



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**“PROPIEDADES MORFOLÓGICAS DE SUELOS DE BOSQUES
DE RIVERA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PACHANLICA-
PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para otorgar el grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: ADRIANA GUADALUPE PROAÑO AMAGUAYO

DIRECTOR: Ing. ANDRÉS AGUSTÍN BELTRÁN DÁVALOS MSc

Riobamba - Ecuador

2023

© 2023, Adriana Guadalupe Proaño Amaguayo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Adriana Guadalupe Proaño Amaguayo, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de julio del 2023

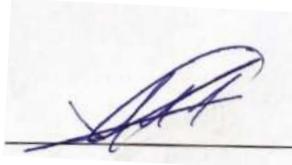


Adriana Guadalupe Proaño Amaguayo

CI: 1804001129

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: el Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**PROPIEDADES MORFOLOGICAS DE SUELOS DE BOSQUES DE RIVERA DE LA MICROCUENCA DEL RIO PACHANLICA-PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”, realizado por la señorita: **ADRIANA GUADALUPE PROAÑO AMAGUAYO**”, ha sido revisado minuciosamente por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Edison Geovanny Orozco Valencia, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		03-07-2023
Ing. Andrés Agustín Beltrán Dávalos, MsC. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN		03-07-2023
Ing. María Soledad Núñez Moreno ASESOR DEL TRABAJO INTEGRACIÓN		03-07-2023

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a todos aquellos que a lo largo de estos años de preparación académica han sido mi soporte y mi motivación. A mis padres Cumandá y Jorge, por brindarme su amor y apoyo incondicional, han sido mi principal ejemplo de esfuerzo y perseverancia. A mi hermano Jair, por su cariño y respaldo y porque espero ser una motivación en su proceso académico. A mi familia, por el apoyo constante y por demostrarles que siempre voy a poder con todo. A mis amigos, por formar parte de mi vida, por ser mi segunda familia y por brindarme ese apoyo y motivación que necesite a lo largo de este proceso. A Aaron, por su amor y apoyo incondicional, por ser mi soporte y compañía en todo momento. A mis ángeles en el cielo, especialmente a Raúl por haber sido un amigo incondicional, por siempre haberme levantado el ánimo cuando lo necesite, porque siempre soñamos llegar cumplir este reto y al fin lo logramos. Finalmente, a mí, porque me lo merezco, porque solo yo sé todo el esfuerzo y sacrificio que me costó llegar a cumplir este anhelado objetivo.

Adriana

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme las puertas y formarme. A mi familia, quienes siempre han estado a mi lado, gracias por su amor incondicional, su apoyo emocional y por ser mi fuente de inspiración y motivación en todo momento. A mis profesores, quienes no solo me transmitieron conocimientos, sino que me brindaron su guía y orientación. Al grupo de investigación GISOCH, por la oportunidad de trabajar en este proyecto. Agradezco especialmente al Ing. Andrés Beltrán, quien confió, motivo y me acompañó en este trabajo de titulación. Gracias por su dedicación, exigencia y compromiso con mi formación académica. A todos los técnicos de laboratorio y mis compañeros tesisistas por el apoyo y la colaboración a lo largo de este proceso.

Adriana

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	5
1.1	Antecedentes de la investigación.....	5
1.2.	Marco teórico.....	6
1.1.2.	<i>Suelos</i>.....	6
1.1.2.1.	<i>Servicios ecosistémicos del suelo.....</i>	6
1.1.2.2.	<i>Clasificación del suelo.....</i>	7
1.2.3.	<i>Propiedades físicas del suelo</i>.....	8
1.2.3.1.	<i>Textura.....</i>	9
1.2.3.2.	<i>Estructura.....</i>	9
1.2.3.3.	<i>Color.....</i>	11
1.2.3.4.	<i>Humedad.....</i>	12
1.2.3.5.	<i>Porosidad.....</i>	12
1.2.3.6.	<i>Densidad real.....</i>	13
1.2.3.7.	<i>Densidad aparente.....</i>	13
1.2.3.8.	<i>Consistencia.....</i>	13
1.2.4.	<i>Propiedades químicas del suelo</i>.....	13
1.2.4.1.	<i>Capacidad de intercambio catiónico (CIC).....</i>	14
1.2.4.2.	<i>pH.....</i>	14
1.2.4.3.	<i>Conductividad eléctrica (CE).....</i>	15
1.2.4.4.	<i>Materia orgánica.....</i>	15
1.2.5.	<i>Granulometría del suelo</i>.....	16
1.2.5.1.	<i>Diagrama de granulometría.....</i>	16
1.2.6.	<i>Análisis de granulometría</i>.....	18
1.2.6.1.	<i>Ley de Stokes.....</i>	18
1.2.6.2.	<i>Método de Bouyoucos-Day.....</i>	19
1.2.7.	<i>Bosques de ribera</i>.....	19

1.2.7.1.	<i>Vegetación de los bosques de ribera</i>	19
1.2.7.2.	<i>Servicios ecosistémicos de los bosques de ribera</i>	20
1.2.7.3.	<i>Importancia de los bosques de ribera</i>	21
1.3.	Bases conceptuales	22
1.3.1.	<i>Suelo</i>	22
1.3.2.	<i>Bosque de ribera</i>	22
1.3.3.	<i>Propiedades morfológicas</i>	23
1.3.4.	<i>Granulometría</i>	23
1.3.5.	<i>Hidrómetro</i>	23
1.3.6.	<i>Textura</i>	23
1.3.7.	<i>Estructura</i>	24

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLOGICO	25
2.1.	Área de estudio	25
2.1.1.	<i>Ubicación de la microcuenca del rio Pachanlica</i>	25
2.1.2.	<i>Población de estudio</i>	26
2.2.	Muestra	26
2.2.1.	<i>Tamaño y selección de muestra</i>	26
2.2.2.	<i>Método de muestreo</i>	26
2.4.	Materiales y equipos	27
2.4.1.	<i>Materiales de muestreo en campo</i>	27
2.4.2.	<i>Materiales y equipos de laboratorio</i>	28
2.4.3.	<i>Reactivos</i>	30
2.5.	Análisis de Morfología	31
2.5.1.	<i>Descripción del sitio</i>	31
2.5.2.	<i>Determinación de Color</i>	34
2.5.3.	<i>Determinación de textura por Método de Bouyoucos-Day</i>	35
2.5.5.	<i>Determinación de la estructura del suelo</i>	37
2.5.5.1.	<i>Determinación del tipo</i>	38
2.5.5.2.	<i>Determinación del grado</i>	39
2.5.5.3.	<i>Determinación del tamaño</i>	40
2.5.6.	<i>Determinación de la consistencia del suelo</i>	41
2.5.6.1.	<i>Determinación de la resistencia a la ruptura</i>	42
2.5.6.2.	<i>Determinación de la forma o clase de fractura</i>	43
2.5.6.3.	<i>Determinación de la adherencia del suelo</i>	45

2.5.6.4.	<i>Determinación de la plasticidad del suelo</i>	45
2.5.7.	<i>Determinación de densidad aparente</i>	46
2.5.8.	<i>Determinación de densidad real</i>	47
2.5.9.	<i>Determinación de la porosidad total</i>	50
2.5.10	<i>Determinación de porcentaje de raíces</i>	50

CAPITULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	51
3.1.	Descripción e identificación de la zona	51
3.1.1.	<i>Fecha del muestreo</i>	51
3.1.2.	<i>Localización de los puntos</i>	51
3.1.3.	<i>Codificación de cada punto a muestrear</i>	51
3.1.4.	<i>Información geomorfológica</i>	52
3.2.	Color	56
3.3.	Distribución porcentual de fracciones granulométricas	59
3.3.1.	<i>Clases texturales de los suelos</i>	59
3.4.	Estructura	61
3.4.1.	<i>Grado</i>	61
3.4.2.	<i>Tipo</i>	63
3.4.3.	<i>Tamaño</i>	65
3.4.4.	<i>Resistencia a la ruptura</i>	67
3.5.	Consistencia	69
3.5.1.	<i>Fractura del suelo</i>	70
3.5.1.1.	<i>Fragilidad</i>	70
3.5.1.2.	<i>Fluidez</i>	72
3.5.1.3.	<i>Untuosidad</i>	74
3.5.2.	<i>Deslizamiento</i>	76
3.5.2.1.	<i>Adherencia</i>	76
3.5.2.2.	<i>Plasticidad</i>	78
3.6.	Densidad aparente, real y porosidad total	80
3.7.	Porcentaje de raíces	81
	CONCLUSIONES	84
	RECOMENDACIONES	86

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación de suelos	7
Tabla 1-2:	Clasificación de las Estructuras del suelo	10
Tabla 1-3:	Relación entre color y propiedades del suelo.....	11
Tabla 1-4:	Clasificación de los suelos según su conductividad eléctrica	14
Tabla 1-5:	Clasificación de la acidez del suelo	14
Tabla 1-6:	Clasificación de los suelos según su CE.....	15
Tabla 1-7:	Porcentaje de materia orgánica en suelos	15
Tabla 1-8:	Sistema de clasificación para el tamaño de fracciones granulométricas	16
Tabla 1-9:	Rango de variación porcentual de los contenidos de arena, arcilla y limo	17
Tabla 2-1:	Materiales para muestreo en campo.....	27
Tabla 2-2:	Materiales y Equipos para análisis en laboratorio.....	28
Tabla 2-3:	Reactivos para uso de laboratorio.....	30
Tabla 2-4:	Clase de estrato del agua en suelos.....	32
Tabla 2-5:	Tipos de cubiertas vegetales	32
Tabla 2-6:	Dificulta de excavación	34
Tabla 2-7:	Criterios para la determinación del tipo de estructura del suelo	38
Tabla 2-8:	Criterios para la determinación del grado de estructura del suelo.....	39
Tabla 2-9:	Criterios para la determinación del tamaño de estructura del suelo	40
Tabla 2-10:	Criterios para la determinación de la resistencia a la ruptura para agregados del suelo	42
Tabla 2-11:	Criterios para la determinación de la forma o clase de fractura del suelo	43
Tabla 2-12:	Criterios para la determinación de la adherencia del suelo	45
Tabla 2-13:	Criterios para la determinación de la plasticidad del suelo	46
Tabla 2-14:	Densidad del agua a diferentes temperaturas	49
Tabla 3-1:	Localización geográfica de los puntos a muestrear	51
Tabla 3-2:	Codificación aplicada a los puntos de muestreo	52
Tabla 3-3:	Forma de la pendiente y dificultad de excavación de los puntos de muestreo	52
Tabla 3-4:	Estrato del agua y cubierta vegetal de los puntos de muestreo	55
Tabla 3-5:	Color del suelo	56
Tabla 3-6:	Clases texturales de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica	59
Tabla 3-7:	Grado de estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica.....	61
Tabla 3-8:	Tipo de estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica	63
Tabla 3-9:	Tamaño de estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica	65

