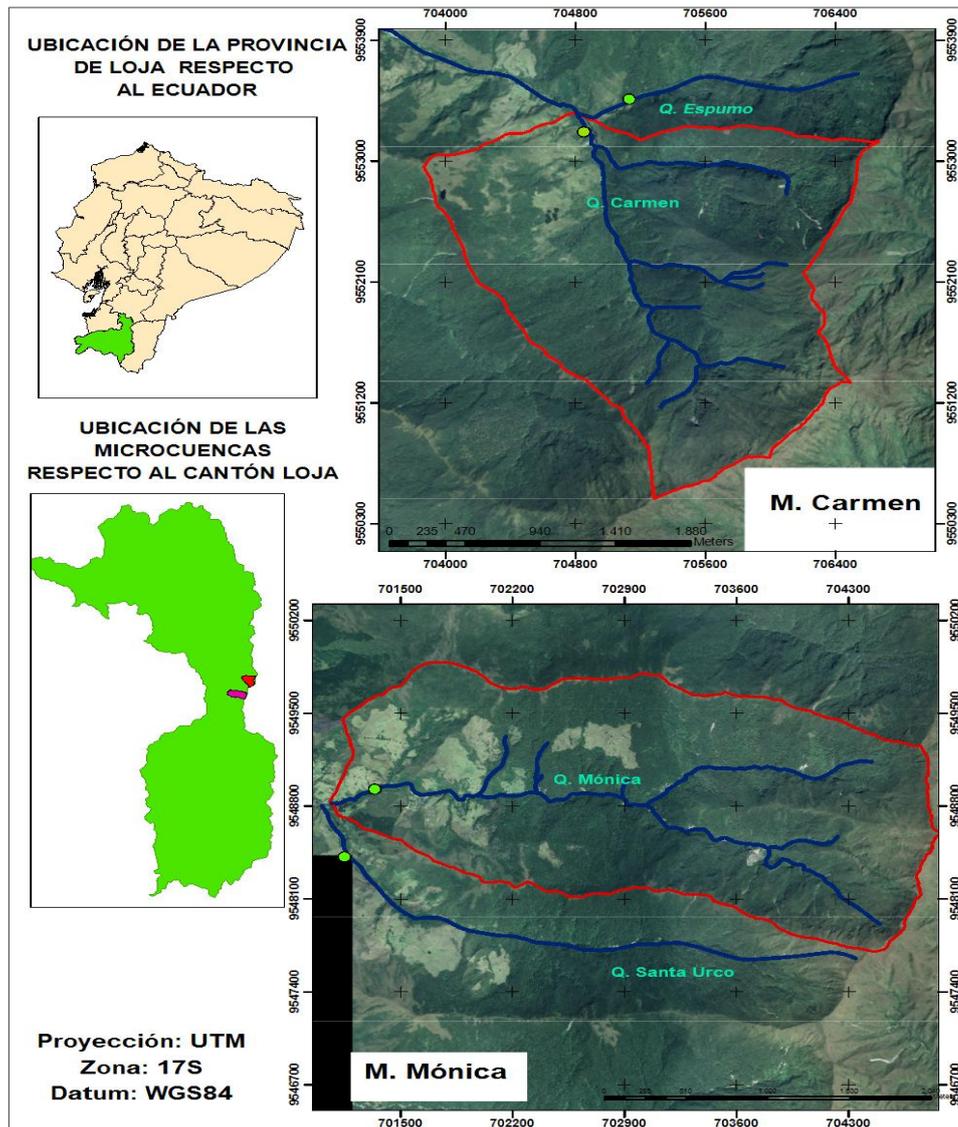


Figura 5. Ubicación del área de estudio en la microcuenca Carmen se estableció dos tramos en los cauces Carmen 1 y Espumos y en la microcuenca Mónica en la quebrada Mónica 1 y Santa Urco. Elaboración: Fanny Morocho.

3.2. MÉTODOS

La metodología utilizada para el cumplimiento de los objetivos planteados, se detallan a continuación:

3.2.1. Descripción de los parámetros biofísicos y morfológicos en las microcuencas de estudio

3.2.1. Caracterización biofísica

Para dar cumplimiento al primer objetivo se utilizó información secundaria la misma que será contrastada mediante la utilización del software ArcGis 9.3 en donde se elaboró mapas biofísicos (cobertura vegetal, suelo, clima) (figura 6).

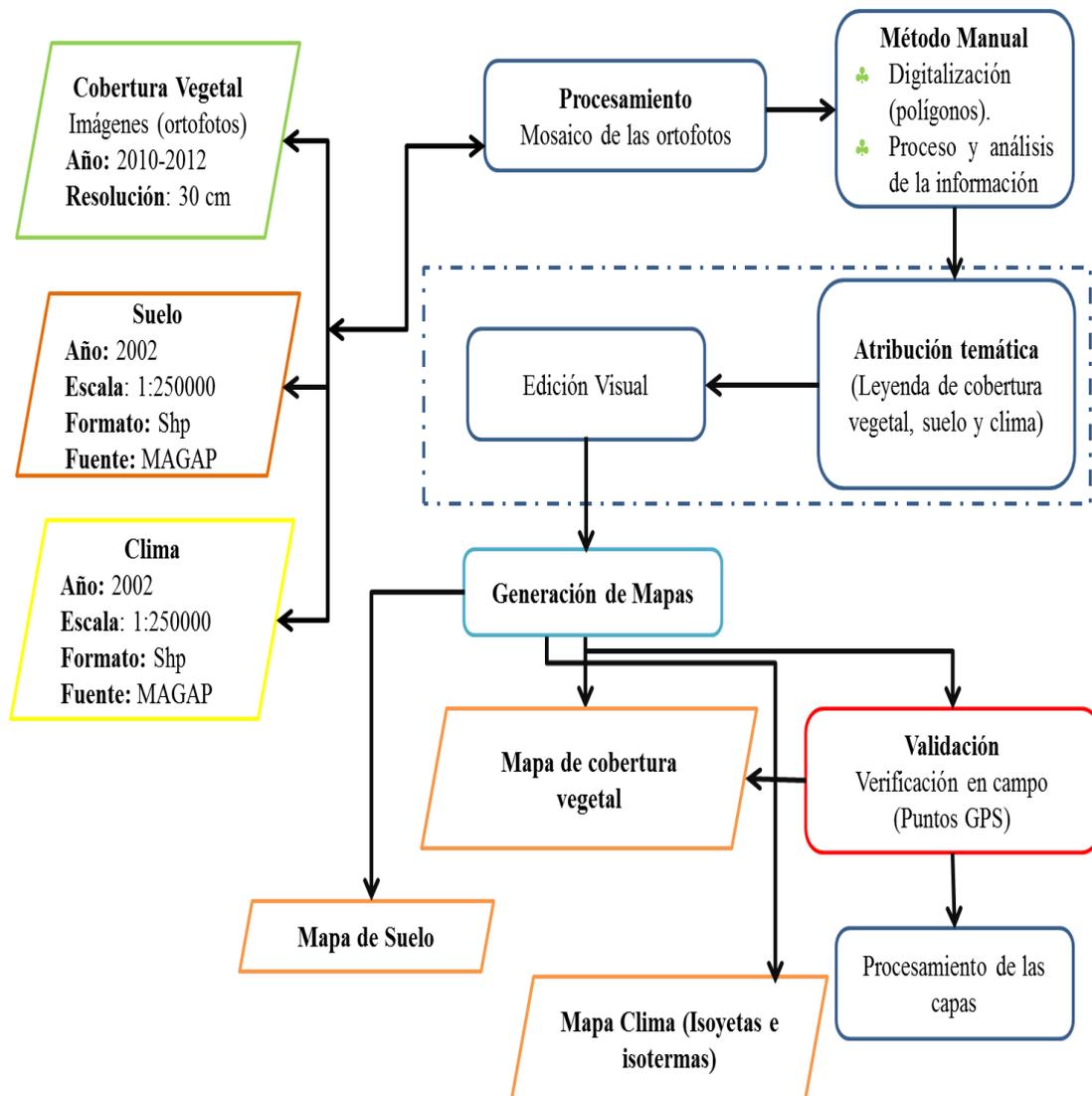


Figura 6. Flujograma de la caracterización de los parámetros biofísicos. El mapa de cobertura vegetal se trabajó en escala 1:3000 m. Elaboración: Fanny Morocho.

3.2.2. Caracterización de parámetros morfométricos

El software ArcGis 9,3 es una herramienta que facilitó el análisis de cada uno de los parámetros de las microcuencas, la misma que se verificó con la búsqueda de información secundaria, en el cuadro 1 se establece los parámetros de estudio:

Cuadro 1. Metodología de los parámetros morfométricos en ArcGis 9,3.

Parámetro	Fórmula	Método
Área	Proyección horizontal del área de drenaje	Elaborado en ArcGis 9,3.
Perímetro	Longitud del perfil de la cuenca	Elaborado en ArcGis 9,3.
Pendiente media de la cuenca	$S = \frac{D \times L}{A} e$ D: desnivel contante entre las curvas de nivel (Km). L: longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca. A: área de la cuenca	Elaborado en ArcGis 9,3.
Altitud media de la cuenca	$H = \frac{\sum(c_i * a_i)}{A}$ c_i: cota media del área i, delimitada por dos curvas de nivel. a_i: área i entre curvas de nivel A: área total de la cuenca	Elaborado en ArcGis 9,3.
Histograma de frecuencias de altitudes	Variación altitudinal probabilística	Elaborado en ArcGis 9,3.
Curva hipsométrica	Variación gráfica altitudinal de la cuenca	Elaborado en ArcGis 9,3 de acuerdo Strahler 1952
Coefficiente de compacidad	$K_c = 0,28 \frac{P}{A}$ P: perímetro de la cuenca A: Área de la cuenca	Elaborado en ArcGis 9,3 de acuerdo a Gravelious 1914
Pendiente media del cauce	$P_m = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} \times 100$ H_{max}: Cota máxima H_{min}: Cota mínima L: Longitud del cauce	Elaborado en ArcGis 9,3.
Orden de las corrientes	Número de bifurcación del río	Elaborado en ArcGis 9,3 de acuerdo a 1964

Densidad de drenaje	$D_d = \frac{L}{A}$ L: longitud total de las corrientes A: Área total de la cuenca Km ²	Elaborado en ArcGis 9,3 de acuerdo a Horton 1932
---------------------	---	--

Fuente: Miller (2007). Elaboración: Fanny Morocho

3.2.3. Metodología de suelo del bosque ripario

Para caracterizar los suelos se consideró la metodología de Osorio (2005), la misma que consistió en identificar la zona de muestreo. En cada zona de muestreo se tomó una “muestra compuesta”. Para ello, se realizó un recorrido sobre el terreno en zig-zag, tomando submuestras en cada vértice donde se cambie la dirección del recorrido. En cada sitio de muestreo se removió las plantas y hojarasca fresca (1-3 cm) de un área de 50 cm x 50 cm, con ayuda del barreno se transfirió aproximadamente 100 - 200 g de suelo a un balde plástico limpio. Las submuestras se mezclaron en el balde hasta completar el número total de submuestras deseadas, posteriormente se transfirió 1 kg de suelo a una bolsa plástica limpia, la bolsa debe cerrarse y marcarse con el nombre o número del terreno. Las muestras compuestas de suelo se llevaron al laboratorio para ser analizadas.

Una vez obtenidas las muestras se realizó el análisis físico-químico de suelo en laboratorio a 32 muestras inalterables y 16 muestras alteradas, para determinar las condiciones del suelo ribereño en los tramos SU,M,C,E por lo tanto, las propiedades que se analizó son pH, MO, CIC, CE, textura Da y C. Para ello se siguió la metodología de (Flores & Alcalá, 2010). La PT se la estimó en función de la Da y Dr.

pH (Potencial de hidrógeno)

Reactivo: Solución Buffer pH4, pH7 y pH10

Equipo: pH metro ORION 4 STAR

Procedimiento:

1. Tomar 20 ml de suelo.
2. Agregar 50 ml de agua destilada por 400 rpm (5min).
3. Dejar que la muestra reposó por 30min.
4. Medir el pH mientras se agita.



Figura 7. Medición del pH de las muestras de suelos en los tramos (SU,M,C y E).

Elaboración: Fanny Morocho

Materia orgánica

Materiales

- ♣ Balanza analítica, 1/10mg.
- ♣ Erlenmeyers de 500 ml.
- ♣ Buretas de precisión de 25ml.
- ♣ Pipetas de diferentes volúmenes.
- ♣ Probeta 100 ml.
- ♣ Cronómetro

Reactivos

- ♣ Ácido sulfúrico.
- ♣ Ácido ortofosfórico concentrado.
- ♣ Solución de dicromato de potasio 1N.
- ♣ Difenilamina
- ♣ Sal de morth 0,5N

Procedimiento:

1. La muestra deberá ser tamizada (tamiz de 0,25mm).
2. Pesar 0,1 de suelo cuando tenga mucha MO y 0,5 cuando el suelo tiene poca MO.
3. Agregar 5ml de dicromato de potasio 1N por muestra y añadir 10ml de ácido sulfúrico concentrado al 97%.
4. Agitar durante 1 min a fin de homogenizar evitando que la muestra se adhiera a la pared.
5. Dejar en reposo por 30 min.
6. Agregar 100 ml de agua destilada, 5 ml de ácido fosfórico al 85% y 10-15 gotas de difenilamina.

7. Titular el exceso de dicromato de potasio por medio de la solución de sal de morth de concentración 0,5N.
8. Viraje de color: azul hasta verde, anotar el volumen consumido.
9. Siempre analizar un blanco siguiendo el mismo procedimiento de la muestra.



Figura 8. Análisis de MO en el laboratorio. Elaboración: Fanny Morocho

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Reactivos

- ♣ Acetato de amonio 1N
- ♣ Alcohol etílico
- ♣ NaCl
- ♣ Formol al 40% neutralizado
- ♣ Fenolftaleína
- ♣ Hidrato de sodio 0,1N

Procedimiento:

1. Pesar 5g de suelo
2. Agregar 25ml de OAcNh_4 1n pH 7,0.
3. Agitar por 30 min.
4. Filtrar y pasar más acetato hasta completar 100ml. El filtrado recibirlo en botellas de polietileno.
5. Lavar el suelo con 100 ml de alcohol etílico. Hacerlo filtrando 20 ml de alcohol etílico por 5 ocasiones.
6. Lavar el suelo con NaCl al 10% en porciones de 10 ml por 5 veces, recibir la solución en Erlenmeyer de CIC.

7. Agregar 10 ml de formol al 40% neutralizado al filtrado de NaCl.
8. Adicionar al contenido 3-4 gotas de fenolftaleína al 1%.
9. Titular con NaOH 0,1N hasta llegar un color rosado.
10. Hacer un blanco con H₂O destilada, NaCl y formol.



Figura 9. Análisis de Capacidad de Intercambio Catiónico en laboratorio de los tramos /SU,M,E Y C). Elaboración: Fanny Morocho

Conductividad eléctrica

Materiales

- ♣ Vasos de Beaker 250 ml plástico
- ♣ Embuso Buchner
- ♣ Papel filtro
- ♣ Tubos de ensayo
- ♣ Varillas

Equipos

- ♣ Puente de conductancia (conductímetro)
- ♣ Bomba de vacío

Procedimiento:

1. Tomar 100 ml de suelo previamente pasado por un tamiz de 2mm.
2. Agregar agua destilada y agitar con una varilla de vidrio.
3. Después de mezclar se deja reposar la muestra por 24 horas antes de filtrar en un embudo Buchner aplicando vacío.