Tabla 3-10: Resistencia a la ruptura de estructura de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica	67
Tabla 3-11: Fragilidad de estructura de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica	70
Tabla 3-12: Fluidez de estructura de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica.....	72
Tabla 3-13: Untuosidad de estructura de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica	74
Tabla 3-14: Adherencia de la estructura de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica ...	76
Tabla 3-15: Plasticidad de la estructura de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica	78
Tabla 3-16: Representación porcentual de la plasticidad de la estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica.....	79
Tabla 3-17: Densidad aparente, real y porosidad total de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica.	80
Tabla 3-18: Porcentaje de raíces en muestras de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Tamaños de las partículas del suelo	9
Ilustración 1-2:	Compartimentos de los poros	11
Ilustración 1-3:	Compartimentos de los poros	13
Ilustración 1-4:	Triangulo de texturas USDA	17
Ilustración 1-5:	Servicios ecosistémicos de bosques de ribera.....	21
Ilustración 1-6:	Funciones ecológicas de un bosque de ribera	22
Ilustración 2-1:	Localización de los puntos de muestreo.....	25
Ilustración 2-2:	Toma de muestras en campo	27
Ilustración 2-3:	Forma de la pendiente	31
Ilustración 2-4:	Procedimiento para determinación de color del suelo	34
Ilustración 2-5:	Preparación de la solución dispersante	35
Ilustración 2-6:	Preparación de la suspensión con muestra de suelo.....	35
Ilustración 2-7:	Triangulo de texturas USDA	37
Ilustración 2-8:	Referencias para la determinación del tipo de estructura.....	39
Ilustración 2-9:	Referencias para la determinación del tamaño de los agregados del suelo	41
Ilustración 2-10:	Referencias para la determinación de la resistencia a la ruptura para agregados del suelo	43
Ilustración 2-11:	Determinación de la densidad real.....	48
Ilustración 2-12:	Determinación de porcentaje de raíces	50
Ilustración 3-1:	Relación de la forma de la pendiente entre zonas de bosque de ribera del río Pachanlica.....	54
Ilustración 3-2:	Relación de la dificultad de excavación entre suelos de bosque de ribera del río Pachanlica.....	54
Ilustración 3-3:	Relación de cubierta vegetal de bosque de ribera del río Pachanlica	56
Ilustración 3-4:	Representación porcentual de colores predominantes en muestras secas de los suelos de bosque de ribera del río Pachanlica	58
Ilustración 3-5:	Representación porcentual de colores predominantes en muestras húmedas de los suelos de bosque de ribera del río Pachanlica	59
Ilustración 3-6:	Representación porcentual de las texturas de suelo de los bosques de ribera del río Pachanlica	61
Ilustración 3-7:	Representación porcentual del Grado de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica	63
Ilustración 3-8:	Representación porcentual del Tipo de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica	65

Ilustración 3-9:	Representación porcentual del Tamaño de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica.....	67
Ilustración 3-10:	Representación porcentual de la resistencia a la ruptura de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica	69
Ilustración 3-11:	Representación porcentual de la fragilidad de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica.....	71
Ilustración 3-12:	Representación porcentual de la fluidez de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica.....	73
Ilustración 3-13:	Representación porcentual de la untuosidad de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica.....	75
Ilustración 3-14:	Representación porcentual de la adherencia de la estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica	77

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 1
ANEXO B	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 2
ANEXO C	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 3
ANEXO D	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 4
ANEXO E	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 5
ANEXO F	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 6
ANEXO G	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 7
ANEXO H	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 8
ANEXO I	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 9
ANEXO J	CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 10
ANEXO K	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO
ANEXO L	ANÁLISIS DE LABORATORIO
ANEXO M	ANÁLISIS DE TEXTURA POR EL MÉTODO DE BOUYOCOS DAY

RESUMEN

El río Pachanlica localizado en la provincia de Tungurahua actualmente sufre de contaminación debido a descargas no reguladas, actividades humanas y desarrollo industrial en la zona; afectando directamente a los bosques de ribera. El objetivo de la presente investigación fue caracterizar las propiedades morfológicas de los suelos de los bosques de ribera en la microcuenca del río Pachanlica. Se realizaron muestreos en 10 puntos de la microcuenca, obteniendo un total de 40 muestras para analizar. Para determinar la textura se utilizó el método de Bouyoucos Day y para el resto de las características se utilizó el Manual para la descripción y muestreo de suelos de Schoeneberger; además, parámetros como: color, consistencia, densidad aparente, densidad real y porosidad total de los suelos. Se encontró que la textura predominante en los bosques de ribera fue "franco-arenosa" en el 75% de las muestras analizadas. Además, se observó una variabilidad significativa en el color, la consistencia y la densidad de los suelos. Se elaboraron cartillas de información con el propósito de identificar y clasificar los bosques de ribera, así como conocer las zonas más vulnerables. Estas cartillas serán una herramienta importante para la aplicación de planes de restauración y mejora de la calidad de los bosques de ribera, lo cual contribuirá a la protección del río Pachanlica. En conclusión, esta investigación permitió obtener información detallada sobre las propiedades morfológicas de los suelos de los bosques de ribera en la microcuenca del río Pachanlica. El elaborar estas cartillas será de gran aporte para el proyecto que encamina el Honorable Consejo Provincial conjunto con la ESPOCH, ya que, al contar con la información presentada, se facilitará el estudio y la identificación de las áreas más vulnerables lo que permitirá que se apliquen planes para la restauración de áreas degradadas y mejore la calidad del río Pachanlica.

Palabras clave: <MORFOLOGÍA>, <BOUYOUCOS DAY>, <BOSQUES DE RIVERA>, <GRANULOMETRÍA>, <TEXTURA>, <SUELOS>, <CARTILLAS DE INFORMACIÓN>.

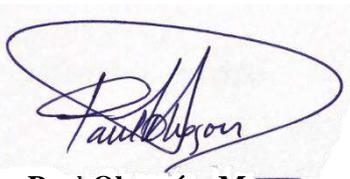
1616-DBRA-UPT-2023



SUMARY

The Pachanlica River, located in the province of Tungurahua, currently suffers from contamination due to unregulated discharges, human activities and industrial development in the area, directly affecting riparian forests. This research aimed to characterize the morphological properties of the riparian forest soils in the Pachanlica River micro-watershed. Sampling was carried out in 10 points of the micro-basin, obtaining a total of 40 samples to analyze. To determine the texture, the Bouyoucos Day method was used, and for the rest of the characteristics, the Schoeneberger Manual for the description and sampling of soils was used; in addition, parameters such as colour, consistency, apparent density, absolute density and total porosity of the soils. The predominant texture in the riparian forests was "loamy-sandy" in 75% of the samples analyzed. In addition, significant variability in the soils' colour, consistency and density was observed. Information booklets were prepared with the purpose of identifying and classifying riparian forests, as well as knowing the most vulnerable areas. These booklets will be an essential tool for applying restoration plans and improving the quality of riparian forests, which will contribute to the protection of the Pachanlica River. In conclusion, this research allowed obtaining detailed information on the morphological properties of the riparian forest soils in the Pachanlica River micro-watershed. The elaboration of these primers will significantly contribute to the project that the Honorable Provincial Council directs jointly with the ESPOCH since the information presented will facilitate the study and identification of the most vulnerable areas, which will allow them to be applied plans for restoring degraded areas and improving the Pachanlica River's quality.

Palabras clave: <MORFOLOGÍA>, <BOUYOUCOS DAY>, <BOSQUES DE RIVERA>, <GRANULOMETRÍA>, <TEXTURA>, <SUELOS>, <CARTILLAS DE INFORMACIÓN>.



Ing. Paul Obregón. Mgs

0601927122

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso fundamental para la vida en la tierra, siendo un soporte de la vegetación, los ecosistemas y de la vida en general, posee un papel importante respecto a la regulación del clima y en la purificación del agua. La morfología de los suelos, entendida como la descripción de su estructura y las características físicas y químicas que la componen (Zúñiga et al. 2018, p. 184), el estudiar esta área es esencial ya que nos ayudara a comprender la formación de los suelos, su relación con el clima, la topografía, la geología y biología y finalmente como se puede manejar de forma sostenible para garantizar la prolongación de un uso sustentable a largo plazo.

La investigación del suelo ha sido una disciplina de constante evolución y desarrollo con la finalidad de entender la complejidad y el papel en el sustento de la vida. Existen diferentes métodos para el análisis de la morfología de los suelos en general, para fines de esta investigación de tomo la metodología de (Schoeneberger et al. 2002, p. 85), debido a que en la guía de análisis encontramos los aspectos más importantes a considerar. De acuerdo con la metodología elegida, se analizarán propiedades morfológicas del suelo, color, clase textural, estructura, consistencia en húmedo y en seco y cantidad de raíces.

La determinación de la textura de los suelos es uno de los aspectos más importantes en los análisis del suelo en general, ya que esta tiene una gran influencia en la capacidad del suelo para la retención del agua nutrientes y aire, Para la determinación de la clase textural existen diversos métodos, pero el más utilizado y aceptado ampliamente es el método de Bouyoucos Day (Maldonado 2016, p. 2), debido a que es un método de bajo costo y de fácil aplicación. Este método fue desarrollado en la década de 1920 y se basa en la separación de las partículas del suelo en tres categorías: arena, limo y arcilla mediante la dispersión de partículas del suelo en el agua, con la ayuda de un hidrómetro se mide la densidad de la suspensión para determinar la proporción de cada tipo en las muestras a analizar (Medina Gonzáles et al. 2007, p. 21). Este método es influenciado por factores ambientales como la temperatura, agitación de la suspensión, valores que pueden afectar los resultados y no se sigue correctamente la guía.

La conservación de los bosques de ribera se ha convertido en una preocupación mundial debido a su gran importancia ecológica y su valor para la sociedad. Los bosques de ribera o bosques riparios se encuentran en las zonas de transición entre los ríos y suelos adyacentes (Granados-Sánchez et al. 2006, p. 55), son un hogar de una gran variedad de flora y fauna la cual depende de este tipo de ecosistemas para su conservación y supervivencia. A pesar de su importancia, estos bosques se han visto afectados por múltiples amenazas tales como la urbanización, la agricultura intensiva, la tala de árboles y la contaminación del agua (Núñez-Avellaneda et al. 2019, p. 14). Como resultado,

los bosques de ribera se han reducido significativamente a nivel mundial, esto conlleva la pérdida de hábitats, extinción de especies y la disminución de la calidad del agua.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con el paso del tiempo, los recursos hídricos de nuestro país requieren de análisis fundamentales para detectar la contaminación debido a que existen diversos factores que modifican el estado de este recurso, ocasionando así efectos directos para la población y el medio ambiente. La microcuenca del río Pachanlica se encuentra ubicada en la Provincia Tungurahua, nace del deshielo de los nevados Chimborazo y Carihuairazo, se alimenta de los afluentes del río Mocha y de la quebrada Olalla y su desembocadura es el río Ambato a aproximadamente 2240 m.s.n.m (Sarango 2013, p. 35) y con una superficie de 40036,18ha (Flores 2022, p. 5). Esta microcuenca atraviesa y abastece a seis cantones de la provincia (Quero, Tisaleo, Pelileo, Mocha, Ambato y Cevallos) (Puente 2015, p. 4). La microcuenca del río Pachanlica a través de los años acarrea una problemática de deterioro de su calidad debido a la falta de regulación de descargas, de actividades antropogénicas, del desarrollo industrial a lo largo de la microcuenca, expansiones agrícolas, entre otras, las cuales afectan de manera directa a los ecosistemas aledaños y a la salud de las poblaciones que se benefician de dicha fuente (Ante, Pilatasig 2020, p. 5). La contaminación de los bosques de ribera es directamente proporcional a la contaminación de las aguas, ya que estos son fundamentales para la conservación de la calidad del cauce hídrico, son protectores del equilibrio ecológico (Hoyos, Coronel 2018, p. 18) y en la actualidad debido a la frontera agrícola y a otras actividades se presentan alteraciones en ellos.

Mencionado esto, las autoridades competentes de la provincia actualmente buscan la restauración del río Pachanlica mediante la aplicación de diversos estudios previos para identificar los puntos críticos y buscar una solución a estos los cuales permitan mejorar la calidad de la fuente y a la vez la calidad de vida de los habitantes.

JUSTIFICACIÓN

Para el desarrollo de la vida, el agua es el elemento fundamental pero debido a malas gestiones y al crecimiento industrial se ha visto afectada generando una problemática ambiental que abarca la contaminación directa del agua, la degradación de los suelos, pérdida de ecosistemas y vegetación. La microcuenca del río Pachanlica es una unidad ambiental correspondiente a la provincia de Tungurahua, su importancia radica en los servicios ecosistémicos que brinda por su influencia hídrica, asentamientos humanos, crecimiento industrial, actividades agrícolas y ganaderas, entre otras. En la actualidad los bosques de ribera se encuentran afectados por el uso

del suelo, la deforestación y la contaminación, produciendo alteraciones en su composición y en la diversidad de estos (Hoyos, Coronel 2018, pp. 18–19).

El Honorable Consejo Provincial de Tungurahua junto con otros entes pertinentes buscan la restauración de la microcuenca del río Pachanlica, generando su primer acercamiento con la carrera de Ingeniería Ambiental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y firmando el convenio: “*CONVENIO MARCO DE COOPERACIÓN ENTRE EL H. GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA, LA CORPORACION DE DESARROLLO DE AMBATO Y TUNGURAHUA, LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, LA MANCOMUNIDAD DEL FRENTE SUR OCCIDENTAL DE TUNGURAHUA Y LA FUNDACION CIRCULAR BY ICHTHON PARA LA ARTICULACIÓN DE PROYECTOS DE INTERVENCIÓN EN LA CUENCA DEL RIO PACHANLICA*”. El mismo pretende aplicar programas de restauración ecológica a lo largo de la microcuenca. Para esto es necesario que previamente se realicen estudios de campo para determinar los sitios críticos e identificar las principales fuentes de contaminación y de esta forma aplicar directrices eficaces para la recuperación y restauración del río Pachanlica y sus zonas ribereñas.

Este proyecto de investigación va enfocado a el análisis de las propiedades morfológicas de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica. En los sectores que abarca la microcuenca no existen estudios que permitan el conocimiento de la conformación estructural de los suelos, por lo que se ve la necesidad de realizar este estudio para obtener dicha información la cual ayudara a que se apliquen correctas y eficientes acciones para la restauración de esta microcuenca.

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar las propiedades morfológicas de los suelos de bosques de rivera de la microcuenca del rio Pachanlica-Provincia de Tungurahua

Objetivos específicos

- Evaluar la granulometría de los suelos de bosques de ribera de la microcuenca del río Pachanlica mediante la aplicación del método de Bouyoucos-Day.
- Describir la morfología y estructura de los suelos de bosques de ribera de la microcuenca del río Pachanlica.

- Elaborar cartillas de información de las propiedades morfológicas de los suelos de bosques de ribera de la microcuenca del río Pachanlica.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes de la investigación

Respecto a estudios de morfología de los bosques de ribera en el Ecuador son nulos, por lo que para comprender el presente trabajo de investigación es relevante considerar estudios respecto a bosques de ribera y a morfología de suelos que finalmente se puedan complementar para la comprensión de esta investigación. El principal estudio que se ha considerado es el de los autores (Zúñiga et al. 2018, p. 8), donde se describieron morfológicamente 42 horizontes del suelo para analizar diversos parámetros, de los cuales se realizó in situ, determinaron la coloración de los horizontes seleccionados, la clase textural, profundidad efectiva y el espesor de cada horizonte. Utilizaron la metodología propuesta por (Schoeneberger et al. 2002, p- 7) para la determinación de propiedades morfológicas del suelo tales como el color, clase textural, estructura, tamaño y cantidad de raíces, consistencia en húmedo y saturado, forma y nitidez de los límites de los horizontes y aspectos observables del suelo. Donde se demostró que la densidad aparente del suelo vario entre 0.13 a 1.35 Mg m⁻³, determinaron que en los suelos profundos se observaba una coloración más oscura en evidencia de mayor acumulación de carbono orgánico y describieron todos los parámetros en cartillas informativas de suelo, las cuales permitieron informar y crear conciencia en los pobladores de la importancia del suelo para el buen vivir.

Otra investigación respecto a propiedades del suelo, realizado por la autora (Pinzón. 2021, p. 16), en Paramos de los cuales se tomó 15 muestras de suelos con dinámicas pedológicas donde se realizó análisis respecto a textura donde de acuerdo a la investigación se determinó que los suelos representan textura desde franco arcillosa hasta franco arenosa, estabilidad de agregados la cual se hizo solo en horizontes minerales, porosidad la cual se determinó utilizando una tomografía computarizada para tener mayor precisión, humedad la cual es una de las propiedades más importantes dentro de esta investigación ya que fue relevante conocer la cantidad de agua que retienen los suelos, densidad aparente la cual varía dependiendo el uso del suelo y temperatura edáfica la cual es un factor importante para la caracterización del medio físico del suelo, la aireación, actividad microbiana y reacciones biogeoquímicas del suelo.

Finalmente se tomó un estudio respecto al estado actual en el que se encuentra el rio Pachanlica para así tener una referencia del proyecto que pretende poner en marcha el Honorable Consejo Provincial del Tungurahua, esta investigación se realizó por (Ante, Pilatasig 2020, p. 11), donde se determinó la calidad del agua a por bioindicadores (macroinvertebrados) e índices biológicos

como: índice (BMWP/Col), Índice (EPT), (ABI) y el Índice de diversidad y abundancia de Shannon –Weaver; se estableció 3 puntos de muestreo a lo largo del cauce y luego se realizó un análisis por medio de los métodos mencionados anteriormente. Se identificó 284 individuos de macroinvertebrados acuáticos con diferentes familias y ordenes, como resultados de acuerdo con los valores dados por cada índice se determinó que la calidad del agua del río Pachanlica se encuentra en categoría crítica y que este estado varía de acuerdo con las actividades antrópicas de los sectores por donde recorre el cauce.