Figura 10. Análisis de la Conductividad Eléctrica en laboratorio. Elaboración: Fanny Morocho

Textura

Equipos

- ♣ Agitador mecánico
- ♣ Balanza analítica de precisión
- ♣ Hidrómetro
- ♣ Termómetro centígrado 250°C
- ♣ Cronómetro

Materiales

- ♣ Muestra de suelo
- ♣ Vasos de plástico de 250 ml
- ♣ Pipetas de 5 o 10ml
- ♣ Vaquetas
- ♣ Probetas Buyucus

Reactivos: Agua destilada, alcohol amílico y agentes dispersantes [hidróxido de sodio 1N, Na(OH)+Oxalato de sodio saturado (C204Na2)].

Procedimiento:

1. Pesar 50gr de muestra de suelo
2. Colóquela en un vaso de plástico de 250ml
3. Agregar más o menos 100 ml de agua destilada y 5ml de hidróxido de sodio 1N, más 5 ml de oxalato de sodio saturado.
4. (Método del hidrómetro o de Buyucus).
5. Dejar en reposo 30 min luego agitar la mezcla con una baqueta.
6. Viértala en el vaso de dispersión y colóquela en el agitador para dispersar durante 15 min.
7. Trasvase la suspensión dispersa a la probeta de vidrio Buyucus cuidando de no dejar residuos lavar con la pipeta y deposítelo en la probeta.
8. Con el hidrómetro en la probeta de Buyucus completar a 100ml con agua destilada.
9. Introducir el agitador manual dentro de la probeta y con movimientos de arriba hacia abajo agitamos hasta que la mezcla de sólidos este uniforme.



Figura 11. Análisis de textura en laboratorio. Elaboración: Fanny Morocho

Densidad aparente

Equipos

- ♣ Estufa, cilindro, barreno y tamiz

Procedimiento

1. Las muestras fueron secadas al aire y tamizadas por malla de 2 mm
2. Pesar los cilindros con el suelo
3. Llevar las muestras a la estufa a 105°C durante 24 horas



Figura 12. 1) Peso de las muestras de suelo en la Balanza digital, 2) muestras de suelo en estufa a temperatura 105°C.

3.2.2. Evaluar el índice de la calidad del bosque ripario, así como su composición florística.

Se aplicó el índice RQI (Riparian Quality Index) en los tramos Santa Urco, Mónica1, Espumos y Carmen 1, para ello se recorrió un tramo de 100 metros en cada uno de los cauces y a través de observación directa se valoró la estructura dinámica de las riberas en función de 7 parámetros de acuerdo a la metodología de Gonzáles *et al*; (2006).

Los parámetros que se evaluó son: La continuidad longitudinal de la vegetación riparia, la dimensiones en anchura del espacio ripario asociada al río, la composición y estructura de la vegetación riparia, la regeneración natural de la vegetación riparia, la condición de las orillas, la conectividad lateral de la ribera con el cauce, y; permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ripario (figura 12).

Cada uno de los parámetros se calificó del 1 al 12, dependiendo de las características cualitativas o semi-cuantitativas. En donde 1-3 se valoró como estado malo, 4-6 estado regular, 7-9 estado bueno y 10-12 estado óptimo (Ver anexo 2).



Figura 13. Atributos que caracterizan la estructura de las riveras fluviales en las microcuencas el Carmen y Mónica. Elaboración: Fanny Morocho

3.2.2.1. Estructura y composición florística

En la caracterización de la vegetación riparia se utilizó el transecto lineal el mismo que permite de forma rápida conocer la diversidad vegetal, composición florística y especies dominantes con la finalidad de sugerir acciones de manejo y conservación en las microcuencas en estudio. De acuerdo a la vegetación en la microcuencas se estableció parcelas de 5X20 m en el margen izquierdo y derecho del río con un DAP $\geq 2,5$ cm a 1,30 m de altura del pecho. De acuerdo al anexo 1 se irá llenando la hoja de campo (Cerón, 1993).

En la microcuenca Mónica se estableció tres parcelas en las quebradas Santa Urco y Mónica 1 a diferencia de la microcuenca el Carmen en donde se instaló dos parcelas en las quebradas Carmen 1 y Espumos debido a la accesibilidad.

Las fórmulas (cuadro2) que se utilizarán para el valor de importancia son las siguientes:

Cuadro 2. Parámetros considerados para evaluar el índice de valor de importancia.

Parámetros	Fórmula
Densidad (D)	$D = \frac{N \text{ de individuos}}{\text{Área muestreada}}$
Densidad relativa (Dr)	$D r = \frac{\text{Densidad abs por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$
Dominancia relativa (Dr)	$D R = \frac{\text{Dominancia de una especie}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$
Frecuencia relativa (Fr)	$F r = \frac{\text{Frecuencia abs por cada especie}}{\text{Frecuencia abs de todas las especies}} \times 100$
Índice de Valor de importancia (IVI)	$IVI = D r + D r + F r$

Fuente: Campo & Duval (2014) y Espinosa *et al* (2007). Elaboración: Fanny Morocho

3.2.3. Diseñar una propuesta de restauración del bosque ripario para las áreas en evaluación

Para desarrollar la propuesta de restauración ecológica de las riberas de los ríos en la zona de estudio se consideró la bibliografía secundaria de Meli y Carrasco (2011), misma que consta de siete pasos que se describen en la figura 13.

La documentación y la socialización del diseño del proyecto de restauración de riberas se lo realizará con la disertación de la tesis y su ejecución estará a cargo del proyecto “Bases ecológicas para la restauración de la biodiversidad y funcionalidad de ecosistemas degradados en la región Sur del Ecuador, ante potenciales Cambios Ambientales Climáticos” REBIO de la Universidad Nacional de Loja.

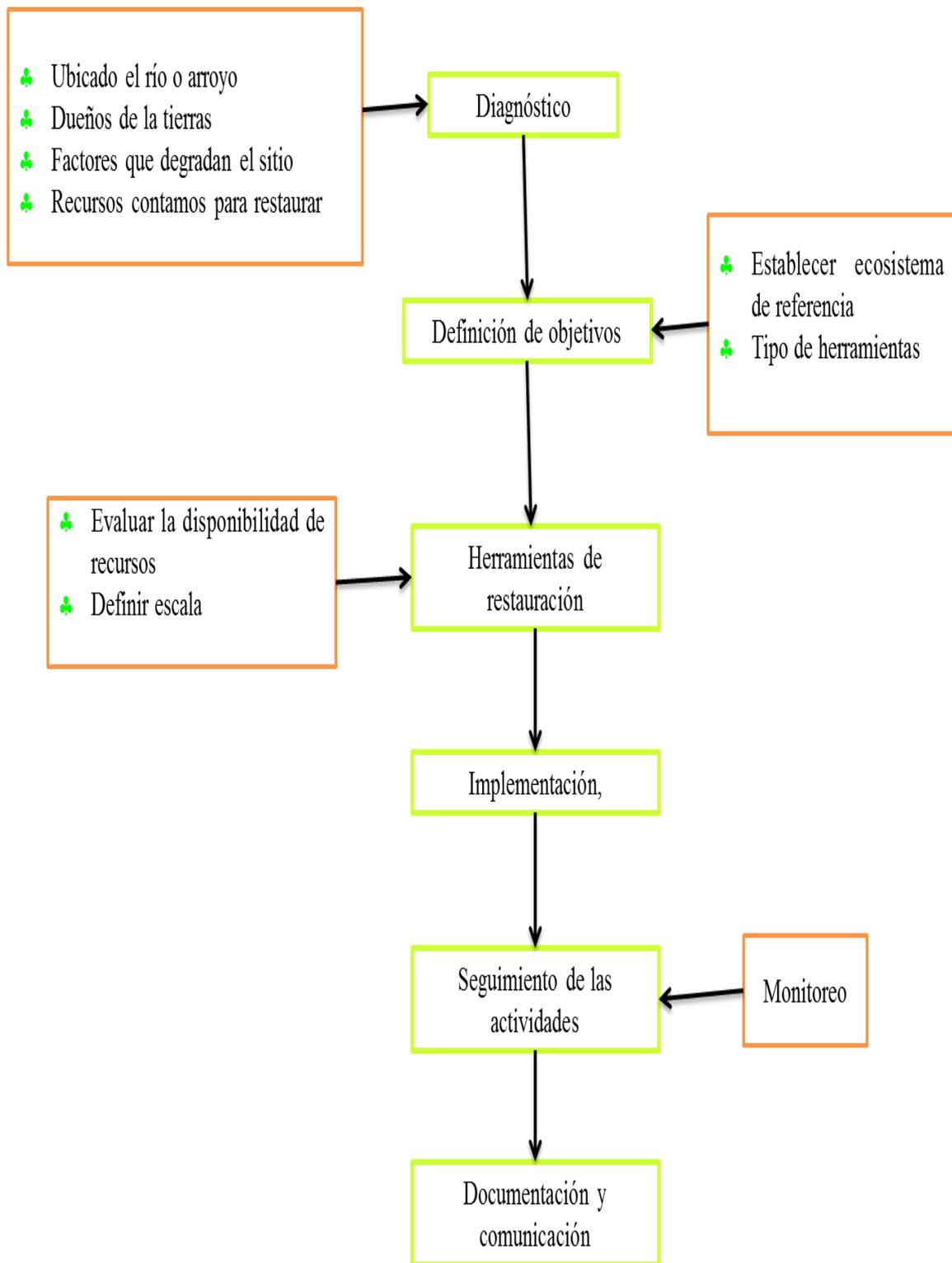


Figura 14. Esquema de las etapas del proyecto de restauración. Fuente Meli & Carrasco (2011). Elaboración: Fanny Morocho.

4. RESULTADOS

Tras el análisis de cada uno de los objetivos planteados en la presente tesis se ha llegado a los siguientes resultados:

4.1.Descripción de los parámetros biofísicos y morfológicos en las microcuencas de estudio.

En cada uno de los apartados se describen los resultados obtenidos para este objetivo.

4.1.1. Caracterización biofísica de la zona de estudio

4.1.1.1.Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal de la microcuenca el Carmen se ha dividido en cinco categorías mientras que en la microcuenca Mónica en seis como se muestra en el cuadro 3 y cuadro 4 a su vez se presenta el mapa de vegetación para las dos microcuencas figura 14 y figura 15.

Cuadro 3. Caracterización de la cobertura vegetal de la microcuenca Carmen.

Categoría	Area (ha)	Porcentaje
Bosque	381,8	80%
Páramo	51,2	10,7%
Matorral	26,8	6%
Pastizal	16,4	3%
Áreas sin vegetación*	1,8	0,3%
Total	478 ha	100%

Elaboración Fanny Morocho.

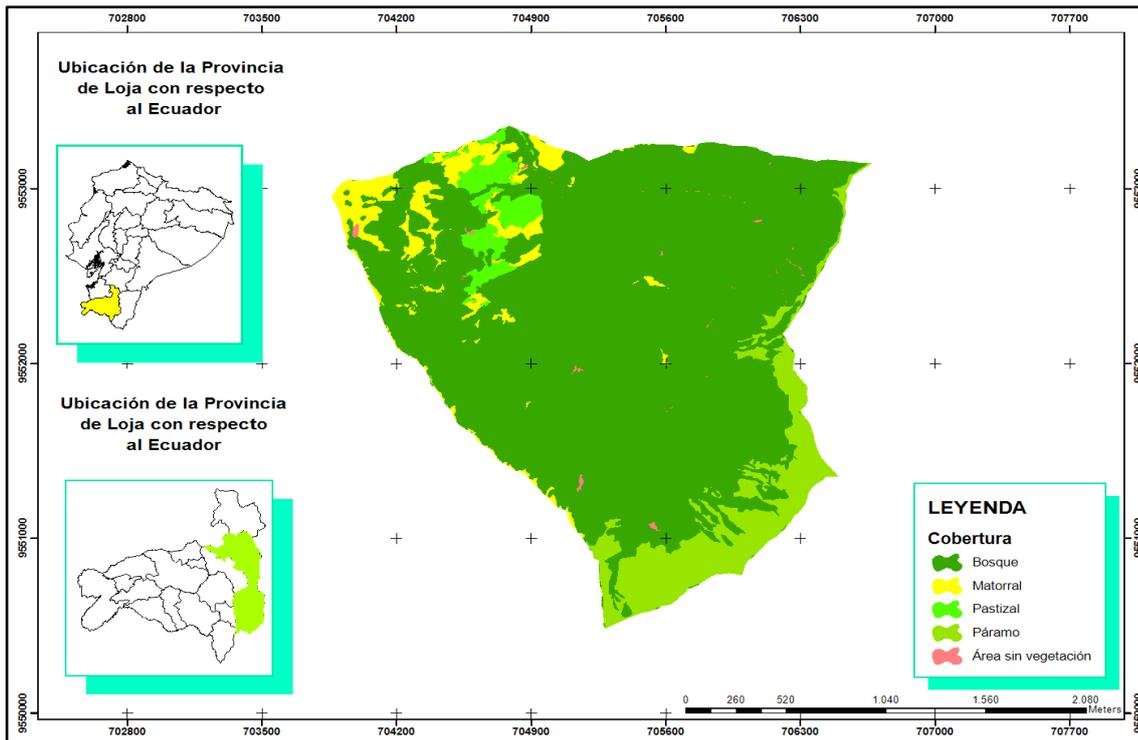


Figura 15. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca El Carmen. Fuente: MAGAP (2002). Elaboración: Fanny Morocho

Es necesario hacer conocer que el Municipio de Loja realizó la compra de los terrenos para la conservación y protección. Al no haber actividades antrópicas la vegetación riparia se conecta horizontal y lateralmente con el cauce fluvial mejorando las condiciones de los márgenes.

Cuadro 4. Caracterización de la cobertura vegetal de la microcuenca Mónica

Categoría	Área (ha)	Porcentaje
Bosque	392,4	71
Páramo	65,5	11
Pastizal	60,9	10
Plantaciones	33,55	0,6
Matorral	26,1	5,4
Áreas sin vegetación	11,8	2
Total	590,2	100%

Elaboración Fanny Morocho.

La microcuenca presenta niveles de degradación debido a la presencia de actividades antrópicas como el pastoreo y plantaciones forestales en la cabecera de la microcuenca las mismas que han modificado el bosque ripario provocando la inestabilidad y erosión de las riberas fluviales.