1.2. Marco teórico

1.1.2. Suelos

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre (Ortiz 2015, p. 51), considerado como un recurso básico para el sustento de la vida. A lo largo de los años y tras muchos estudios se conoce que en la actualidad el suelo se encuentra amenazado por diversos factores de tal forma que se busca conservarlo para las generaciones futuras (Amaguaya 2015, p. 12).

Se ha demostrado que el suelo es un sistema vivo, dinámico y renovable (Bravo et al. 2017, p. 249) el cual se forma a partir de roca madre y tras ser sometida a procesos de meteorización y edafización logra transformarse en partículas pequeñas que a través de los años obtiene la acumulación de materia orgánica y minerales (Ticona 2019, p. 3).

Visto desde este punto, se considera al suelo como un factor indispensable y determinante para el funcionamiento y la estructura de diversos ciclos tales como el del agua, aire y nutrientes (FAO 2018, p. 6).

1.1.2.1. Servicios ecosistémicos del suelo

El suelo presenta varios servicios ecosistémicos ya que este alberga al menos una cuarta parte de la biodiversidad del planeta (Balvanera, Cotler 2009, p. 187), en estos servicios intervienen procesos y funciones que se desarrollan de forma imperceptible ante el ojo humano y a la vez generan beneficios tanto ecológicos como cultural o económicos, entre estos tenemos la regulación de las inundaciones, sequías, sustento y formación del sustrato, la producción de alimentos, conservador de agua dulce, captor de carbono, regulador climático, suministro para construcciones y entre otros que ayudan con el equilibrio del planeta. (FAO 2018, pp. 7–8)

1.1.2.2. Clasificación del suelo

El clasificar los suelos surgió desde la problemática de la degradación de la tierra, así como de la preocupación ante la sustentabilidad de la población, por lo que la FAO junto con la UNESCO, UNEP y la ISSS decidieron desarrollar una Base Internacional de Referencia para la Clasificación de Suelos (IRB) para dar a conocer de forma global los criterios para definirlos y separarlos. Luego de varias reuniones se renombró como Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) la cual se conoce hasta la actualidad. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2008, pp. 1–3)

En los años 1980 y 1981 se fijaron los principios que establecen la WRB, los más destacados son:

- Para clasificar suelos se considera las propiedades definidas en términos de horizontes, propiedades y materiales para su diagnóstico, los cuales son medidos y observados en campo.
- Para seleccionar las características del suelo se consideran los procesos de formación de tal forma que se obtengan criterios de diferenciación.
- No se aplicarán parámetros climáticos para clasificarlos.
- Esta base de clasificación no sustituye sistemas nacionales de clasificación de suelos, se considera únicamente como un denominador de comunicación internacional.
- Se utiliza términos tradicionales dentro de la nomenclatura de clasificación para que sea de fácil identificación y evitar confusiones. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2008, pp. 3–4)

Dentro de este sistema de clasificación se consideran 12 órdenes principalmente conocidos:

Tabla 1-1: Clasificación de suelos

<i>Clasificación de suelos</i>	
<i>Orden</i>	<i>Características</i>
Vertisoles	Suelos jóvenes encontrados en la superficie del perfil, arcillosos, poco profundos, suelen ser fértiles y de coloración oscura.
Entisoles	Suelos jóvenes de coloración clara, poco fértiles, su textura se encuentra entre arenosa y arcillosa, poco profundos, generalmente son usados para conservación de flora y fauna.
Andisoles	Suelos de origen volcánico altamente alterados con presencia de complejos aluminicos-húmicos e imogolita, su coloración varía de clara a oscura y contiene materia orgánica, buena fertilidad por lo que son aptos para cultivos.
Inceptisoles	Suelos en estado inicial que suelen ser poco o muy profundos ya que proviene de cenizas volcánicas y sedimentos aluviales o fluviales, su coloración varía entre suelos claros y oscuros, su textura va desde arena franca hasta arcillosa.

Molisoles	Suelos en estado joven o maduro, presentan coloraciones oscuras, provenientes de sedimentos de origen volcánico o aluviales, su textura va desde franco arenosa hasta franco arcillosa y arcillosa, son suelos ricos en humus por lo que son fértiles.
Alfisoles	Suelos maduros con una coloración clara u oscura dependiendo la acumulación de arcilla, poco profundos, su estructura va desde arcillosa hasta franco arcillosa y franco arenoso, de baja fertilidad.
Ultisoles	Provenientes de sedimentos fluviales y aluviales, poco profundos, su textura va desde franco arcillosa hasta arcillosa, de coloraciones oscuras o claras, de baja fertilidad.
Espodosoles	Suelos formados de materia orgánica y sesquióxidos de aluminio provenientes de acumulaciones de iluviación, de coloraciones claras, su estructura varía entre arenosa, franco arenosa y limosa, se encuentran en climas fríos y son de baja fertilidad.
Gelisoles	Suelos jóvenes, se encuentran en perfiles de bajas temperaturas y en su superficie se encuentra el permafrost.
Oxisoles	Suelos muy maduros y profundos, de coloración clara, de baja fertilidad, con presencia de materia orgánica dependiendo la ubicación del perfil, presentan una alta porosidad.
Histosoles	Suelos provenientes de sedimentos lacustres y fluviales, muy profundos, con alta presencia de materia orgánica, de coloración oscura, su textura va desde franco limosa hasta franco arcillo limosa, generalmente se encuentra en áreas de pantano.
Aridisoles	Suelos secos, de coloraciones claras, carecen de materia orgánica y generalmente su superficie constituye desiertos.

Fuente: (Pereira et al. 2011)

Realizado por: Proaño Adriana, 2022

1.2.3. Propiedades físicas del suelo

El conocer las propiedades del suelo nos brindan una herramienta informativa para medir de la calidad de estos y a la vez para tomar medidas preventivas, restaurativas y de mejoramiento con la finalidad de evitar su degradación (García et al. 2012, p. 129).

Las propiedades físicas del suelo tienen un papel fundamental en el desarrollo y rendimiento de la vida (Rodríguez 2021, p. 2), debido a que el hombre se sujeta a su uso. Las condiciones físicas de los suelos están determinadas por la rigidez y la fuerza de sostenimiento, por la facilidad que tengan las raíces para su penetración, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, su plasticidad y la retención de nutrientes (Rucks et al. 2004, p. 2).

A continuación, se detallan las propiedades físicas que se consideran importantes para evaluar la calidad del suelo:

1.2.3.1. Textura

Es la relación entre porcentajes de diferentes fracciones de las cuales sus combinaciones se pueden agrupar por tamaños de partículas o clases texturales (Cunalata, Inga 2012, p. 30). La composición de los suelos es por fracciones y partículas minerales de diversos tamaños los cuales delimitan el tránsito del aire, del agua y del enraizado de la vegetación (Abarca, Zumba 2021, p. 18). Se considera un suelo con buena textura a aquel que favorezca con la fijación del sistema radículas y la nutrición de las plantas (Bermeo, Correa 2020, p. 12).

La textura es en sí la composición granulométrica de una fracción del suelo, la cual es importante para cualquier estudio que requiera conocer el tamaño de las partículas del suelo ya que esta característica afecta tanto a la superficie como al número y tamaño de poros.

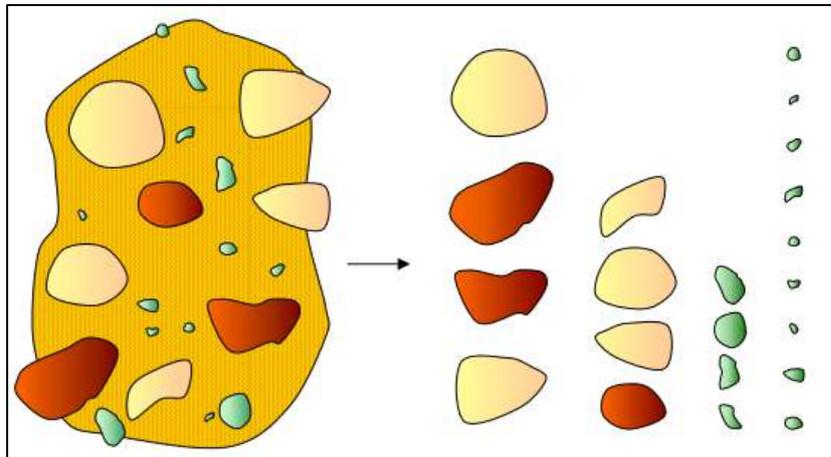


Ilustración 1-1: Tamaños de las partículas del suelo

Fuente: (Jordán López 2005, p. 80)

1.2.3.2. Estructura

Caracterización geométrica de los agregados del suelo los cuales están formados por fracciones granulométricas tales como arena, arcilla y limo. Por lo que se define a la estructura como el arreglo de las partículas del suelo, estos determinan el espacio presente entre sí (Rucks et al. 2004, p. 5). A continuación, se presentan los tipos de estructura:

Tabla 1-2: Clasificación de las Estructuras del suelo

<i>Estructuras del suelo</i>	
<i>Tipo</i>	<i>Clasificación</i>
Según la forma y disposición de los agregados	Laminar
	Prismática Columnar
	En bloques y esferoidal
	Granular
Según el estado de agregación	Nula
	Débil
	Moderada
	Fuerte
Según el tamaño de los agregados	Muy fina
	Fina
	Media
	Grueso
	Muy gruesa

Fuente: (Abarca, Zumba 2021, pp. 17–18).

Es de gran importancia en los estudios de campo ya que permite diferenciar un suelo de un material geológico. Se considera que la estructura más que ser una propiedad, es un estado del suelo, de esta manera se puede definir que la estructura es la disposición espacial de las partículas del suelo (Jordán López 2005, p. 68).