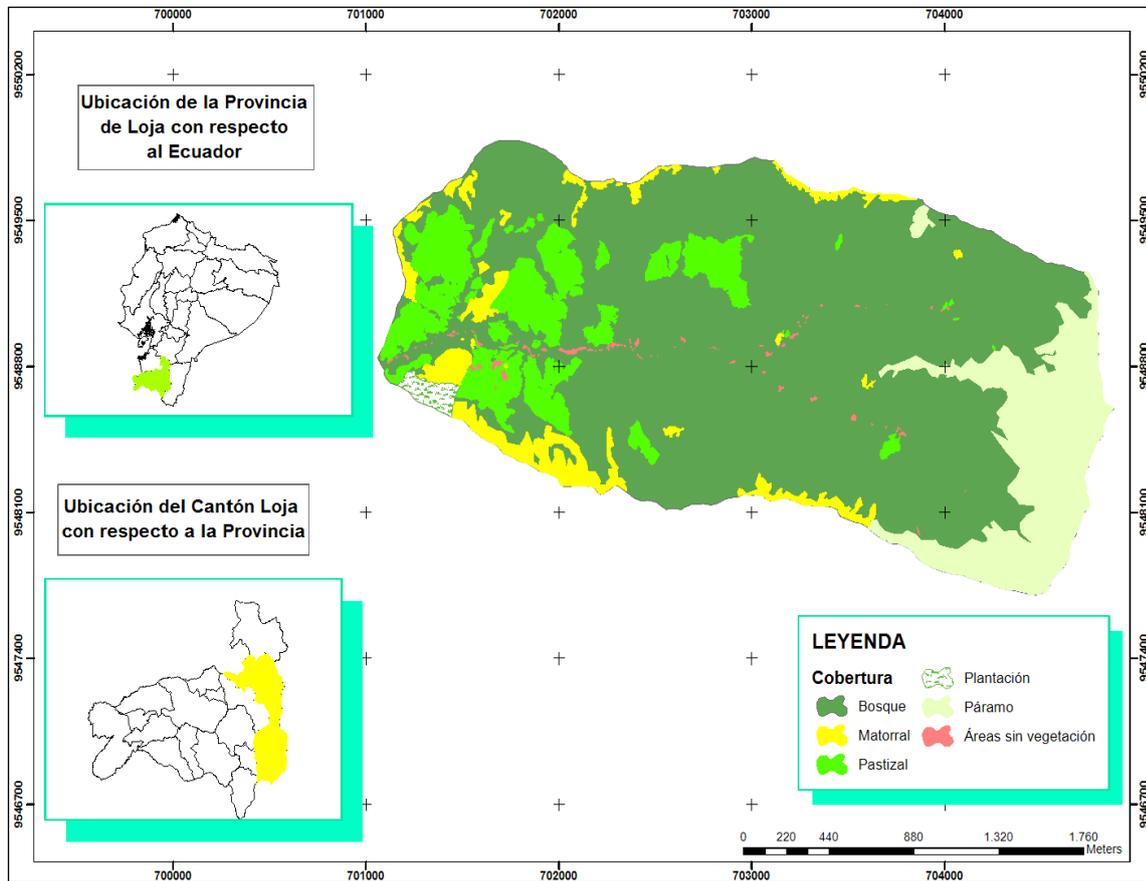


Figura 16. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca Mónica. Fuente: MAGAP (2002).

Elaboración: Fanny Morocho

La categorización de la cobertura vegetal se la ha realizado en base a la leyenda temática de tipos de uso y cobertura de suelo, del proyecto “Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental 2013-2014 del MAGAP y MAE (ver Anexo 5)

4.1.1.2.Suelo

Los suelos que constituyen las zonas de estudio son de dos órdenes (Figura 17). En el cuadro 5 se determina las ha para los dos tipos de suelo en la microcuenca Carmen y Mónica

Cuadro 5. Tipo de suelo en la microcuenca el Carmen y Mónica.

Extensión (ha)	Porcentaje	Tipo de suelo	Microcuenca
346,5	73%	inceptisoles	Carmen
131,4	27%	Entisoles	Carmen
320,2	58%	Entisoles	Mónica
228,4	42%	inceptisoles	Mónica

Fuente MAGAP (2002). Elaboración: Fanny Morocho

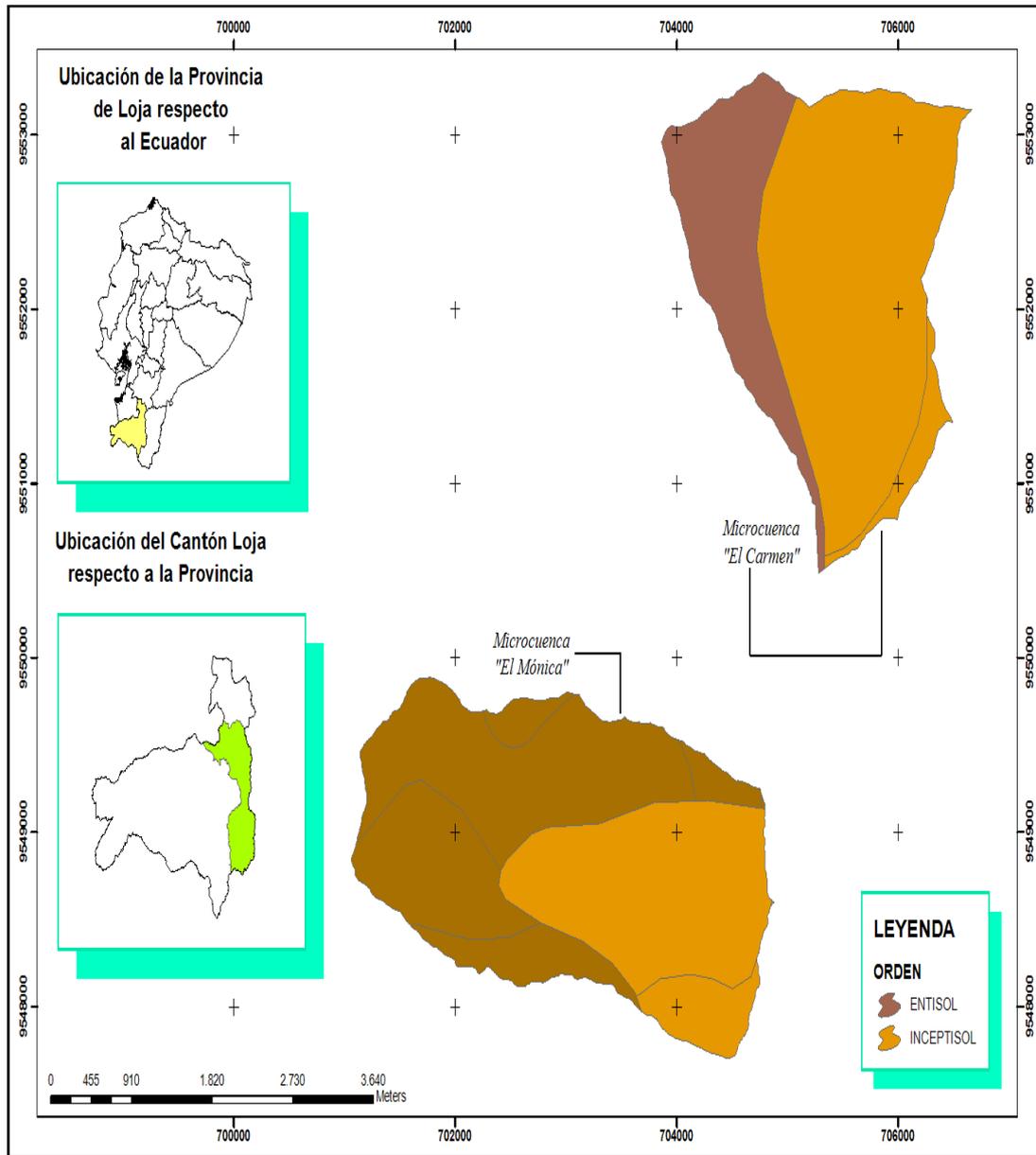


Figura 17. Orden del suelo en las microcuencas El Carmen y Mónica a escala 1:250000.

Elaboración: Fanny Morocho

4.1.1.3.Clima

De acuerdo a la caracterización del clima se pudo determinar que la temperatura para la microcuenca el Carmen y Mónica oscila entre los 10 y 14°C (figura 18) mientras que la precipitación para la microcuenca el Carmen fluctúa entre 1250-1500 mm y Mónica entre 1000-1250 mm (figura 19).

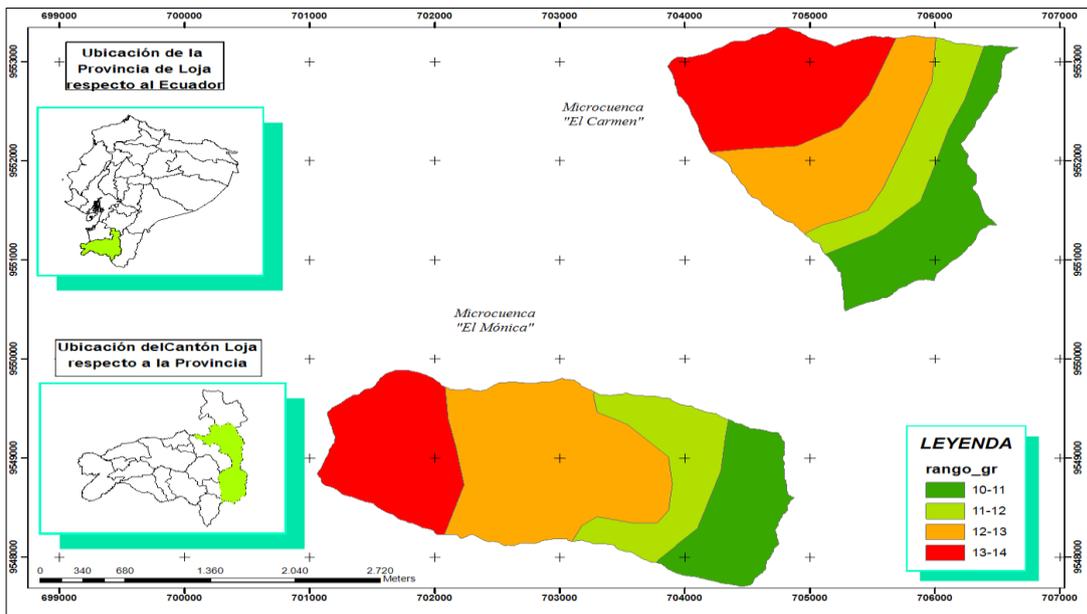


Figura 18. Mapa de isotermas de las microcuencas el Carmen y Mónica

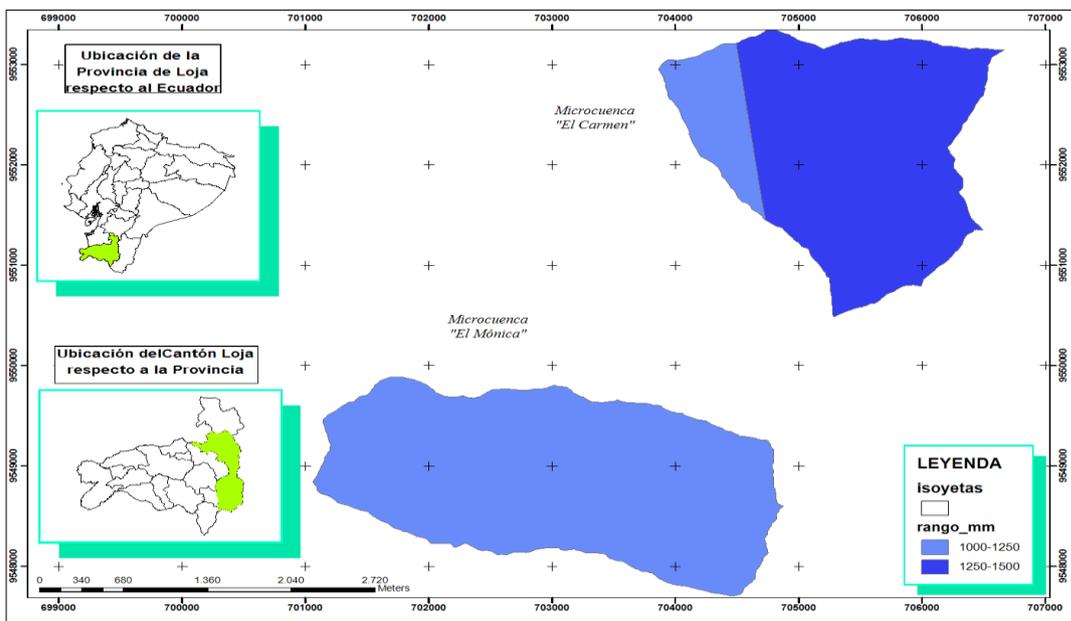


Figura 19. Mapa de isoyetas de la microcuenca el Carmen y Mónica

4.1.2. Caracterización de los parámetros morfométricos

Los parámetros morfométricos obtenidos tras el análisis en el software ArcGis 9.3 se describen en el cuadro 6.

Parámetros morfológicos	Carmen	Mónica	Unidad
Área	4,779	5,485	Km ²
Perímetro	9,715	10,368	Km
Cota min	2350	2320	m.s.n.m
Cota max	3400	3400	msnm
Centroide X	705309	703047	m
Centroide Y	9552043	9548873	m
Diferencia de altitud	1050	1080	m.s.n.m
Pendiente media de la cuenca	55,259	52,882	%
Altitud media de la cuenca	2875	2860	m.s.n.m
Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad	1,253	1,248	---
Longitud del cauce principal	3,062	4,246	Km
Longitud de cauces	7,801	7,469	Km
Orden de las corrientes	3	3	---
Pendiente media del cauce principal	35,701	48,152	%
Densidad de drenaje	1,632	1,362	km/km ²

Cuadro 6. Parámetros morfológicos aplicados en los tramos de las microcuencas el Carmen y Mónica. Fuente: Miller (2007). Elaboración: Fanny Morocho

Como se observa en la figura 20 la curva hipsométrica y el histograma de frecuencia proporcionan la misma información. Para las dos microcuencas es de tipo B, característico de una cuenca en equilibrio.

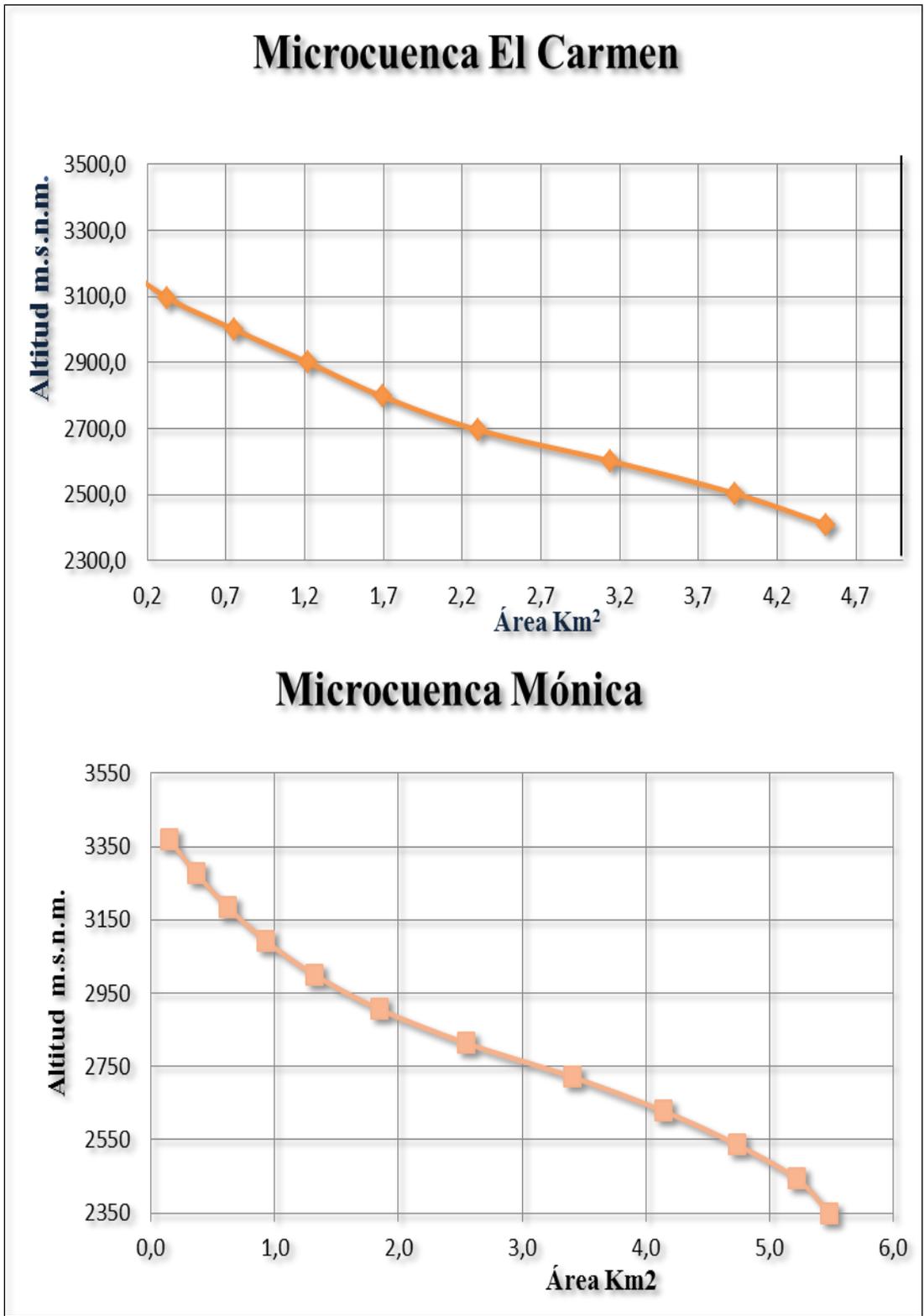


Figura 20. Curva hipsométrica y Frecuencia altimétrica de la microcuenca “El Carmen” y Mónica. Para las dos microcuencas los ríos se encuentran en fase de madurez. Elaboración: Fanny Morocho

4.1.3. Análisis de las propiedades físico y químicas del suelo en la zona de estudio.

En el cuadro 7 se describe el resultado de las propiedades físico-químico de suelo de los tramos Santa Urco (SU), Mónica 1 (M1), Espumos (E) y Carmen 1 (C1), las mismas que se tomaron a una profundidad de 0,20 cm.