Existe una clasificación de la estructura de los suelos en función a las partículas y su interacción:

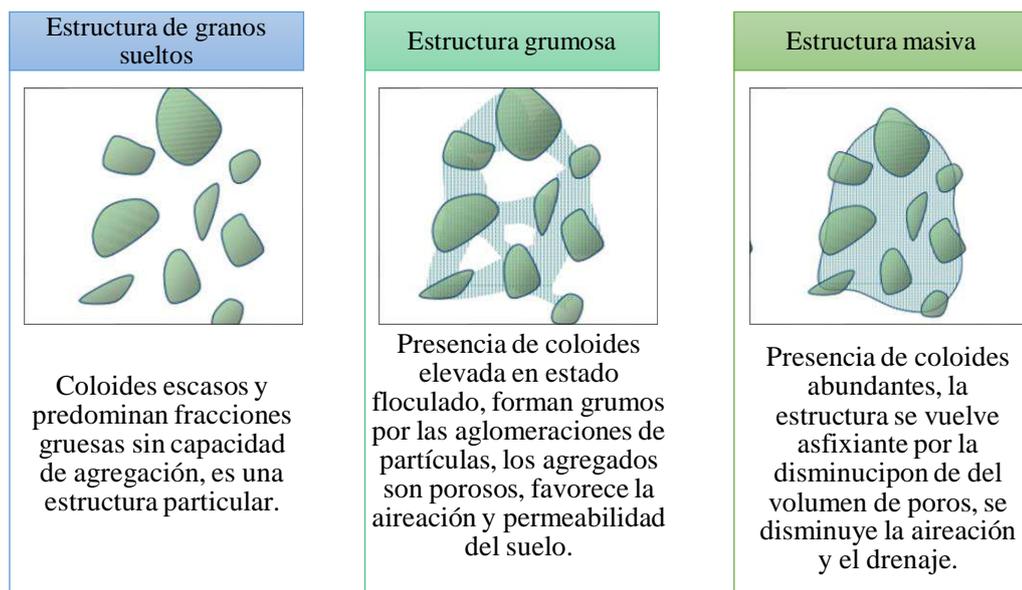


Ilustración 1-2: Compartimentos de los poros

Realizado por: Proaño Adriana, 2023

Fuente: (Jordán López 2005, p. 80)

1.2.3.3. Color

Característica del suelo la cual depende de la composición tanto química como física de los agregados. Este se hereda de los procesos edáficos del suelo (Cujilema, Piguabe 2020, p. 8).

La colorimetría del suelo dependerá de las propiedades que este posea, por lo que de esta manera es posible diferenciar los distintos tipos de horizontes presentes en un mismo suelo o perfil de suelo.

Tabla 3-1: Relación entre color y propiedades del suelo

Color	Propiedades del suelo
Oscuro o negro	Debido a la presencia de materia orgánica, característico de horizontes A y en ocasiones de horizonte Bh. Esta característica es atribuida por la presencia de hierro y de manganeso.
Claro o blanco	Debido a la presencia de carbonatos de calcio y magnesio o yeso. Se presentan de manera continua o discontinua en forma de nódulos, es común en los horizontes E en consecuencia del lavado de las arenas.
Pardo amarillento	Debido a la presencia de óxidos de hierro hidratados geothita y fracciones de arcilla o materia orgánica.
Rojo	Se presencia este tono como consecuencia de la alteración de minerales de arcilla, se liberan óxidos férricos y se ve favorecido en climas cálidos

	con estaciones intensas, este color indica un suelo bien drenado, con condiciones para formar óxidos. Común en los horizontes Bw o Bt.
Grisés y abigarrados	Debido a la presencia de compuestos ferrosos y férricos, estos colores son propios de suelos con condiciones alternantes de reducción y oxidación. El abigarrado se presenta como manchas de colores rojos, amarillo y grises, aparecen en suelos que se encharcan durante un periodo del año, o también debido a la actividad de raíces en condiciones de encharcamiento.
Gris y verdoso azulado	Debido a la presencia de compuestos como el hidróxido de hierro y arcillas saturadas de ion ferroso. Característico de suelos que padecen de intensa hidromorfía. Son indicativos de falta de oxígeno y baja porosidad.
Violeta	Indicativo de presencia de yeso.

Fuente: (Jordán López 2005, p. 80)

1.2.3.4. *Humedad*

Denominada como capacidad de campo, esta característica depende de la textura y estructura del suelo (Zotarelli et al. 2013, p. 18). La retención de la humedad del suelo considera parámetros tales como el movimiento del agua hacia el centro del suelo, la capacidad de almacenaje de humedad y la disponibilidad de la humedad de los suelos; estos se relacionan con el tamaño y la distribución de los poros del suelo (Cunalata, Inga 2012, pp. 29–30).

1.2.3.5. *Porosidad*

Indicador de capacidad de almacenamiento del agua, esta determina los procesos de infiltración y escurrimiento del agua, esta característica depende de la morfología de los suelos y de cómo estos se encuentren agregados, de esta forma se conoce tres categorías las cuales son porosidad submicroscópica, porosidad microscópica o capilar y macroporosidad (Rodríguez 2021, pp. 23–24).

La porosidad de los suelos se encuentra condicionada por la textura y la estructura, el volumen de los poros se expresa como un porcentaje de volumen total de huecos, estos poros pueden dividirse en dos compartimientos.

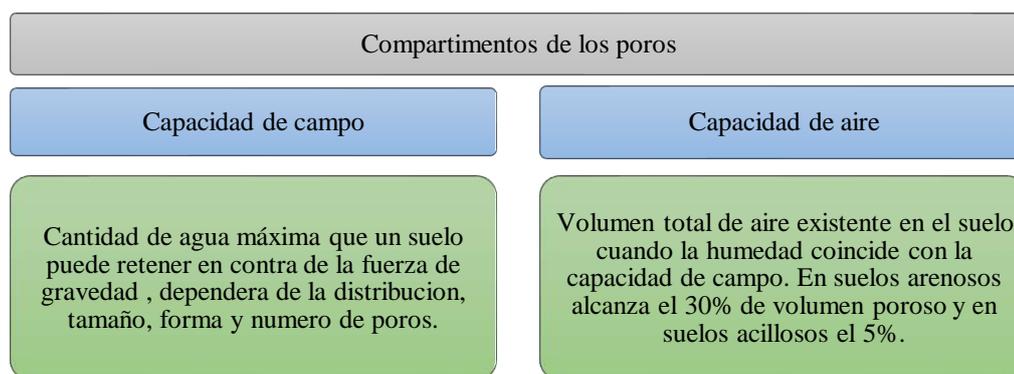


Ilustración 1-3: Compartimentos de los poros

Realizado por: Proaño Adriana, 2023

Fuente: (Jordán López 2005, p. 80)

1.2.3.6. Densidad real

Conocida también como densidad de sólidos o densidad de partículas, esta se define como la masa del sólido por la unidad de volumen y se la determina mediante el uso de picnómetros y líquidos no polares (Ingaramo et al. 2007, p. 129).

1.2.3.7. Densidad aparente

Relación expresada en suelos secos la cual existe entre la masa del sólido y el volumen total del suelo incluyendo los poros. Esta característica se verá afectada por factores tales como la textura, contenido de materia orgánica o tipo de manejo del suelo y esta suele ser altamente variable (Ingaramo et al. 2007, p. 129).

1.2.3.8. Consistencia

Es la presencia de las fuerzas de cohesión y adhesión que actúan bajo estados de humedad, estas suelen ser la resistencia, deformación y ruptura. Se conocen 3 estados de consistencia los cuales son en seco, mojado y húmedo estos van a variar dependiendo la presencia de agua que los contengan y la composición estructural del suelo (Rodríguez 2021, pp. 24–26).

1.2.4. Propiedades químicas del suelo

Son aquellas que no son observables a simple vista y requieren de un análisis para su determinación (Fao 2013, p. 10), las más destacadas son las siguientes:

1.2.4.1. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Es la cantidad de cargas negativas por unidad de peso del material el cual se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo seco, es un valor analítico para la determinación de propiedades de intercambio y de saturación básica para determinar el potencial fértil de un suelo (Morocho 2016, p. 14).

Tabla 1-4: Clasificación de los suelos según su conductividad eléctrica

<i>Conductividad eléctrica de suelos</i>	
<i>CIC (meq/100gr)</i>	<i>Rango</i>
<6	Muy bajo
6-12	Bajo
12-25	Medio
25-40	Alto
>40	Muy alto

Fuente: (Morocho 2016, p. 14)

1.2.4.2. Ph

Propiedad que indica el grado de acidez del suelo, este influye en casi todas las reacciones que se dan en él y sus principales factores que lo determinan son la naturaleza del material que origine el suelo, los residuos de la actividad orgánica y los complejos que se desarrollen debido a las reacciones de intercambio catiónico (Pereira et al. 2011, pp. 53–54).

Tabla 1-5: Clasificación de la acidez del suelo

<i>Acidez del suelo</i>	
<i>pH de solución del suelo</i>	<i>Categoría</i>
Menor de 4	Suelo extremadamente ácido
4.5-5.0	Suelos muy fuertemente ácidos
5.1-5.5	Suelos fuertemente ácidos
5.6-6.0	Suelos medianamente ácidos
6.1-6.5	Suelos ligeramente ácidos
6.6-7.3	Suelos neutros
7.4-7.8	Suelos medianamente básicos
7.9-8.4	Suelos moderadamente básicos

8.5-9.0	Suelos fuertemente básicos
Mayor que 9	Suelos muy fuertemente básicos

Fuente: (Pereira et al. 2011, p. 53)

1.2.4.3. Conductividad eléctrica (CE)

Es la capacidad que posee un material para conducir corriente eléctrica a través de partículas cargadas y es directamente proporcional al contenido de sales disueltas en una solución (Morales 2020, p. 11). Para la identificación de la CE en suelos se considera la siguiente clasificación:

Tabla 1-6: Clasificación de los suelos según su CE

<i>Conductividad eléctrica en suelos</i>		
<i>Categoría</i>	<i>CE promedio (DS/m)</i>	<i>Características</i>
No salino	Menor a 2	Ningún cultivo se ve afectado
Ligeramente salino	2-4	Se afectan cultivos sensibles
Salino	4-8	Se afectan muchos cultivos
Fuertemente salino	8-16	Únicamente cultivos tolerantes
Extremadamente salino	Mayor que 16	Casi imposible cultivar

Fuente: (Morales 2020, p. 12)

1.2.4.4. Materia orgánica

Fracción del suelo compuesta por organismos vivos y de residuos en estado de descomposición (Morochó 2016, p. 17). Es la base de estructura de los suelos ya que sirve de alimento para macro y microorganismos, es una propiedad que determina la calidad y salud del suelo (FAO 2018, p. 65). Este es un parámetro de vital importancia analizar para determinar la presencia de componentes orgánicos los cuales aporten con funciones agrícolas y ambientales (Morales. 2020, p. 17).

Tabla 1-7: Porcentaje de materia orgánica en suelos

<i>Materia orgánica en suelos</i>	
<i>Categoría</i>	<i>Valor de MO</i>
Muy baja	0,0-0,2%
Baja	2,0-4,0%
Media alta	4,0-8,0%

Muy alta	15,0-30,0%
Extremadamente alta	>30,0%

Fuente: (Morocho 2016, p. 17).

1.2.5. Granulometría del suelo

La granulometría es una de las principales características que determinan la estabilidad del suelo, expresa proporciones relativas de los diferentes minerales agrupados por fracciones y estas se representan mediante el denominado triángulo de texturas (Ingaramo et al. 2007, p. 128).

Es importante conocer la granulometría del suelo para desarrollar cualquier estudio de este, considerando que está conformado por partículas de tamaños diferentes (Cunalata, Inga 2012, p. 30), además de esto el conocer cómo se conforma la granulometría del suelo ayuda a estimar la capacidad de retención de agua y disponibilidad de nutrientes de un suelo (Sucuy, Castillo 2021, p. 9).

La clasificación de las fracciones de granulometría se da de acuerdo con criterios establecidos, para el Departamento de Agricultura de Estados Unidos se clasifican en arena, limo y arcillas y para la Sociedad Internacional del Ciencia del Suelo se clasifica de igual forma en arena, limo y arcilla, estas fracciones se expresan en micrómetros (μm) (Pellegrini 2019, p. 4)

Tabla 1-8: Sistema de clasificación para el tamaño de fracciones granulométricas

<i>Tamaño de partículas para dos sistemas de clasificación</i>			
<i>Granulometría</i>		<i>USDA (μm)</i>	<i>ISSS (μm)</i>
Arena	Muy gruesa	2000-1000	-
	Gruesa	1000-500	2000-200
	Media	500-250	-
	Fina	250-100	200-20
	Muy fina	100-50	-
Limo		50-2	20-2
Arcilla		<2	<2

Fuente:(Pellegrini 2019, p. 10)

1.2.5.1. Diagrama de granulometría

Representa la relación entre las clases texturales y la distribución del tamaño de las partículas en un diagrama donde encontramos 3 ejes de un triángulo señalando el valor porcentual de arena,

limo y arcilla, en este se representan las 12 clases texturales correspondientes a la clasificación de la USDA (Maldonado 2016, p. 23).

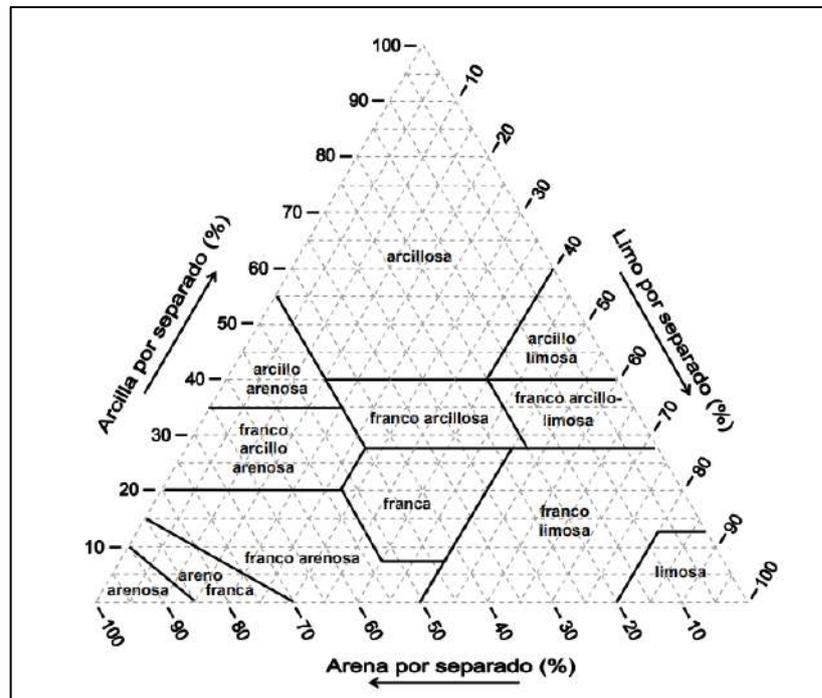


Ilustración 1-4: Triángulo de texturas USDA

Fuente: (Pellegrini 2019, p. 6).

El triángulo de texturas presenta un rango de variación de las clases texturales, para conocer a que tipo de textura corresponde una muestra de suelo se debe conocer el porcentaje de arena, limo o arcilla y de esta forma proyectar cada porcentaje correspondiente hasta que las líneas se intercepten para definir el punto (Maldonado 2016, pp. 23–24). A continuación, se presenta una tabla con los rangos de variación de los contenidos de arena, limo y arcilla para diferenciar las clases texturales del suelo.

Tabla 1-9: Rango de variación porcentual de los contenidos de arena, arcilla y limo

<i>Rango de variación porcentual</i>			
<i>Clase textural</i>	<i>Arena (%)</i>	<i>Limo (%)</i>	<i>Arcilla (%)</i>
<i>Arenosa</i>	100-85	15-0	10-0
<i>Franco arenosa</i>	85-43	50-0	20-0
<i>Franca</i>	52-23	50-32	27-7
<i>Franca limosa</i>	50-0	87-50	27-0
<i>Limosa</i>	20-0	100-80	12-0
<i>Franca arcillosa</i>	45-20	53-15	40-27

<i>Arcillo arenosa</i>	67-45	20-0	55-35
<i>Arcillo limosa</i>	20-0	60-40	60-40
<i>Arcillosa</i>	45-0	40-0	100-40

Fuente: (Maldonado 2016, p. 24)

1.2.6. Análisis de granulometría

Para la determinación de la textura de los suelos se lo realiza por diversos métodos de laboratorio tales como el de tamizado, sedimentación, uso del microscopio electrónico y mediante turbimetría. Para cualquiera de los métodos es necesario realizar la separación de los agregados de suelo (Pellegrini 2019, p. 7).

En la investigación de (Maldonado 2016, p. 18), cita a Crosara (2015, p. 59) donde nos indica que para un correcto análisis de la distribución de las partículas del suelo es recomendable usar el método de Bouyoucus y de la pipeta. Ya que estos métodos están basados en la ley de Stokes por su principio de sedimentación.

1.2.6.1. Ley de Stokes

La ley de Stokes establece la relación entre el tamaño de una partícula y su velocidad de sedimentación, es aplicable para evaluar la velocidad de sedimentación de las partículas en suspensión en una solución para poder cuantificar su tamaño (Beretta et al. 2014, pp. 21-22).

Esta ley establece que si una partícula esférica cae dentro del agua adquiere una velocidad dependiendo el diámetro, densidad y viscosidad de dicha partícula (Alcivar Montesdeoca. 2020. p. 15).

La velocidad de sedimentación según Stokes se expresa como:

$$v = \frac{2r^2(P_1 - P_2)}{g\eta}$$

Donde:

v = velocidad final

r = radio de las partículas (cm)

P1 y P2 = densidades de la fase dispersa y del medio de dispersión (g/cm³)

g = gravedad

n = velocidad newtoniana del medio de dispersión (g/cm/seg)

Esta ley se cumplirá únicamente si el movimiento de las partículas hacia abajo no es lo suficientemente rápido como para provocar una turbulencia en el sistema, las partículas de diámetros muy pequeños no sedimentarán fácilmente, lo harán únicamente sometiéndolas a centrifugación (Maldonado 2016, pp. 25–26).

Según (Alcivar Montesdeoca 2020, p. 6) los principios básicos de esta soy son aplicables únicamente al método de Bouyoucos-Day y al método de la Pipeta para la determinación de la textura.

1.2.6.2. Método de Bouyoucos-Day

El método de Bouyoucos fue desarrollado para la determinación del contenido de arena, limo y arcilla de muestras de suelo, fue conocido también como el método del hidrómetro ya que al inicio se lo introdujo para determinar la cantidad de material coloidal del suelo (Ticona 2019, p. 11). Años más tarde fue modificado por Paul Day el cual adicionó ciertos parámetros tales como los tiempos de lectura y el procesamiento de datos, actualmente es conocido como un método más preciso denominado Bouyoucos-Day. (Sucuy, Castillo 2021, p. 15)

Para el análisis de muestras este método no requiere de un pretratamiento de estas (Beretta et al. 2014, p. 32), es un método de fácil aplicación ya que se basa en la sedimentación de una muestra de suelo en un medio líquido en un tiempo determinado, tras culminados dichos tiempos se procede a la cuantificación de las partículas mediante el uso de un hidrómetro (Ticona 2019, p. 11).