Cuadro 7. Análisis de ph, carbono (C), conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC), materia orgánica (MO), densidad aparente (Da) y Porcentaje total (EP) en la microcuenca Mónica y Carmen.

Muestreo	pH	C (tC/ha)	CE ds/m	CIC (meq/100 gr)	MO %	Da (g/cm ³)	EP%
Carmen	5,73	96,9	0,1	21,9	7,0	1,3	50,8
Santa Urco	5,53	64,8	0,2	15,3	5,1	1,5	41,6
Espumos	5,95	172,2	0,2	15,65	10,7	1,2	56,1
Mónica	5,68	74,9	0,2	12,1	5,1	1,4	45,9

Los suelos de los bosques ripario presentan una textura franca arenosa de acuerdo a análisis del cuadro.

4.2. Evaluar el índice de la calidad del bosque ripario, así como su composición florística

En cada una de las microcuenca se evaluó dos tramos. En la microcuenca el Carmen el primer tramo (Carmen 1) presenta un valor de 12 al igual que el segundo tramo conocido como Espumos. A diferencia de la microcuenca Mónica 1 que tiene un valor de 6 y Santa Urco de 7 para el parámetro de continuidad longitudinal lo que significa que en el tramo El Carmen 1 y Espumos la continuidad longitudinal sea óptima ya que más del 75% de la longitud del espacio ripario contiene vegetación arbórea o arbustiva asociada al río, a diferencia del Mónica cuyo estado es regular debido a que la vegetación recubre el 50% de la longitud del cauce fluvial, mientras que para Santa Urco representa el 55% esto se debe a la presencia de actividades antrópicas que dificultan la conectividad longitudinal del cauce.

En el Carmen 1 y Espumos la cobertura riparia supera el 75% significa que la anchura del espacio ripario es óptima debido a que la vegetación es densa y mayor a 5 m, a diferencia del Mónica 1 y Santa Urco en donde la vegetación riparia representa el 50% de cobertura debido a que uno de las hileras de vegetación contiene espacios abiertos.

El tramo Carmen 1 presenta un valor de 10 y Santa Urco de 12 para el parámetro de estructura y composición de la vegetación riparia lo que significa que el estado es óptimo los bosques de galería se encuentran cerrados poseen una altura >2,5 m, en esta microcuenca no se observa intervención. Para el tramo Mónica 1 se valoró este parámetro con 7 y Santa Urco con 8 debido a la presencia de especies alóctonas.

En la Microcuenca el Carmen 1 y Espumos la regeneración natural es óptima debido a la presencia de ejemplares jóvenes, adultos y maduros de especies arbóreas y arbustivas, mientras que la microcuenca Mónica 1 y Santa Urco la regeneración natural se encuentra levemente amenazada por el pastoreo, actividades pecuarias, agrícolas o forestales.

La condición de la orillas para el Carmen 1 y Espumos es óptima más del 50% del contorno de la línea de agua está en contacto con vegetación leñosa, herbácea, las orillas son estables al no contar con presencia de actividades humanas que modifique la estructura y composición de la vegetación. En la microcuenca el Mónica 1 el estado es regular las orillas presentan síntomas de erosión las mismas que modifican el lecho fluvial mientras que Santa Urco posee un estado bueno debido a que las orillas son levemente inestables en uno de los márgenes por presentar vegetación herbácea con espacios de suelo desnudo.

La conectividad lateral de la ribera fluvial para la microcuenca el Carmen 1 y Espumos es óptima, la altura de las orillas del río son bajas respecto al nivel del lecho del cauce. Para la microcuenca Mónica 1 y Santa Urco el estado es regular las orillas son bastante sobreelevadas lo que produce el encajonamiento.

En la microcuenca Mónica 1 y Santa Urco las riberas se encuentran compactadas por el paso de ganado, pequeños senderos y actividades agrícolas, el relieve de las riberas de esta microcuenca presenta un grado de alteración ligero. Sin embargo, no es el caso de la microcuenca el Carmen 1 y Espumos en donde la compactación no se ve, por lo tanto, presenta una buena infiltración y permeabilidad, además, el relieve se encuentra en estado natural.

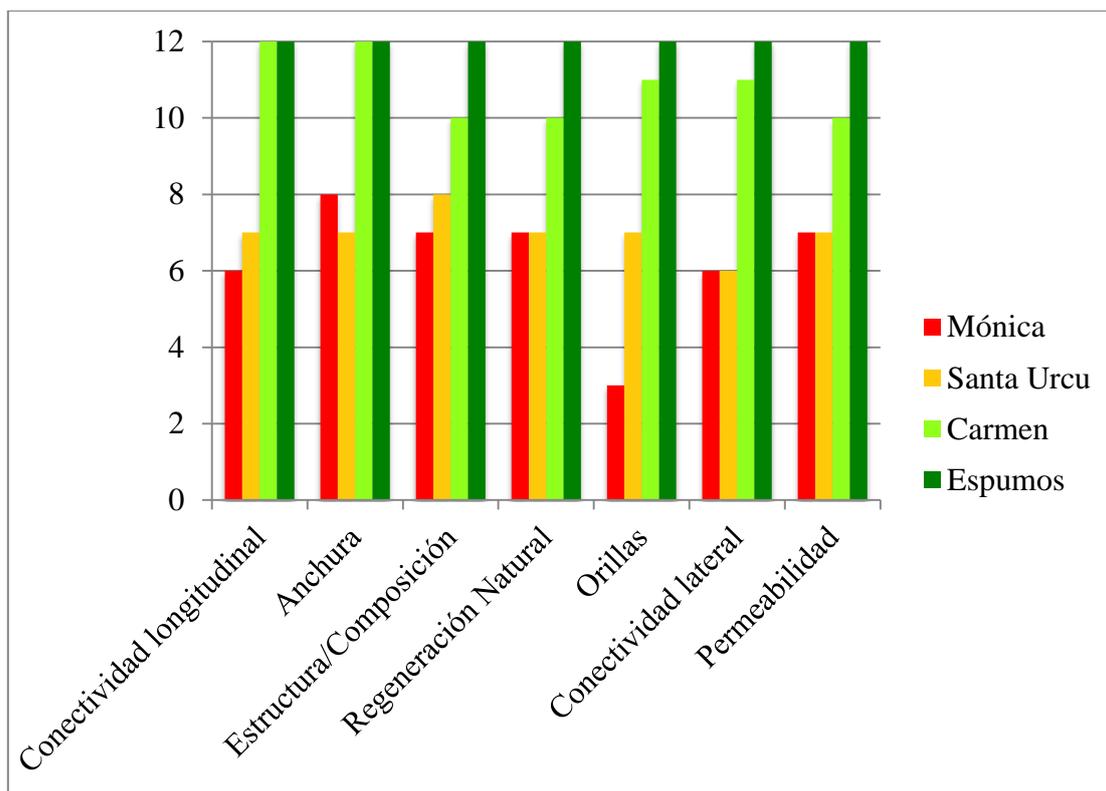


Figura 21. Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales de la microcuenca El Carmen y Mónica. Fuente: González *et al* (2006). Elaboración: Fanny Morocho

En el anexo 4 se presentan los cuadros 11, 12, 13 y 14 de las especies representativas o dominantes de los tramos Carmen 1, Espumos, Mónica y Santa urco.

4.3. Diseñar una propuesta de restauración del bosque ripario para las áreas en evaluación

4.3.1. Diagnóstico

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación del índice RQI para cada tramo (óptimo, mala, aceptable, buena y estado natural) y el análisis comparativo de su estado con respecto a las condiciones óptimas que debería tener cada zona. Se identificó las externalidades negativas que provocan la degradación de la microcuenca Mónica siendo la actividad ganadera, los asentamientos humanos, la compactación y erosión etc., las que influyen en los procesos hidrogeomorfológicos de la microcuenca. Frente a estas externalidades se optó por la aplicación de medidas de restauración, definida esta como el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (Posada & Arroyave, 2015).

4.3.2. Objetivo

- ♣ Recuperar los ecosistemas riparios a través de la implementación de herramientas de restauración que permitan el manejo y uso adecuado de estos sistemas.

4.3.3. Herramientas de restauración

Las herramientas y técnicas de restauración utilizadas en los proyectos son numerosas a continuación se detallan:

4.3.3.1. Franja protectora

Las áreas ribereñas funcionan como un amortiguador entre las tierras altas y los sistemas acuáticos. Esta zona es única en su estructura y los servicios que proporciona de fuentes no puntuales (Stewart *et al*, 2008). De acuerdo a numerosos estudios se ha determinado la eficacia de las franjas, porque pueden interceptar y eliminar el 50% de los nutrientes y plaguicidas, el 60% de algunos patógenos, y 75% de los sedimentos (DNRWATER, 2008). Esto depende de un número de factores como la anchura, la longitud, la composición y densidad de la vegetación. (Stewart *et al*, 2008). Según el estudio de Parajulia, Mankinb & Barnesb (2008), una franja ribereña de 15m de ancho puede reducir razonablemente concentración de bacterias fecales ya sean estas de animales de granja o humanas. También Owens, Edwards & Keuren (1996) explican que el vallado en las franjas protectoras elimina el acceso del ganado, por lo tanto, la concentración de sedimentos se reduce en más del 50% y la cantidad de suelo que se pierde disminuyó en un 40 %. La efectividad del vallado se colabora con el estudio de Line (2015) que menciona la reducciones estadísticamente significativas en el contenido total de nitrógeno Kjeldahl (NTK), nitrógeno amoniacal (NH₃-N), fósforo total (PT), y los sólidos totales en suspensión (TSR) en 41%, 59%, 54% y 67%, respectivamente. De acuerdo a Miller *et al*, (2011) las fuentes alternativas fuera del río (bebederos) es otra opción ya que mejora la salud de la ribera por impedir que el ganado beba directamente del cuerpo hídrico y provoque la contaminación del mismo, también, mejora las características de la vegetación (cobertura del dosel, área basal total, mantillo, suelo desnudo) y las propiedades del suelo (suelo de NO₃-N) cerca del río. La aplicación de esta técnica permite la regeneración de los bosques riparios, mejoran la calidad del agua y estabilizan los márgenes.

4.3.3.2.Revegetación de las riveras

La revegetación de espacios riparios se logra de manera natural en un tiempo más o menos breve, según sean las condiciones del tramo correspondiente. Aunque, la plantación o siembra de dicho espacio ripario con especies nativas de crecimiento rápido acelera notablemente este proceso natural, y debe ser una actuación prioritaria en la recuperación de los ríos (Arriaga, 2012). La vegetación riparia desempeña una serie de funciones en el ecosistema fluvial que hacen imprescindible realizar el proceso de restauración. Por lo tanto, mejora el comportamiento hidrológico e hidráulico de la cuenca, de forma que favorecen el almacenamiento de agua, retraso de las avenidas, reducción de los daños producidos por la erosión en las márgenes, reducción de la sedimentación aguas abajo y mejora de la recarga acuífera, así como el aporte de materia orgánica (Rojo *et al*, 2007).

En el cuadro 8, 9 y 10 se detalla las especies utilizadas para la revegetación en los tramos Santa Urco y Mónica 1 de acuerdo al índice de valor de importancia (IVI). Una de las especies es el *Alnus acuminata kunth*, *Solanum torvum*, *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pavón) por ser especies que soportan condiciones de humedad.

Cuadro 8. Descripción de las características del aliso.

Familia	Betulaceae
Nombre común	Aliso
Nombre científico	<i>Alnus acuminata kunth</i>
Tipo:	Árbol
Descripción	Esta especie crece en las riberas de los ríos en suelos húmedos. En Ecuador, el aliso se encuentra en toda la sierra desde el Carchi hasta Loja. En general, la especie se adapta mejor a los suelos ácidos, con pH de 4,5 a 6,0. Algunos autores consideran que el mejor desarrollo se obtiene en suelos con pH mayor a 5,0.; profundos, bien drenados, francos o franco-arenosos y ricos en materia orgánica, de origen aluvial o derivados de cenizas volcánicas, al igual que sobre capas arenosas con cenizas volcánicas.
Porte:	Árbol o arbusto perennifolio / caducifolio, de 10 a 25 m (hasta 30

	m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 35 a 40 cm (hasta 1 m).
Hojas:	Hojas con la lámina ovada, de 6 a 15 cm de largo y 3 a 8 cm de ancho, margen agudamente biserrado; el haz y el envés glabros en la madurez.
Fruto:	Los frutos que tienen la forma de conos o piñas pequeñas, aparentemente se encuentran durante todo el año aunque en algunos lugares son más frecuentes de enero a junio. Para obtener semilla se recomienda colectarlos cuando están de color amarillo oscuro o marrón claro antes de que se sequen en el árbol, es mejor secarlos bajo la sombra en lugares ventilados, sobre una tela o papel a fin de que las semillas queden sobre ella.
Usos:	Esta especie es importante en la región alto-andina por su amplia gama de usos, tales como materia prima de papel, rehabilitación y recuperación de suelos degradados y como componente arbóreo para sistemas silvopastoriles, entre otros.
Raíz	Sistema radical poco profundo, amplio y extendido.
Sexualidad	Monoica
Germinación	Debido al tamaño de la semilla no se acostumbra utilizar tratamientos pregerminativos. La germinación inicia 12 días después de la siembra de la semilla, alcanzando entre un 30% al 70%, dependiendo de su vigor y su viabilidad. También puede iniciarse un mes después de la siembra y hasta 40 días más, cuando la semilla ha estado almacenada. Las plántulas obtenidas después de este tiempo son poco vigorosas y no se recomienda su transplante a bolsas.
	

Fuente: Briceño (2002); Portilla (2012); Medina (2012); Galeno *et al*, 2012 y Ospina *et al*,

2005. Elaboración: Fanny Morocho

Cuadro 9: Descripción de las características del *Solanum torvum* .

Familia	Solanaceae
Nombre científico	<i>Solanum torvum</i> (Ruiz & Pavón)
Tipo:	Árbusto
Descripción	Crece en todo tipo de humedad y en terreno fértiles Esta especie se encuentra en elevaciones desde el nivel del mar hasta casi 1000 m. Crece mejor a pleno sol, ya que no puede sobrevivir en un bosque cerrado.
Flores:	Se producen en grandes grupos con sencillo sobre todo glandular pelos en ejes; corola blanca brillante a 2,5 cm a través de lóbulos sobre un tercio de su longitud; lóbulos no recurvado; estambres con anteras prominentes.
Fruto:	Los frutos son bayas que son de color amarillo cuando está completamente madura. Son delgados y de pulpa y contienen numerosas semillas planas, redondas, de color marrón .
Usos:	Es una planta medicinal empleada por la población como antimicrobiano, antiartrítico, entre otras propiedades. Esta planta no reporta estudios de toxicidad de tipo agudo, solo aparecen reportados estudios de toxicidad a largo plazo
Altura:	Es un arbusto erecto espinoso que es por lo general 2 o 3 m de altura y 2 cm de diámetro en la base, pero puede alcanzar los 5 m de altura y 8 cm de basales (diámetro).
Semilla:	Semillas numerosas, de color marrón monótona, aplanados, discoide, 1,5 y 2 mm de longitud ligeramente reticular.
	

Fuente: IJPBS (2013), Pérez *et al*, 2011. Elaboración: Fanny Morocho

Cuadro 10. Descripción de las características del *Hedyosmum scabrum*

Familia	Chloranthaceae
Nombre científico	<i>Hedyosmum scabrum</i>
Tipo:	Arbusto
Descripción	Es una planta nativa del Ecuador conocida comúnmente como Guayusa del cerro, Granizo y Tarqui.
Hojas y flores:	Hojas opuestas, pecíolos connados formando un tubo de 1-2 cm, peciolo de 1,5-2 cm; coriáceas, oblongas, base aguda, ápice acuminado; acumen de 1-1,2 cm, borde aserrado, dientes de 0,2-0,3 cm; haz glabro, envés escabroso; pinnatinervias; de 9-15 cm de largo, 3-4 cm de ancho. Inflorescencias masculinas en espiga, cortamente pediceladas, de 6-8 cm; Inflorescencias femeninas en espigas cortamente pedunculadas de 4-6 cm. Flores pequeñas verdosas.
Usos:	En la medicina tradicional las hojas son empleadas en infusión para el tratamiento del dolor de estómago y los frutos son usados para preparar bebidas aromáticas.
Altura:	Hasta 3 m
	

Fuente: Melgarejo (2014) y Santa (2012). Elaboración Fanny Morocho

4.3.4. Seguimiento de las actividades

El monitoreo es el seguimiento específico de los resultados de las actividades de restauración. Cuando sembramos semillas o plantas para recuperar la vegetación ribereña, es necesario monitorear el desarrollo de las plantas, y para ello hay que definir algunas variables

que funcionarán como indicadores de los resultados. Los indicadores más utilizados son (supervivencia, altura, DAP, diámetro en la base, cobertura de la copa). Una vez definidos los indicadores que se utilizarán para monitorear y dar seguimiento a las actividades, se debe planificar la frecuencia de medición (Meli & Carrasco, 2011).

4.3.5. Documentación y comunicación

La documentación y la socialización del diseño del proyecto de restauración de riberas se lo realizará con la disertación de la tesis y su ejecución estará a cargo del proyecto “Bases ecológicas para la restauración de la biodiversidad y funcionalidad de ecosistemas degradados en la región Sur del Ecuador, ante potenciales Cambios Ambientales Climáticos” REBIO de la Universidad Nacional de Loja.

5. DISCUSIÓN

El estudio de cuencas hidrográficas es una herramienta muy importante para comprender y evaluar el equilibrio existente entre el medio ambiente y el ser humano que lo habita (FAO, 2010).

5.1. Caracterización biofísica

La microcuenca el Carmen tiene el 80% del área con bosque y el 3% con pastizales en regeneración, esto se debe a las medidas que adoptó el Municipio de Loja. Desde el 2005 inició con un programa de conservación de microcuencas mediante un convenio de cooperación con Fundación Naturaleza y Cultura Internacional desarrollando varias actividades de conservación (FORAGUA, 2013). Además el 89% del área de la microcuenca se encuentra dentro del Parque Nacional Podocarpus considerado un sitio de importancia mundial para la conservación de la biodiversidad. También forma parte de la Reserva de Biosfera Podocarpus-El Cóndor, reconocimiento otorgado por la UNESCO (MAE, 2015). El Municipio de Loja a través de su ordenanza expedida en el Registro Oficial N151 del 2007 creó la tasa ambiental que se cobra en la planilla de agua potable. Este recurso económico está destinado al manejo, vigilancia, recuperación de cobertura vegetal natural y compra de terrenos, etc., (FORAGUA, 2013) es por ello que El Carmen es considerada una microcuenca conservada por ser de interés social. Por su parte Mónica es considerada como una microcuenca degradada por que el 3% de la microcuenca se dedica pastizal debido a que la cubierta vegetal ha sido eliminada por la ganadería intensiva, el 4% destinado a plantaciones de pino y el 5% matorral producto de las actividades antrópicas, mientras que el bosque ocupa 71% del área de la microcuenca. El 48,76% de la microcuenca se encuentra en Parque Nacional Podocarpus. Las microcuencas en la zona de amortiguamiento del PNP han sido muy afectadas por las actividades antrópicas, debido a la falta de manejo y conservación de las microcuencas (FORAGUA, 2013).

El Carmen y Mónica presentan una gradiente altitudinal entre 2350 – 3400 y de 2320 - 3400 msnm con una variabilidad altitudinal de 1050 y 1080 msnm respectivamente (INE, 2004). Ubicándose como bosques de montaña (Váscones, 2009), estos bosques son clave para asegurar la sostenibilidad y funcionalidad de las cuencas hidrográficas porque capturan de 5-20% sobre el volumen normal de la precipitación. También cumplen funciones como proteger a las comunidades locales frente a los desastres naturales y salvaguardan los

recursos naturales y los servicios ambientales de los que dependen miles de millones de personas para su bienestar y medios de vida (FAO, 2011).

Otro factor que se evaluó es el clima por tener una relación directa con la variación altitudinal (Secenciales, 2009) es decir a menor temperatura mayor altitud (Salomón, 2009). En el Carmen y Mónica la temperatura oscila entre 10°C – 14°C. Según Magdaleno (2012) la vegetación de ribera es una vegetación de tipo edafohigrófilo la vegetación es menos dependiente del clima, guardando sólo cierta dependencia con respecto al macroclima de la zona. Mientras que la precipitación fluctúa en el Carmen entre los 1000 – 1500 mm y en Mónica entre 1000 - 1250 mm anuales. La variedad en niveles de precipitación, unido a las condiciones de humedad e inundación, y a las características del suelo, aumenta la complejidad de las formaciones vegetales y crea un mosaico de bosques a lo largo del lecho fluvial (Correa & Stevenson, 2010).

5.2. Parámetros morfométricos

El Carmen tiene una superficie de 4,779 Km² y Mónica de 5,485 Km². El área es de gran importancia porque permite construir una idea en cuanto a la magnitud de los caudales es decir conformen crecen los caudales crece el área de la cuenca (CORTILIMA & IBAL, 2011). El Perímetro para el Carmen es 9,715 Km y Mónica 10,368 Km este parámetro al igual que el área nos puede decir sobre la forma de la cuenca para una misma superficie (Ordóñez, 2011). La pendiente media del Carmen es de 55, 259% y del Mónica 52,88% indica que la pendiente de estas cuencas es muy escarpada con ello se deduce que la velocidad de la escorrentía superficial, la fuerza erosiva y la capacidad de transporte fluvial es intensa (Ibáñez, 2010).

Mientras que la pendiente del cauce principal para el Carmen es de 35,701% y 48,152% en Mónica, considerado una fuerte pendiente. A mayor pendiente mayor velocidad de desplazamiento del agua, menor tiempo de concentración y menor infiltración (INE, 2004). Este parámetro indica la variación de algunas características físicas, químicas y biológicas de las aguas, es por ello; que una corriente de pendientes pronunciadas tendrá siempre aguas mejor oxigenadas y mineralizadas, debido a la mayor turbulencia y la mayor capacidad de erosión y transporte, por lo tanto, las condiciones biológicas serán a su vez más favorables (Londoño, 2001).

Otro de los parámetros es el índice de compacidad propuesto por Gravelious, relaciona la forma de la cuenca con una superficie circular (Sanchez, 2012). Con relación al coeficiente las cuencas tienden a tomar una forma redonda ya que en el Carmen el índice es de 1,253 y Mónica 1,248 aumentando la circularidad en el cauce e incrementando una mayor probabilidad de producir avenidas máximas (eventos de orreñcialidad), porque sus tiempos de concentración para diferentes puntos de concentración serán iguales (Roma, 2004 & Tapia, 2012) lo cual quiere decir que entre más bajo sea K_c , mayor será la concentración de agua (CORTOLINA, IBAL, 2011).

Uno de los criterios para determinar el orden de los canales en una microcuenca es el definido por el modelo de STRAHLER (1952). Según este modelo el orden se relaciona con el caudal relativo del segmento del canal (Ibañez et al., 2007). Para las microcuencas el orden es de 3. Normalmente valores muy altos de R_b son esperados en regiones muy montañosas y rocosas (Guerrero, 2002). La importancia de la zona riparia como fuente generadora de materia orgánica gruesa y fina es afectada de acuerdo con el orden del río predominando la materia orgánica gruesa en ríos de orden 3 (Rodríguez *et al.*, 2008).

La densidad de drenaje para el Carmen es de 1,632 km/km² y de Mónica 1,362 km/km² lo que implica un drenaje bajo por lo tanto refleja un área pobremente drenada, con respuesta hidrológica muy lenta (Fuentes, 2006), justificando que una gota de agua recorrerá una longitud larga para llegar a la salida de la cuenca (Hernandez, 2015). Además, la densidad va a depender de la litología, de las características que el suelo posea (principalmente de su capacidad de infiltración) y de la cubierta vegetal existente (Romero & López, 1987).

La curva hipsométrica permite estimar el estado de equilibrio de la cuenca, bajo la hipótesis de que esta función relaciona altitud con área, por lo tanto, cambia con el tiempo a medida que la cuenca sufre denudación. (Delgadillo & Moreno, 2010). Para las dos microcuencas es de tipo B, característico de una cuenca en equilibrio (Jiménez, 2014) en donde predomina el transporte y producción de sedimentos con ríos maduros (Guerrero, 2002).

Es por ello que la presencia de los bosques riparios en los cauces fluviales juega un papel importante porque permite la estabilización de los márgenes reduciendo la velocidad del agua y el poder erosivo y por otra parte el reciclamiento de los nutrientes.

5.3.Suelo del bosque ripario

De acuerdo a información secundaria se determina el tipo de suelo en la microcuenca Mónica y Carmen:

Los suelos inceptisoles son suelos que se desarrollan en distintos regímenes de humedad, temperatura, vegetación, material parental y edad. Son aptos para soportar una sucesión de cultivos, pero solamente con un manejo adecuado (MIES *et al*, 2011). El material parental que es altamente calcáreo y resistente a la meteorización inhibe el desarrollo del suelo y por ello favorece el desarrollo de los Inceptisoles (Ibáñez, 2011).

También se realizó el análisis de las propiedades físico y químicas en los tramos Carmen (C1), Espumos (E), Mónica (M1) y Santa Urco (SU): En donde se determinó el pH del suelo. Los valores de este indicador pueden ser diversos debido a la naturaleza del material original, factor biótico y precipitaciones, etc; (Cunalata & Inga, 2012). En los tramos SU, M1, C1yE, el promedio de pH del suelo se encuentra en 5% ubicándolo en suelos moderadamente ácidos. Estos son suelos medianamente fértiles, con características poco definidas. El pH es uno de los principales responsables en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la mayor o menor asimilabilidad de los diferentes nutrientes (INE 2000). El agua que fluye a través de una zona riparia también facilita el reciclamiento de los nutrientes y, así, el desarrollo de las plantas mediante el movimiento del oxígeno a través del suelo y la remoción del bióxido de carbono, así como de los productos metabólicos residuales (Granados *et al*, 2006).

La Materia Orgánica del suelo es un factor clave en el mantenimiento de las funciones del suelo a largo plazo ya que influye de manera importante en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (EC, 2006). La MO en los tramos de estudio se encuentran en los rangos de 5-10% por lo tanto son suelos con MO media -alta esto se debe a la descomposición de la materia orgánica que determina el reciclamiento de nutrientes en los ecosistemas, el desarrollo del suelo (PROBIDES, PNUD, UE; 1999), en su fertilidad nutritiva, en su capacidad de retención de agua además aumenta su resistencia a la erosión favoreciendo la infiltración del agua y contribuye a evitar la contaminación de los cursos de agua, gracias a su papel de filtro natural asociado principalmente a sus propiedades adsorbentes (Gartzia, 2009). A pesar de que el tramo M1-SU la MO es media se evidencia la erosión de las riberas fluviales debido a ganadería que se desarrolla en el lugar.

La Capacidad de Intercambio Catiónico tiene relación con la MO, es decir; a medida que se incrementa la MO también incrementa CIC (Bosque Natural, 2011). La CIC en C1 es de 21, 93 meq/100 gr, E 15,65 meq/100 gr, SU 15,3 meq/100 gr y M1 12,1 meq/100 gr ubicando los tramos en la categoría de medio - alto contenido de CIC esto determina la potencialidad que tiene el suelo para retener e intercambiar nutrientes vegetales (SMART, 2008).

La salinidad de los suelos varía ampliamente, tanto horizontal como verticalmente debido a pequeñas diferencias en su composición, permeabilidad, desarrollo de plantas, entre otros (SEMARNAT & SAGARPA, 2010). La Conductividad Eléctrica en los tramos C1, E, M1, SU se encuentran en la categoría de no salinos por tener una CE promedio de 0,2 ds/m en el caso de suelos no salinos, en general contienen principalmente sales de calcio, estos suelos son adecuados para el crecimiento vegetal (Torres & Acevedo, 2008).

Se considera, esquemáticamente, que la porosidad total está constituida por una macroporosidad utilizada para la circulación del agua y del aire y por una microporosidad que almacena el agua. M1 y SU presentaron baja porosidad esto se debe a que el suelo está sometido a actividades de pastoreo intensas a diferencia del C1 y E en donde los valores de porosidad son altos esto se atribuye al efecto de las raíces de los árboles. En estos tramos se acumula gran parte de los residuos (hojarasca) que ayudan a incrementar el porcentaje de aireación del suelo (Aguirre, 2015) y sobre el desarrollo de la microfauna del suelo (FAO, 2009).

En los tramos (SU, M1, C1 y E) se consideró la densidad aparente de $2,65 \text{ g/cm}^3$ valor estándar para todos los suelos (Ibáñez *et al*, 2012). La densidad aparente en SU es de $1,5 \text{ g/cm}^3$, M1 $1,4 \text{ g/cm}^3$, C1 $1,3 \text{ g/cm}^3$ y E $1,6 \text{ g/cm}^3$. El Carmen 1 y Espumos poseen bajo valores de densidad aparente son propios de suelos porosos, bien aireados, con buen drenaje y buena penetración de raíces, lo que permite un buen desarrollo de las raíces. Mientras que Mónica 1 y Santa Urco la densidad aparente es alta es característico de suelos compactos y poco porosos, con aireación deficiente e infiltración lenta del agua, lo cual puede provocar anegamiento, anoxia y que las raíces tengan dificultades para elongarse y penetrar hasta alcanzar el agua y los nutrientes necesarios (Donoso, 1992; Salamanca & Sadeghian, 2005; Seguel & Orellana, 2008).