1.2.7. Bosques de ribera

1.2.7.1. Vegetación de los bosques de ribera

La vegetación presente en los bosques de ribera juega un rol fundamental en los ecosistemas, son un elemento clave para la determinación del buen estado ecológico de los bosques (Morocho 2016, p. 3). Se localizan de forma adyacente a los arroyos o a lo largo de las riberas de lagos, ríos y charcos, la composición de especies vegetales va a depender de la elevación del área (Granados-Sánchez et al. 2006, p. 59).

Las comunidades vegetales aportan con hábitat y alimento para la fauna, además de que son considerados corredores para la dispersión de plantas y animales (Camacho-Rico et al. 2006, p. 18).

Según Magdaleno (2013, p. 25), los bosques de ribera cuentan con la siguiente organización vertical:

- **Estrato arbóreo:** dominado por una especie en general, formado por arboles los cuales brindan sombra intensa a los estratos inferiores.
- **Estrato arbustivo:** se encuentran próximos al cauce fluvial, generalmente son arbustos, pueden llegar a condicionar el desarrollo de los procesos naturales en las riberas del río.
- **Estrato herbáceo:** formado generalmente por especies nemorales, debido a que en las orillas se acumula material arrastrado por la fuente hídrica.

1.2.7.2. Servicios ecosistémicos de los bosques de ribera

Se definen como múltiples beneficios que la sociedad recibe de la naturaleza (Núñez-Avellaneda et al. 2019, p. 14). A continuación se presenta la clasificación de los servicios ecosistémicos según The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) (2011, p. 20):

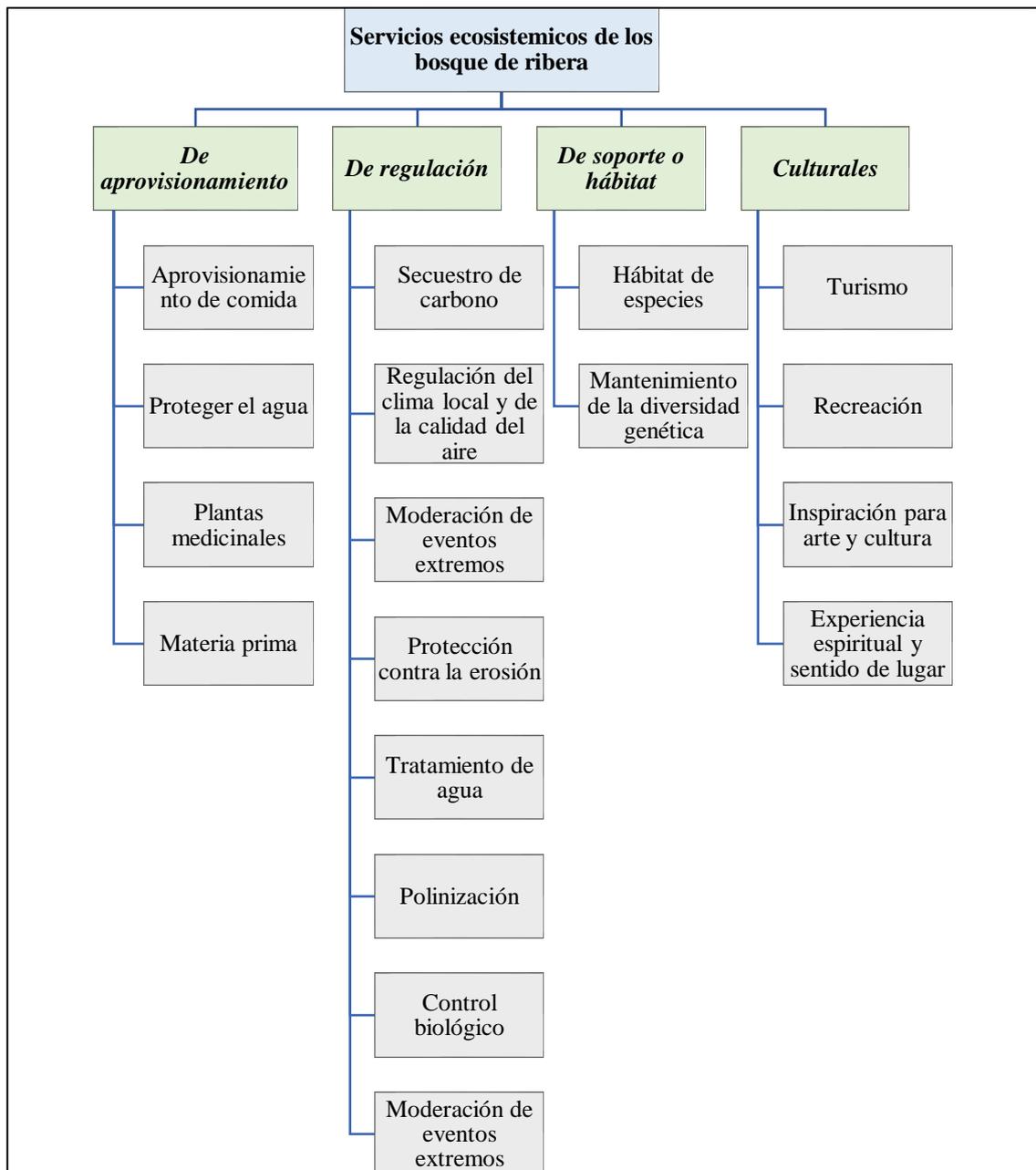


Ilustración 1-5: Servicios ecosistémicos de bosques de ribera

Fuente: (Núñez-Avellaneda et al. 2019, p. 15).

Elaborado por: Proaño, 2022.

1.2.7.3. Importancia de los bosques de ribera

Los bosques de ribera debido a su vegetación representan un rol importante en el ecosistema que los integran, considerados sistemas continuos debido a interacción entre ecosistemas acuáticos y terrestres (Camacho-Rico et al. 2006, p. 17), por tanto, su importancia radica en que además de ser reguladores de la temperatura del agua de la fuente hídrica adyacente, son también reguladores del contenido de nutrientes presentes en la misma (Hoyos, Coronel 2018, p. 37).

También son estabilizadores de las orillas de la cuenca, evita que se dé la erosión del suelo, evita la eutrofización del cauce hídrico, provee de hábitat para organismos tanto acuáticos como terrestres y ofrece una mejor visión aportando con belleza paisajística (Camacho-Rico et al. 2006, p. 18; Hoyos, Coronel 2018, p. 37).

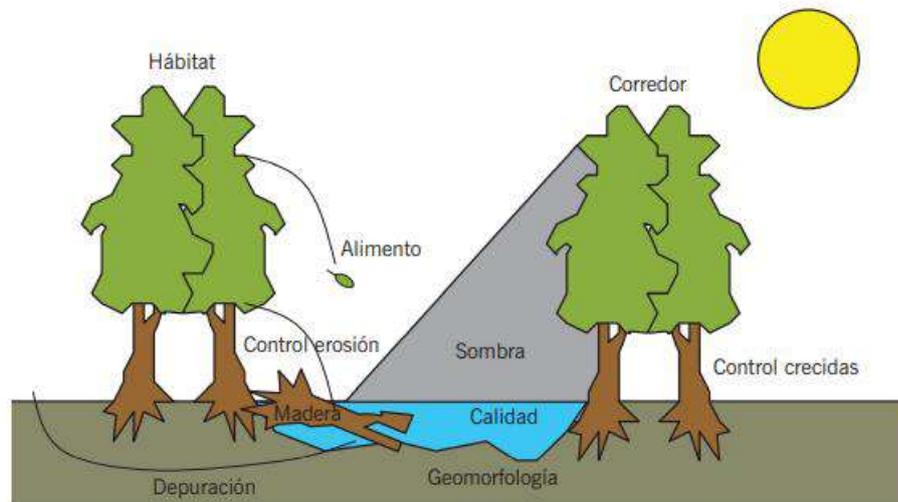


Ilustración 1-6: Funciones ecológicas de un bosque de ribera

Fuente: (Elosegui et al. 2009, p. 313)

1.3. Bases conceptuales

1.3.1. Suelo

Según Nannipieri et al. (2003, p. 656), “el suelo es un sistema estructurado, heterogéneo y discontinuo, fundamental e irremplazable el cual se desarrolla a partir de una mezcla de materia orgánica, minerales y nutrientes capaz de sostener el crecimiento de los organismos y microorganismos”.

1.3.2. Bosque de ribera

Conocido también como bosque ripario o bosque de galería, considerados corredores biológicos (Núñez-Avellaneda et al. 2019, p. 14) y hábitats de especies silvestres (Herrera et al. 2018, p. 2); se conforma agrupaciones forestales a lo largo de un cauce hídrico (Rodríguez, et al. 2018, p. 46) por lo que es un medio de transición entre el medio acuático y terrestre con la capacidad de absorber y conservar elementos (López-Delgado et al. 2015, p. 7).

Estos bosques también son los responsables de conservar la biodiversidad y de abastecer servicios ecosistémicos, en la actualidad se encuentran amenazados por actividades antropogénicas debido a la deforestación masiva provocando así un riesgo de pérdida de estos (Núñez-Avellaneda et al., 2019, p. 14).

1.3.3. Propiedades morfológicas

Son aquellas que se aprecian a simple vista en un corte de suelo, esta puede mostrar los procesos de cómo se desarrolló a lo largo del tiempo. En sí la morfología se encarga del estudio de los aspectos morfológicos de un suelo y de sus propiedades de acuerdo con los niveles de tamaño y abstracción, de los cuales se conocen como: polipedón o paisaje, pedón o lugar, perfil o calicata y horizontes (Ortiz 2015, p. 55).