El carbono del suelo en el C1 es de 96,9 tC/ha y E 172,2 tC/ha para SU de 64,8tC/ha y M1 de 74,9tC/ha. Los valores de carbono en M1-SU son bajos a comparación de C1-E esto puede atribuirse al cambio de uso de bosques riparios a pasturas o cultivos que disminuye los contenidos de carbono en el suelo, debido a aumentos de temperatura que aceleran los procesos oxidativos de compuestos orgánicos (Fearnside & Barbosa 1998) también, el lavado de los suelos provoca la remoción del carbono (Granados *et al.*, 2006). Según Muhammad (2007) las fincas ganaderas pueden aportar el secuestro de carbono mediante la implementación de sistemas agroforestales ya que pueden fungir como sumideros de carbono atmosférico.

Los suelos de los tramos (M1,SU,E,C1) son de textura (franco arenoso) usualmente estos suelos presentan regímenes de infiltración veloces (USDA, 1999) y presentan una excelente aireación debido a que las partículas dominantes de gran tamaño facilitan la penetración del aire (Luters & Salazar, 2000).

5.4. Índice de la calidad del bosque ripario, así como su composición florística

En cuanto a la continuidad longitudinal la vegetación riparia está sometida de manera natural a una fuerte dinámica ocasionada, por una parte por la reducción de los caudales que pueden causar la muerte de individuos y por otro parte los asentamientos humanos que ocasionan la destrucción de la vegetación (Suatunce, Véliz, & Cunuhay, 2009). Este es el caso de la microcuenca Mónica 1 y Santa Urco que se ve afectada por la presencia de actividades ganaderas las mismas que han modificado la naturalidad del lecho y los procesos hidrogeomorfológicos (Ollero *et al.*, 2008). La conexión lateral de la microcuenca es regular debido a las externalidades negativas antes mencionadas las mismas que han provocado el encajonamiento del cauce. Esta pérdida de continuidad es muy negativa no solo para la ribera, sino también para el cauce y para los seres vivos que en él habitan (Ollero, 2010).

Sin embargo la continuidad longitudinal en la microcuenca el Carmen 1 es óptima por lo que hace posible que la vegetación ribereña funcione como corredor conectando diversos ecosistemas. Al estar conectada longitudinalmente permite que, en la conexión lateral de la cuenca se produzca un intercambio de agua, sedimentos, nutrientes y organismos entre el cauce y las riberas importantes para los cauces fluviales (CIBYA & MAGRAMA, 2013; Granados *et al.*., 2016).

La anchura para las microcuencas en estudio es mayor a 5 m (González del Tánago, García De Jalón, Lara, & Garilleti, 2006). En la microcuenca el Carmen y Espumos la vegetación riparia es densa y bien estructurado permitiendo el amortiguamiento del flujo y el atrape de nutrientes (Elosegui y Sabater, 2009). En el caso de la microcuenca Mónica 1 y Santa Urco se puede observar la presencia de espacios abiertos (parches) lo que limita la dispersión de las especies y hábitat donde se desarrollan.

Las condiciones de las orillas en la microcuenca Mónica 1 es regular ya que la vegetación de la ribera ha sido cambiada por pastizal lo que provoca la inestabilidad de las ribera y la erosión de los suelos ribereños, los suelos se encajan y se convierten en más estrechos con lo que disminuye la superficie utilizable por los organismos fluviales, la conexión del cauce con la llanura de inundación, así como los servicios que prestan los ríos (Elosegui, 2009), no es el caso de Santa Urco en donde la inestabilidad de las orillas es leve al no presentar erosión en sus riberas. En la microcuenca el Carmen 1 y Espumos no se evidencia alguna alteración en los márgenes ya que es casi nula la intervención humana. La vegetación arbórea junto con un sotobosque denso conformado por herbáceas, matorrales y arbustos, contribuyen con su sistema radicular a estabilizar los márgenes, dado que cohesionan las partículas del suelo a mayor profundidad y disminuye la erosión producida por la corriente de agua, las partículas en suspensión y la carga de fondo (Elosegui, 2009; Granados, Hernández & López, 2006)

Cuando existe lluvias prolongadas se observa el deslizamiento de las riveras al cauce fluvial esto se debe a los espacios abiertos que presenta el Mónica 1 y Santa Urco en donde la compactación del suelo no permite la infiltración del agua, este evento compromete la funcionalidad hidrológica de estos sistemas y su capacidad de proveer servicios ecosistémicos (Geisser et al, 2012). En el Carmen 1 y Espumos la vegetación de ribera contribuye en el proceso de infiltración, incrementando el tiempo de residencia de las aguas en los terrenos ribereños, y favoreciendo a los atributos edáficos buenas condiciones para la recarga (Mesopotamia, 2013).

En el Carmen 1 y Espumos la composición de la vegetación riparia, así como su estructura y abundancia es óptima por lo tanto están determinadas por el régimen de caudales que circula por los cauces fluviales (Auble & Friedman, 1994; Auble *et al.*, 2005). El caudal circulante ejerce una importante presión selectiva sobre las comunidades vegetales ribereñas, hasta el

punto de que existen determinadas pautas adaptativas (traits syndromes) que se vinculan directamente con atributos específicos del patrón de caudales existente (Blanco *et al*, 2011). A diferencia de Santa Urco y Mónica, la pérdida de vegetación en las orillas de los ríos implica la ausencia de sombra y de hojas que caen en el agua, lo cual cambia la composición química de ésta (Meli & Carrasco, 2011). Las especies vegetales en estos tramos son de tipo ruderal debido a las actividades antrópicas de la zona.

La regeneración natural en el Carmen y Espumos es óptima mientras que Mónica y Santa Urco buena. La regeneración natural de la vegetación arbórea y arbustiva, determina el equilibrio de la vegetación existente debido al régimen de caudales y la gestión de uso del espacio ripario (González *et al* 2006).

Se realizó la caracterización y composición del bosque y se determinó a través del Índice de Valor de Importancia (IVI) la especie representativa para cada zona, siendo el 45% para la especie *Eucalyptus Globulus Labill* y 56,3% especie *Alnus acuminata kunth* en la microcuenca Mónica. Mientras que en la microcuenca Carmen se estableció el 17,1% para la especie *Dennstaedtia Globulifera (Poir) Hierar* y 21,4% *Heayosmun Scabrum* (anexo 4).

6. CONCLUSIONES

Tras el desarrollo del presente trabajo investigativo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La vegetación riparia en los cauces fluviales juega un papel importante en la estabilización de los márgenes, en la reducción de la velocidad del agua, el poder erosivo y el reciclamiento de los nutrientes.
2. En la microcuenca El Carmen predomina una buena composición florística esto se debe a que los suelos de los bosques riparios en la zona de estudio presenta altos niveles de fertilidad influyendo positivamente en la composición y estructura de estos bosques.
3. A través del índice RQI se determinó la calidad del bosque ripario en donde la microcuenca Mónica presenta bajo calidad debido a las actividades antrópicas en el sector, a diferencia de la microcuenca El Carmen en donde la conservación y manejo por parte del Municipio de Loja favorece la calidad de estos ecosistemas.
4. Se establece estrategias de restauración de las franjas ribereñas en la microcuenca Mónica las mismas que están enfocadas a la conservación y prevención de la alteración de las funciones hidrológicas.
5. La continuidad longitudinal y transversal en la microcuenca El Carmen es óptima, por lo que permite que exista una conexión de diversos ecosistemas a diferencia de la microcuenca Mónica en donde las franjas ribereñas son estrechas y alargadas lo que limita el hábitat y la dispersión de especies.
6. En las quebradas de Mónica y Santa Urco la porosidad es baja debido a las actividades de pastoreo impidiendo la aireación del suelo debido a los espacios abiertos en las riberas.
7. La descomposición de la materia orgánica influye en el reciclamiento de los nutrientes por lo que permite el desarrollo del suelo y la fertilidad del suelo.

7. RECOMENDACIONES

Una vez terminada la presente investigación, se establecen las siguientes recomendaciones:

1. Realizar análisis de agua con la finalidad de complementar el estudio ya que los bosques riparios influyen directamente en la calidad del agua por ser filtros contra contaminantes.
2. Concientizar a las comunidades que habitan en las riberas fluviales de las microcuencas sobre la importancia de los bosques riparios en los procesos hidrológicos, a su vez, coordinar con instituciones de gobierno ambientalistas para incentivar o compensar a los propietarios que protejan o manejen adecuadamente estas áreas.
3. En la microcuenca Mónica es importante llevar a cabo un programa de educación ambiental con la finalidad de concientizar sobre la conservación de los bosques riparios ya que esta cuenca es de importancia social ser una de las fuentes abastecedoras de agua potable para la ciudad.
4. Los dueños de los terrenos cerca a los cauces fluviales deben evitar en lo posible el desbroce del bosque ripario porque afecta la composición y estructura del remanente de la vegetación riparia.

8. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, D. 2015. Evaluación de las propiedades físicas del suelo. Disponible en: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/14.-Diego-Aguirre-Evaluacion-propiedades-fisica.pdf>.

Aguirre, N., Samaniego, N. 2014. Proyecto: “Bases ecológicas para la restauración de la biodiversidad y funcionalidad de ecosistemas degradadas en la Región Sur del Ecuador, ante potenciales cambios ambientales climáticos (REBIO)”. Universidad Nacional de Loja.

Angelone, S., Garibay, MT., Cauhapé, M. 2006. Geología y Geotécnia: Permeabilidad de los suelos. Disponible en: <http://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Permeabilidad%20en%20Suelos.pdf>

Ansorena, J. 1994. El suelo en la agricultura y el medio ambiente (I): Composición y propiedades físicas del suelo. N°35-4° trimestre. Disponible en: http://www.fraisoro.net/FraisoroAtariaDoku/35_22_25.pdf.

Arcos, I. 2005. Efecto del ancho los ecosistemas ripa ríos en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras . Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/A0683e/A0683e.pdf>.

Arriaga, A. 2012. Estado actual y propuesta de restauración del Río Coxcacuaco, Texcoco, estado de México. Disponible en: <http://suelos.chapingo.mx/tesis/tesis/49.pdf>.

Asociación para el Control de los Incendios Forestales, el Fomento de la Biodiversidad y la Promoción de la Investigación Ambiental (CIBYA) y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). 2013. Proyecto de voluntarios en ríos “Eresma”: Manual de voluntario Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/Proyecto_de_voluntariado_en_r%C3%ADos._Eresma_tcm7-217060.pdf.

Auble, G. T., Friedman, J. M. 1994. Relating riparian vegetation to present and future streamsflows. Ecological Applications 4(3): 544-554. Disponible en: <https://www.fort.usgs.gov/sites/default/files/products/publications/2178/2178.pdf>

Auble, G. T., Scott, M. L., Friedman, J. M. 2005. Use of individualistic streamflow-vegetation relations along the Fremont river, Utah, USA to assess impacts of flow alteration on wetland and riparian areas. *Wetlands*, Vol. 25, No. 1, pp. 143–154. Disponible en: <https://www.fort.usgs.gov/sites/default/files/products/publications/21350/21350.pdf>

Ayala, L., Villa, M., Aguirre, Z., Aguirre, N. 2014. Cuantificación del carbono en el Parque Nacional Yasuni provincia de Loja y Zamora Chinchipe, Ecuador. Vo 4. N°1, 45-52 pp.

Blanco, F., López, L., Herrera, A., Magdaleno F., Martínez, R. 2011. Relación entre vegetación riparia y caudales: resultados preliminares en tramos fluviales del sur de España. Disponible en: http://www.mediodes.com/pdfs/es/cientificas/Vegetacion%20riparia%20y%20caudales_texto%20completo.pdf

Bosco, J., Blanco, J., Castillo, F. 2004. Gestión forestal y ciclos de nutrientes en el marco del cambio global. Disponible en: http://www.adaptecca.es/sites/default/files/documentos/cap17_-_gestion_forestal_y_ciclos_de_nutrientes_en_el_marco_del_cambio_global.pdf

Bosque Natural. 2011. Capacidad de intercambio catiónico. Disponible en: <http://amazoniaforestal.blogspot.com/2011/10/capacidad-de-intercambio-cationico-del.html#>. Consultado el 01 de marzo.

Breña, A., Jacobo, M. 2006. Principios y fundamentos de la hidrología superficial. Disponible en: cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/cuenca_panelas/DIAGNOSTICO/2.2ASPECTOS_BIOFISICOS.pdf.

Briceño, A. 2002. El aliso, *Alnus acuminata* H.B.K., Hospedero de dos especies de Chrysomelidae (coleóptera) en los Andes Venezolanos. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24363/2/articulo6.pdf>

Campillo, R., Sadzawka, A. 2009. La acidificación de los suelos origen y mecanismo involucrados. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33853.pdf>.

Carrasco, J., Ortiz, M. 2012. Propiedades físicas del suelo, que condicionan el desarrollo de frutales en la región de O'Higgins. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38176.pdf>.

Carrasco, S; Hauenstein, E; Peña, F; Bertrán, C; Tapia, J; VARGAS, L. Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432014000100002

Ceccon, E. 2003. Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas. Ciencias, 72, 46-53. Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/viewFile/11921/11243>

Centro de Investigaciones Territoriales y Ambientales Bonaerenses (CITAB). 2005. Suelos. Disponible en: <https://www.bancoprovincia.com.ar/citab/estadisticas/02%20MEDIO%20GEOGRAFICO/02%20SUELOS.pdf>.

Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTILIMA)., Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado (IBAL). 2011. Plan de ordenación y manejo ambiental de la microcuenca de las quebradas las Panelas y la Balsa. Disponible en: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/cuenca_panelas/DIAGNOSTICO/2.2ASPECTOS_BIOFISICOS.pdf

Correa, D., Stevenson, P. 2010. Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (reserva tomo grande, vichada). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14s1/v14s1a04.pdf>

Cruz, G., Guerra E, Ángeles, E. 2009. Descripción de propiedades físicas y químicas de agua y suelo en ambientes riparios en la exposición occidental del PN IZTA-POPO. Disponible en: <http://www.geofisica.unam.mx/popoc/colaboracion/Iztapopo/files/geologia/2.pdf>

CUNALATA, C; INGA, C. 2012. "Cuantificación De Carbono Total Almacenado En Suelos De Páramos En Las Comunidades Shobol-Chimborazo, San Juan Chimborazo". Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2012/1/236T0065.pdf>.

Delgadillo, A., & Moreno, A. 2010. Hidrología: Morfometría de Cuencas. p26.

Domínguez, F., Gómez, A., Gómez, AF. 2008. El análisis morfométricos con sistemas de información geográfica, una herramienta para el manejo de cuencas.

Donoso, C. 2004. Ecología forestal I el bosque y su medio ambiente. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/31686024_Ecologia_forestal_el_bosque_y_su_medio_ambiente_C_Donosos_Zegers

ECU, 2006. Communication from the commission to the council, the European parliament, the European economic and social committee and the committee of the regions. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/SEC_2006_620.pdf.

Elosegi, A., Sabater, S. 2009. Conceptos y técnicas en la ecología fluvial: La vegetación terrestre asociada al río el bosque de ribera. Disponible en: http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_17.pdf

Elosegui, A. 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Disponible en: http://books.google.com.pe/books?id=OfOUggC20_UC

Fernández, L., Rau, J., Arriagada, A. 2009. Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41°28'S;72°59'O) utilizando el índice RQI. Guayana Bot. 66(2):269-278. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432009000200011.

Fernández, R. 2006. Mejora de los parámetros de cálculo del modelo del número de curva y su validación mediante un modelo hidrológico distribuido. Disponible en: Tesis Doctoral de ciencias agroforestales. <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/2723>.

Fertilizer Management (SMART). 2008. La capacidad de intercambio catiónico. Disponible en: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/Cation-Exchange-Capacity>. Consultado el 10 de abril.

Flores, L., Alcalá, J. 2010. Manual de procedimientos analíticos: Laboratorio de Física de Suelos. Disponible en: <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/MANUAL%20DEL%20LABORATORIO%20DE%20FISICA%20DE%20SUELOS1.pdf>.

Fondo Regional del Agua (FORAGUA). 2013. Protección Ambiental de las microcuencas del cantón Loja. Disponible en: <http://www.foragua.org/?q=node/81>

Fuentes, J. 2006. Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del parque nacional pico de tancítaro. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/morfometria_pico_tancitaro.pdf

Galeano, P., Rada, A., Morales, D. 2012. Siembra Forestal Recuperación paisajística y Revegetalización en Agregados El Vínculo Ltda. Soacha –Cundinamarca. Disponible en: <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista-11/art9.pdf>

Gartzia, N. 2009. Estructura y dinámica de la materia orgánica del suelo en ecosistemas forestales templados: de lo particular a lo general. Disponible en: http://www.iefc.net/activites/FORSEE/rapports/FORSEE_Euskadi_c5_thesis_nahia.pdf

Gaspari, F., Rodríguez, A., Senisterra, G., Denegri, G., Delgado, M., Besteiro, S. 2012. Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina AUGMDOMUS. Volumen 4. Año 2012. ISSN:1852-2181. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25777/Documento_completo.pdf?sequence=1.

Geissert, D., Gómez, A., Gómez A., Guevara, M. 2012. Funciones Ecohidrológicas del suelo y su importancia para la conservación y el desarrollo, 10–12. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv105art3.pdf>

Ginés, I., Mariscal, I. 2002. Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. Disponible en: http://oa.upm.es/3176/2/MARISCAL_MONO_2002_01.pdf.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal De Loja, (GAD Loja). 2013. Estudio De Impacto Ambiental Ex –Ante Y Plan De Manejo Ambiental Del Proyecto: “Sistema De Alcantarillado Sanitario Para El Barrio Yanacocha Del Cantón Loja.

González del Tánago, M., García De Jalón, D., Lara, F., Garilleti, R. 2006. Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua. Ingeniería Civil, 143, 12. Disponible en: <http://www.chduero.es/acciona5/metodologia/rqi.pdf>.

Granados, D., Hernández, M., López, G. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 12, núm. 1, 55-69 pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/629/62912107.pdf>

Guerrera, F., González, J. 2002. Caracterización morfométrica de la cuenca de la Quebrada La Bermeja, San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela. Geoenseñanza. Nol 7. 88-108 pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36070208.g>

Guerrero, O. 2002. Capítulo 4 Geomorfología de Cuencas. Disponible en: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oguerre/4_Geomorfologia.pdf

Gutiérrez, Y., Velásquez, S., Carbonó de la Hoz, E. 2013. Composición florística de la cuenca del río Gaira, Colombia. 27 pg.

Henríquez, M., Pérez, J., Gascó, J., Rodríguez, O. 2005. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico en arena y caolín usando acetato de amonio, acetato de sodio y cloruro de amonio. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/857/85717108.pdf>.

Hernández, D. 2015. Estimación de los parámetros morfométricos y las unidades de respuesta hidrológica de la cuenca del Río Ráquira departamento de Boyacá a través del programa SWAT
http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/bitstream/10983/2352/1/Trabajo_Grado_Cuenca_Raquira.pdf.

Ibáñez, J. 2008. Suelos de Perú y Ecuador. Disponible en: <http://www.madrimas.org/blogs/universo/2008/03/02/85725>

Ibáñez, S., Moreno, H., Gisbert, J. 2007. Morfología de las cuencas hidrográficas. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfolog%C3%ADa%20de%20una%20cuenca.pdf>.

Ibáñez, S., Ramón, H., Gisbert, J. 2012. Técnicas de medida del espacio poroso del suelo. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16872/AD%20Medida%20espacio%20poroso.pdf?sequence=1>.

Indiana DNR Division of Water (DNRWATER) 2008. Vegetation Buffer Strips in Agricultural Areas. Disponible en: http://files.dnr.state.mn.us/publications/waters/buffer_strips.pdf.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2000. Análisis físicos y químicos del suelo. pH. México, México. Disponibilidad en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/normedaf.pdf>

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2004. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas: Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/morfometria_pico_tancitaro.pdf.

International Journal of Pharma and Bio Sciences (IJPBS). 2013. Solanum torvum: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.636.4101&rep=rep1&type=pdf>.

Intituto Nacional de Ecología (INE). 2004. Análisis morfométricos de cuencas: caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro

Jardí, M. 1985. Forma de una cuenca de drenaje: Análisis de las variables morfométricas que nos la definen. Revista de geografía. Vol 19. 41-68 pp. Barcelona. Disponible en: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=14&ved=0ahUKEwin9cnzmbnMAhVEox4KHx7zBsg4ChAWCCwwAw&url=http%3A%2F%2Fwww.raco.cat%2Findex.php%2FRevistaGeografia%2Farticle%2Fdownload%2F45789%2F56812&usg=AFQjCNEPunFcsAD5Bu8maFGaGP_ICoYBPA&sig2=eBGcbSBMo-xuSRsqHUqWjA&bvm=bv.121070826,d.dmo&cad=rja

Jiménez, D. 2014. Estudio hidrológico para la cuenca del estero los monos en el sector de la nueva planta de acero Adelca. Disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=39275951>

Khalsa, H. 2013. Manual de vegetación del bosque seco tropical. Edición 1. Disponible en: http://www.planetdrum.org/Ecuador/PD_Revegetation_Manual_2013-01_Spa.pdf

Line, D. 2015. Effects of Livestock Exclusion and Stream Restoration on the Water Quality of a North Carolina Stream. 58(6): 1547-1557. Disponible en.

Londoño, C. 2001. Cuencas Hidrográficas: Bases conceptuales caracterización planificación-administración. Disponible en: http://www.ut.edu.co/academico/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/cuencas%20hidrograficas%20bases%20conceptuales%20%20caracterizacion%20%20planificacion%20yorganizacion%20-%20CARLOS%20LONDOO.pdf

Loyola, Ch., Maldonado, J., Gacitúa, MJ. 2014. Permeabilidade do solo da bacia do rio Chillán, entre Estero Peladillas e rio Ñuble, Chile Soil Permeability in the Chillán River Basin, between Estero Peladillas and the Ñuble River, Chile. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/41679/50472>.

Luters, A., Salazar, J. 2000. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. Disponible en: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf

Magdaleno, F. 2012. Estructura y composición de la vegetación de ribera. Evolución de los bosques riparios en el Ebro Medio. Disponible en: http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/educacionambiental/Vegetacion_ribera_FMagdaleno.pdf

Magdaleno, F. 2013. Las riberas fluviales. 1-12 pp. Disponible en: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/pdfs/versionpdf/Riberas.pdf>.

Magdaleno, F., Mart, R., Roch, V. 2010. Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera, (tabla 1), 85–96.

Martínez, E., Fuentes, J., Acevedo, E. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. Disponible en: http://www.gipe.uchile.cl/Articulos/Martinez_et_al_2008b.pdf

Medina, M., Velásquez, J., Pinzón, L. 2012. Aliso en Simbiosis Dual con Frankia y Endomicorrizas y Respuesta a Boro en un Andisol. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v65n1/v65n1a17.pdf>.

Melgarejo, M., Almanza, G., Sterner, O., Masson, L. 2014. Lipid content, fatty acids, tocopherols and tocotrienols composition of ten bolivian quinoa ultivars. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/clinica/article/viewFile/13137/12409>.

Meli, P., Carrasco, V. 2011. Restauración ecológica de riberas: Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. 1-66pp. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitaes/RestRiberas.pdf

Melo, O., Vargas, R. 2001. Evaluación ecológica y Sivicultural de Escosistemas boscosos. Ibagué, CO, Universidad del Tolima. 22 p.

Mesopotamia, E. 2013. Las riberas fluviales, 90–101.

Miller, J., Chanasyk, D., Curtis, T., Wilms, W. 2011. Environmental quality of Lower Little Bow River and riparian zone along an unfenced reach with off-stream watering. Vol 98. 1505-1515. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377411001120>

Ministerio del Ambiente (MAE). 2015. Sistema Nacional de áreas protegidas del Ecuador: Parque Nacional Podocarpus. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/areas-protegidas/parque-nacional-podocarpus>

Molina, E. 2007. Análisis de suelos y su interpretación. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>.

Möller, P. 2011. Las Franjas De Vegetación Ribereña Y Su Función De Amortiguamiento, Una Consideración Importante Para La Conservación De Humedales. 96–106 pp.

Moreno, P., Warner, B. 2009. Sustentabilidad de la costa Veracruzana Conservación y Desarrollo. Disponible en: http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/Publicaciones/Breviario_Humedales.pdf

Muhammad, I., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., Casasola, F., Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. N°45.

Navarro, G., Navarro, S. 2013. Química agrícola química del suelo y de nutrientes esencial para las plantas. 3 Edición.

Ollero, A. 2010. Aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG en la cuenca del Ebro Guía metodológica, 118.

Ollero, A., Ballarín, D., Díaz, E., Mora, D., Sánchez, M., Acín, V., Sánchez, N. 2008. IHG: Un índice para la valoración hidrogeomorfológica de sistemas fluviales. IHG: Un Índice Para La Valoración Hidrogeomorfológica de Sistemas Fluviales, 27(1). Retrieved from C:\Users\Raquel\Documents\ReadCube Media\Ojeda et al-2008-Limnetica.pdf\nddd.uab.cat VN - readcube.com

Ordóñez, J. 2011. ¿Qué Es Cuenca Hidrológica ?, 1 – 44. Disponible en: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). 2009. Los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo. Disponible en: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias_agronomicas/c20021221046edafo_factoresambientalesysuelos.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bl001s.pdf>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). 2010. Servicios de las cuencas hidrográficas. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/a1295s/a1295s02.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). 2011. Los bosques de montaña las raíces de nuestro futuro. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountainday/images/SPANISH_brochure_2011.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). 2012. El Estado de los bosques del mundo. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/i3010s/i3010s.pdf>

Ospina, M., Hernández, R., Gómez, D., Godoy, J., Aristozábal, F., Patiño, J., Medina, J. 2005. Guía silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana. Disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/publications/aliso.pdf>.

Owens, L. B, Edwards, W. M., Van Keuren, R. W. 1996. Sediment losses from a pastured watershed before and after stream fencing. Vol 51. 90-94 pp. Disponible en: <http://www.jsowconline.org/content/51/1/90.abstract>.

Parauli, P, Mankin K.R., Barnes, P.L. 2008 Applicability of targeting vegetative filter strips to abate fecal bacteria and sediment yield using SWAT. Vol 95, 1189-1200 pp. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377408001303>.

Peredo, M. 2012. Informe final adaptación regional de un índice de estado para zonas riparianas y su aplicación en la Cuenca del Maipo. Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-50117_SegundaParteEstudio.pdf

Pérez, L., Castillo, A., Salas, H., Puente, E., Betancourt, J., Horruitiner, E., Mora, Y. 2011. Toxicidad aguda oral de *Solanum torvum* Sw. (predejera) Acute oral toxicity of *Solanum torvum* Sw. (predejera). vol.16 no.4. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962011000400010

Portilla, D. 2012. Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia Esperanza. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2119/1/03FOR003TESIS.pdf>

Posada, M., Arroyave, M. 2015. Análisis de la calidad del retiro ribereño para el diseño de estrategias de restauración ecológica en el río la miel, caldas, Colombia. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372015000100011&script=sci_arttext&tlng=en.

Pozo, J., Elozegi, A., Díez, J., Molinero, J. 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial: Separata del Capítulo 10. Dinámica y Relevancia de la Materia Orgánica. Disponible en: http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_10.pdf.

Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Unión Europea (UE). 1999. Conservación y restauración del matorral psamófilo. Disponible en: <http://www.probides.org.uy/publica/dt/DT20.pdf>

Rodríguez, J., Ospina, R., Gutiérrez, J. 2008. Entradas y transporte de materia orgánica en una quebrada tropical de montaña. Bogotá, Colombia. *Caldasia* 30(2):421-440. Disponible en: http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia/30_2/Limno2.pdf.

Rojo, G., García, A., Álvarez, C., Revilla, JA., Peña, J., Puente, A., Pimentel, B. 2007. Proyectos de recuperación hidráulico-ambiental de cauces en zonas urbanas. Disponible en: http://www.ciccp.es/biblio_digital/V_Congreso/congreso/pdf/010417.pdf

Romero, M., López, F. 1987. Morfometría de redes fluviales: Revisión crítica de los parámetros más utilizados y aplicación al alto Guadalquivir. 47-62pp. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/105414.pdf>.

Rubio, A. 2010. La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/57951/1/La%20densidad%20aparente%20en%20suelos%20forestales%20.pdf>.

Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., Hill, M. 2004. Propiedades físicas del suelo. 1-68 pp. Disponible en: <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>.

Salamanca, A., Sadeghian, S. 2005. La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera Colombia. Disponible en: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/163/1/arc056%2804%29381-397.pdf>

Salomón J., Mez, P., Yáñez, M., Reyes, J. 2009. Asociaciones interespecíficas de anuros en cuatro gradientes altitudinales de la Reserva Biológica Tapichalaca, Zamora-Chinchipe, Ecuador. Disponible en: [http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoologicaNo2/8\(4-5\)/03RamirezAnuros.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoologicaNo2/8(4-5)/03RamirezAnuros.pdf)

Sánchez, B., Castillo, O., Cámara, LC. 2011. Regeneración natural de la Selva alta perennifolia en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco, México.

Santa, L. 2012. Familia Chloranthaceae. Disponible en: http://www.sacha.org/famil/n_to_z/chloranth_sp.htm.

Secenciales, J. 2009. El análisis morfológico de las cuencas fluviales aplicado al estudio geográfico.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Salinidad del suelo. México. Disponible en: <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/FOLLETOS%20Y%20MANUALES/FOLLETOS%20IMTA%202009/folleto%206%20salinidaddelsuelo.pdf>

Seguel, S., Orellana, I. 2008. Relación entre las propiedades mecánicas de suelos y los procesos de génesis e intensidad de uso. Disponible en: <http://mingaonline.uach.cl/pdf/agrosur/v36n2/art04.pdf>

Segura, M., Sánchez, P., Ortiz, C., Gutiérrez, C . 2005. Carbono orgánico de los suelos de México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57323103.pdf>

Sepúlveda, R. 2009. La relación entre la densidad aparente y la resistencia mecánica como indicadores de la compactación del suelo. vol.43 no.3. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952009000300002&script=sci_arttext

Sociedad Española de la Agricultura Ecológica (SEAE). 2008. Manejo del suelo en los ecosistemas agrícolas de producción ecológica. Disponible en: <http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-suelos-jlabrador.pdf>

Suatunce, J., Véliz, A., & Cunuhay, D. 2009. Composición Florística y Estructura del Remanente de Bosque de Galería de la Corporación Agrícola San Juan, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Ecuador, 22, 45–50 pp.

Torres, A., Acevedo., E. 2008. El Problema De Salinidad En Los Recursos Suelo Y Agua Que Afectan El Riego Y Cultivos En Los Valles De Lluta y Azapa En El Norte De Chile. Vol 26, N° 3, Páginas 31-44. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v26n3/art04.pdf>

Treviño, G., Cavazos, C., Aguirre, O. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. 7(1). 13.25 pp.

Vargas, O. 2011. Restauración ecológica: Biodiversidad y Conservación. Acta Biológica Colombiana, 16, 221–246 pp.

Váscones, P. 2009. Montañas y agua en la mitad del mundo Disponible en: http://www.paramo.org/dvd/Paramo%20Andino%20Ecuador/COMPONENTE%204/4B/PROPUESTA%20PARA%20MUSEO%20yAKU_%20Ecosistemas%20de%20los%20andes/vegetaci%C3%B3n%20andina.pdf

Villón, M. 2002. Cuencas Hidrográficas. 2 Edición. Disponible en: <http://www.slideshare.net/freddyamirofloresvega/hiidrologia>. 1-62 pp.

9. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo

HOJA DE CAMPO							
Fecha:							
Responsable:							
Número de la parcela:							
Localización:							
Coordenadas:							
Descripción del sitio:							
Número	Familia	Nombre común	Nombre científico	N° de individuos	CAP	Altura	Observación

Anexo 2. Índice RQI para la valoración de los bosques riparios.

1. Continuidad longitudinal de la vegetación riparia natural estrato arbóreo y arbustivo.

Estado Óptimo	Estado Bueno	Estado Regular	Estado malo
Más del 75% de la longitud del espacio ripario contiene vegetación arbórea o arbustiva asociada al río, formando un corredor denso.	La vegetación arbórea o arbustiva asociada al río aparece distribuida en bosquetes que cubren entre el 50 y el 75% de la longitud del espacio ripario, o cubre más del 75% de la longitud del espacio ripario,	La vegetación arbórea y arbustiva asociada al río está reducida a pequeños bosquetes que suponen un recubrimiento entre el 25 y el 50% de la longitud del río.	La vegetación arbórea y arbustiva se refiere a pies aislados o pequeños agrupaciones de 1 a 3 individuos, en una ribera muy aclarada con menos del 25% de cobertura de vegetación leñosa; o no existe, permaneciendo solo las comunidades de herbáceas.

			formando un corredor aclarado.								
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

2. Dimensiones en anchura del espacio ripario con vegetación natural asociada al río (vegetación leñosa y helofitos).

Óptimo			Bueno			Regular			Malo		
> 5m, o una hilera con vegetación densa (cobertura superior al 75%) asociada al río.			Al menos una hilera con vegetación abierta (cobertura entre el 75 y el 50%) asociada al río.			Al menos una hilera con vegetación dispersa (cobertura inferior al 50%) asociada al río.			Sin hilera de vegetación asociada al río.		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. Composición y estructura de la vegetación riparia.

Estado Óptimo	Estado Bueno	Estado Regular	Estado Malo
En la orilla			
Bosques de galería cerrados o sotos arbustivos muy densos >2,5 m de altura, sin especies alóctonas, con sotobosques formado por varias especies de arbustos o dominado por	Bosques de galería o sotos arbustivos ± densos y > 2,5m de altura, con abundancia de zarzas (>30%), presencia moderada de especies alóctonas (pocos individuos aislados), y/o dominancia de	Formaciones arbóreas abiertas o < 2,5m con abundancia de zarzas (>30%) y/o de especies introducidas (numerosos individuos de una o varias especies) y/o dominancia de	Vegetación herbácea dominante o zarzales, a lo sumo con algunos árboles y/o arbustos dispersos. Alineaciones de chopos plantados o de árboles

herbáceas nemorales, con escasas zarzas (<30%). O vegetación climatofila en estado natural o muy poco intervenida.			herbáceas nitrófilas o con estratos subarbóreos pobres (estrato herbáceo en pequeñas manchas, con arbustos ocasionales). O vegetación climatofila levemente modificada por actuaciones antrópicas.			herbáceas nitrófilas. O vegetación climatofila bastante modificada por actuaciones antrópicas.			introducidos, cañaverales alóctonos.		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

4. Regeneración natural de la vegetación riparia (estado arbóreo y arbustivo).

Estado Óptimo	Estado Bueno	Estado Regular	Estado Malo
Existen ejemplares de jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas, y los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores	Existen ejemplares de diferentes edades (jóvenes, adultos y maduros) de las principales especies leñosas, y en los espacios abiertos se observan ejemplares más jóvenes, al menos de los arbustos. Regeneración natural levemente	Se observan bosquetes de pies adultos y maduros, con escasa representación de los más jóvenes y ausencia de renuevos. Regeneración natural moderadamente afectada por el pastoreo, prácticas agrícolas o forestales, incendios periódicos, actividades	Solo se observan pies maduros o adultos, con muy escasa o nula presencia de los elementos jóvenes. Regeneración natural severamente afectada por el pastoreo, prácticas agrícolas o forestales, quemadas periódicas, compactación del

a 2 años.			amenazada por el pastoreo, actividades agrícolas o forestales, regulación de caudales o incisión ligera del canal fluvial.			recreativas, etc., o por regulación de caudales o incisión moderada del canal fluvial.			suelo, o por incisión severa, o por obras de canalización. Abundancia de pies arbóreos secos.		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

5. Condición de las orillas.

Estado Óptimo	Estado Bueno	Estado Regular	Estado Malo
Más del 50% contorno de la lámina de agua en “bankfull” está en contacto con vegetación leñosa, macrofitas o elementos rocosos, y más del 50% del suelo sin esta vegetación tiene cobertura herbácea, y las orillas no presentan síntomas de inestabilidad	Más del 50% contorno de la lámina de agua en “bankfull” está en contacto con vegetación leñosa, macrofitas o elementos rocosos, y menos del 50% del suelo sin esta vegetación tiene cobertura herbácea alternando con suelo desnudo, o las orillas presentan síntomas de inestabilidad	Menos del 50% del contorno de la lámina de agua en “bankfull” está en contacto con vegetación leñosa, macrofitas o elementos rocosos y más del 50% del suelo restante tiene vegetación herbácea, alternando con suelo desnudo, o las orillas presentan síntomas de inestabilidad leve a moderada, causada por actividades	Menos del 50% del contorno de la lámina de agua en “bankfull” está en contacto con vegetación leñosa, macrofitas o elementos rocosos y menos del 50% del suelo restante tiene vegetación herbácea, o las orillas presentan síntomas de erosión moderada a severa originada por actividades

inducida por actividades humanas. Línea de orillas irregular y sinuosa, sin síntomas de alteración en ambos márgenes.			leve inducida por actividades humanas. Línea de orillas irregular y sinuosa, sin alteraciones al menos en una de los márgenes.			humanas. Orillas rectificadas, muy poco sinuosas, consecuencia de obras de canalización sin estructuras rígidas (dragados, escolleras de poca altura, revestimientos vegetales, etc).			humanas. Orillas rectificadas, más o menos rectas, consecuencia de obras de canalización con estructuras rígidas.		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

6. Conectividad lateral de la ribera con el cauce.

Estado Óptimo	Estado Bueno	Estado Regular	Estado Malo
Orillas de muy baja altura respecto al nivel del lecho del cauce. Las riberas se inundan con una periodicidad elevada (avenidas ordinarias que desbordan al menos una vez cada 2 -5 años) sobre un perfil de orilla llano o en condiciones naturales.	Orillas algo sobreelevadas respecto al nivel del lecho. Las riberas se inundan con una periodicidad menor, 5 y 10 años, existiendo una cierta restricción al desbordamiento debido a la regulación de los caudales, a pequeñas elevaciones artificiales de la	Orillas bastante sobreelevadas respecto a nivel del lecho. Las riberas se inundan con muy poca frecuencia, por avenidas con periodos de retorno entre 10 y 30 años, existiendo restricciones al desbordamiento por regulación de los caudales, dragados y/o motas, o por una incisión del	Orillas muy sobreelevadas respecto al lecho del río. Las riberas solo se inundan por avenidas extraordinarias con un periodo de retorno superior a 30 años, y existen fuertes restricciones al desbordamiento por infraestructuras de canalización intensa o por

No existe ninguna restricción al desbordamiento de las aguas.			cota de las orillas sin presencia de motas, o a una incisión del cauce incipiente.			cauce moderada.			incisión del cauce severa.		
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

7. Permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ripario.

Estado Óptimo	Estado Bueno	Estado Regular	Estado Malo
El suelo de las riberas no presenta síntomas de compactación ni sellado (impermeabilización), y se mantienen unas buenas condiciones de infiltración y permeabilidad en su perfil. Ausencia de excavaciones y rellenos. Relieve de las riberas en estado natural.	En las riberas se observan pequeños senderos o espacios compactados por estancia o paso de ganado, vehículos, actividades recreativas, etc. poco intensos, sin actuaciones de sellado, y no existen síntomas de erosión superficial o encharcamientos. Suelos de las riberas laborados para cultivos agrícolas o	Las riberas presentan caminos o espacios continuos muy compactados o sellados que ocupan más del 20% de su superficie, que dificultan la infiltración y regeneración de la vegetación natural. O bien, el perfil del suelo ha sido alterado moderadamente en su	Los suelos de las riberas están compactados o sellados en más del 20% de su superficie, comprometiendo severamente la infiltración de las aguas. O el perfil del suelo ha sido alterado severamente en su composición granulométrica, o son abundantes los materiales alóctonos o el depósito de tierras ajenas a la llanura

			forestales. Excavaciones y rellenos ausentes o muy poco intensas. El relieve de las riberas presenta un grado de alteración ligero.	composición granulométrica o se han introducido materiales alóctonos (escombros, residuos sólidos, etc.). O el relieve de las riberas presentan un grado de alteración moderado por extracciones o acopio de áridos, o por depósito de tierras procedentes de la llanura de inundación (motas de grava).	de inundación. O bien las extracciones de áridos o los movimientos de tierras han modificado severamente el relieve natural de la ribera.						
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Anexo 3. Datos para elaborar la curva hipsométrica e histograma de frecuencia de la microcuenca Carmen y Mónica.

Microcuenca Carmen						
No	Cotas (msnm)			Area (km ²)		
	Mínimo	Máximo	Promedio	Intervalo	Acumulada	% acumulada
1	2339	2426	2383	0,1672	4,7716	100,0000
2	2427	2513	2470	0,4178	4,6044	96,4959
3	2514	2600	2557	0,6178	4,1866	87,7400
4	2601	2688	2645	0,7661	3,5688	74,7925
5	2689	2775	2732	0,6448	2,8027	58,7371
6	2776	2862	2819	0,4923	2,1579	45,2238
7	2863	2949	2906	0,3904	1,6656	34,9065
8	2950	3037	2994	0,4351	1,2752	26,7248
9	3038	3124	3081	0,3729	0,8401	17,6063
10	3125	3211	3168	0,2617	0,4672	9,7913
11	3212	3297	3255	0,1780	0,2055	4,3067
12	3299	3386	3343	0,0275	0,0275	0,5763

Microcuenca Mónica						
N°	Cotas (msnm)			Area (km ²)		
	Mínimo	Máximo	Promedio	Intervalo	Acumulado	Acumulado%
12	3324	3416	3370	0,147	0,147	2,677
11	3231	3323	3277	0,216	0,363	6,628
10	3138	3230	3184	0,259	0,622	11,360
1	2304	2396	2350	0,264	0,885	16,175
9	3046	3137	3092	0,309	1,195	21,827
8	2953	3045	2999	0,392	1,586	28,984
2	2397	2489	2443	0,475	2,062	37,666
7	2860	2952	2906	0,516	2,578	47,093
3	2490	2581	2536	0,596	3,174	57,984
6	2768	2859	2814	0,700	3,874	70,771
4	2582	2674	2628	0,737	4,610	84,233
5	2675	2767	2721	0,863	5,473	100,000

Anexo 4. Estructura y composición de la vegetación riparia en las microcuencas Mónica y Carmen.

Especie	Abundancia%	Relativa%	Dominancia%	IVI %
<i>Alnus acuminata kunth</i>	58,8	30	80,2	56,3
<i>Solanum torvun</i>	8,8	20	6,2	11,7
<i>Solanum asperolanatum</i>	5,8	10	2,6	6,2
<i>Cestrum sendtherianum</i>	11,7	10	2,6	8,1
<i>Ageratina dendroides (spreng)</i>	2,9	10	3,2	5,4
<i>Piper pubinervulum</i>	2,9	10	1,6	4,8
<i>Hedyosmum racemosum</i>	8,8	10	3,5	7,5
Total	100	100	100	100

Cuadro 11. Valor de importancia del tramo Mónica 1.

Especie	Abundancia%	Frecuencia%	Dominancia%	IVI%
<i>Alnus Acuminata Kunth</i>	23,9	14,3	0,6045793	12,9
<i>Phenax Hirtus</i>	19,6	14,3	0,1263389	11,3
<i>Miconia Theaezans</i>	4,3	7,1	0,1833395	3,9
<i>Verbesina Lloensis</i>	6,5	7,1	0,1186338	4,6
<i>Baccharis Latifolio</i>	4,3	7,1	0,2454378	3,9
<i>Guettarda Hirsuta</i>	2,2	7,1	0,0450804	3,1
<i>Abatia Parviflora</i>	2,2	7,1	0,3327059	3,2
<i>Cestrum Sendtherianum</i>	4,3	14,3	0,1818274	6,3
<i>Eucalyptus Globulus Labill</i>	23,9	14,3	98,105002	45,4
<i>Pappobolus Acuminatus</i>	8,7	7,1	0,0570549	5,3
Total	100	100	100	100

Cuadro 12. Cuadro x. Valor de importancia del tramo Santa Urco.

Especie	Abundancia%	Frecuencia%	Dominancia%	IVI%
<i>Roupala Loxensis</i> <i>I.M.Johnst</i>	6,2	10,5	5,5	7,2
<i>Dennstaedtia Globulifera</i> <i>(Poir) Hierar</i>	3,1	5,3	42,9	17,1
<i>Solanum Sp</i>	6,2	5,3	1,2	4,2
<i>Myrsyne Sp</i>	1,5	5,3	0,2	2,4
<i>Faramea Sp1</i>	10,8	5,3	2,7	6,2
<i>Piper Andreanum C.DC.</i>	1,5	5,26	1,4	2,77
<i>Aphelandra Acanthifolia</i>	38,4	10,5	1,9	16,9
<i>Randia Sp2</i>	1,5	5,3	2,6	3,1
<i>Miconia Sp1</i>	4,6	5,3	1,7	3,9
<i>Meriania Sp2</i>	4,6	10,5	6,9	7,4
<i>Piper Aduncum. L.</i>	6,2	10,5	1,6	6,1
<i>Piper Sp1</i>	7,7	5,3	2,1	5,0
<i>Aniba Sp</i>	1,5	10,5	0,3	4,2
<i>Heayosmun Scabrum</i>	6,2	5,3	28,4	13,3
Total	100	100	100	100

Cuadro 13. Cuadro x. Valor de importancia del tramo Espumos

Especie	Abundancia%	Frecuencia%	Dominancia%	IVI %
<i>Aphelandra Acanthifolia</i>	17,2	13,3	1,9	10,8
<i>Alnus Acuminata Kunth</i>	12,1	13,	4,9	10,1
<i>Baccharis Latifolia</i>	18,9	13,3	1,5	11,3
<i>Critroniopsis Pycnantha</i> <i>Tunash</i>	10,3	6,7	1,7	6,2
<i>Palicorea Sp</i>	10,3	13,3	2,4	8,7
<i>Heayosmun Scabrum</i>	3,4	6,7	54,0	21,4
<i>Morelapubescens</i>	18,9	13,3	5,6	12,6
<i>Guettarda Sp</i>	5,2	6,7	1,1	4,3
<i>Alsthofta Sh</i>	3,4	13,3	26,8	14,5
Total	100	100	100	100

Cuadro 14. Valor de importancia del tramo Carmen 1.

Anexo 5. Caracterización de la cobertura vegetal. En función de la leyenda temática de tipos de uso y cobertura de suelo. Adaptado del MAE & MAGAP (2014).