1.3.4. Granulometría

Se refiere a la distribución porcentual de las partículas del suelo respecto al tamaño que las conforman. El estudio granulométrico se refiere a identificar las porciones de arena, limo y arcilla que conforman una fracción de suelo (Alcivar Montesdeoca 2020, p. 3) las cuales se calculan de acuerdo con un sistema de clasificación con estándares definidos conocido como USDA (Sucuy, Castillo 2021, p. 17).

1.3.5. Hidrómetro

Dispositivo utilizado para determinar la densidad relativa en líquidos, capaz de medir una porción de partículas suspendidas en una muestra (Medina Gonzáles et al. 2007, p. 21), en esta investigación el hidrómetro se usará como instrumento para identificar de forma porcentual las partículas suspendidas presentes en una solución con muestras de suelo en diferentes fracciones de tiempo.

1.3.6. Textura

Propiedad física que determina la distribución del tamaño de partículas sólidas en una fracción de suelo, esta propiedad nos facilita conocer ciertos atributos del suelo tales como la capacidad de retención de agua, velocidad de infiltración, densidad aparente, profundidad, entre otros (Pereira et al. 2011, p. 44).

1.3.7. Estructura

Un parámetro importante del suelo que se puede caracterizar; es la agregación de partículas simples provenientes de procesos edafogénicos para obtener agregados grandes conocidos como terrones, para describirla se debe conocer el tipo, grado y clase de cada horizonte a analizar, estos están asociados respecto a la naturalidad del agregado y a la geometría de cada agregado (Vargas-Rodríguez et al. 2020, p. 15). La formación de dicha estructura del suelo inicia desde la capacidad que posea una fracción en disgregarse por sí misma, esta característica puede variar dependiendo del uso del suelo (Bernal Fundora, Hernández Jiménez 2017, p. 51).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLOGICO

2.1. Área de estudio

2.1.1. Ubicación de la microcuenca del río Pachanlica

La microcuenca del río Pachanlica se encuentra localizada en sur de la provincia de Tungurahua, atraviesa los cantones de Quero y Cevallos y por ciertas parroquias de Ambato y Pelileo. Esta red tiene sus orígenes desde los deshielos de los volcanes Chimborazo, Carihuairazo y nudo del Igualata, además conformada por drenajes menores descendientes donde se une el río Mocha para finalmente alimentar al río Ambato (Buenaño et al. 2018, p. 42).

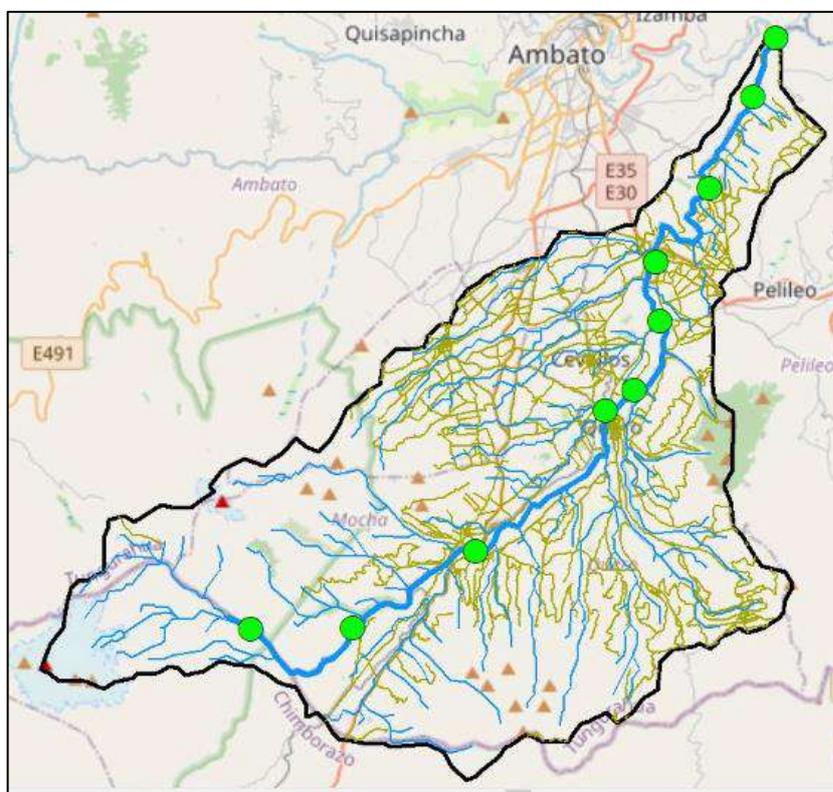


Ilustración 2-1: Localización de los puntos de muestreo

Realizado por: Proaño, Adriana 2023.

2.1.2. Población de estudio

La población de estudio correspondiente a la microcuenca del río Pachanlica abarca aproximadamente 39759.9944 hectáreas, para el estudio de estas se ha considerado los siguientes criterios:

- Propiedades del suelo
- Zonas de fácil y difícil acceso
- Topografía del ecosistema

2.2. Muestra

2.2.1. Tamaño y selección de muestra

Conociendo la población de estudio se estableció un total de 10 puntos mediante un proceso probabilístico con un coeficiente del 95% de confianza y un 5% de error. Estos 10 puntos se consideraron como muestras de la zona de bosque de ribera y para tener una mayor certeza en los resultados se consideró también tomar 10 puntos a 200m en los terrenos aledaños a la zona de ribera. Debido a que se esperaba obtener 4 muestras por punto, pero esta propuesta se rechazó ya que el río Pachanlica por su ubicación posee pendientes con zonas de difícil acceso por lo que únicamente se realiza un muestreo de 20 puntos en total.

2.2.2. Método de muestreo

Para fines de esta investigación se utilizó el método por conglomerados, conocido también como muestro por racimos. Este método conta de seleccionar de forma aleatoria un numero de muestras, en este caso se tomó 4 muestras por punto. Finalmente se tomó una muestra compuesta a cada profundidad. Se aplico este método debido a que el área de estudio es extensa.

2.3. Muestreo en campo

Inicialmente se realiza una planificación conjunta con técnicos de laboratorio, practicantes y el tutor para fijar la salida y las funciones de cada persona. Estando ya en campo se procede a obtener las coordenadas de los puntos y a realizar el muestro. Para la toma de cada muestra compuesta en cada punto designado se localizó 4 secciones con puntos separados a 20 metros y se tomó porciones de suelo a 30 y 60cm respectivamente, se mezcló dichas porciones y se procedió a

formar un cuarteto del cual se toma una sola fracción para ser envasada y etiquetada correctamente. Al finalizar el muestreo con un total de 10 puntos se obtuvo 40 muestras para analizar.



Ilustración 2-2: Toma de muestras en campo

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

2.4. Materiales y equipos

2.4.1. Materiales de muestreo en campo

Tabla 2-1: Materiales para muestreo en campo

Material	Uso	Referencia
GPS de mano	Localización de los puntos a muestrear	
Excavadora manual (hoyadora)	Extracción de suelo a profundidades de 30 y 60 cm	
Costal	Soporte para mezcla de los suelos compuestos	

Fundas ziploc mediana	Transporte y almacenamiento de muestras	
Cilindros de acero inoxidable	Toma de muestras para cálculo de densidad	
Papel Film	Envoltorio para el transporte de los cilindros	
Cinta masking	Rotular e identificar muestras contenidas en los cilindros	
Rotulador	Identificar las muestras	

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

2.4.2. *Materiales y equipos de laboratorio*

Tabla 2-2: Materiales y Equipos para análisis en laboratorio

Material/Equipo	Uso	Referencia
Tamiz analítico Fisherbrand 2000um	Separación de fracciones gruesas de suelo	
Balanza analítica OHAUS	Pesar muestras	
Batidora eléctrica Hamilton Beach modelo comercial	Procesamiento y licuado de muestras	

Hidrómetro ASTM 151H	Lectura de la densidad de suelos suspendidos en disoluciones	
Termómetro Elitech RC-5+TE	Lectura de la temperatura	
Varilla de agitación	Mezclar las soluciones	
Vaso de precipitación de 500ml	Disolución previa de la solución dispersante	
Balón de aforo de 1L	Preparación de solución dispersante	
Piceta	Lavado de residuos de muestra en la batidora	
Pipeta de 10ml	Medir la solución dispersante	
Pera de succión	Para la pipeta	

Probetas plásticas de 1000ml	Contener la mezcla de suelos en suspensión	
Munsell soil color book	Determinación de color de los suelos	
Bandejas de aluminio	Contener muestras de suelo para análisis físicos	
Pie de rey	Medir áreas de cilindros	
Picnómetros	Medir densidad real de suelos	

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

2.4.3. Reactivos

Tabla 2-3: Reactivos para uso de laboratorio

Reactivo	Uso	Referencia
Hexametafosfato de sodio (NaPO_3) ₆	Preparación del reactivo dispersante	
Carbonato sodico (Na_2CO_3)	Preparación del reactivo dispersante	

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

2.5. Análisis de morfología

Para el análisis de la morfología de los suelos del bosque de ribera del río Pachanlica se utilizará la metodología propuesta por (Schoeneberger et al. 2002, p. 58), la cual se determinan las siguientes propiedades:

2.5.1. Descripción del sitio

De acuerdo con la metodología descrita por (Schoeneberger et al. 2002, p. 59), es importante realizar una breve descripción del lugar de muestreo donde se recolectarán los siguientes datos:

- *Fecha del muestreo*
- *Localización de los puntos*
- *Codificación de cada punto a muestrear*
- *Información geomorfológica:* en esta sección se identifica la superficie de las áreas a muestrear, donde se considera la forma de la pendiente (Ilustración 2-1), el estrato del agua presente en el suelo al momento del muestreo (Tabla 2-4), la vegetación o cubierta del área a muestrear (Tabla 2-5) y la dificultad de excavación (Tabla 2-6) para cada punto.

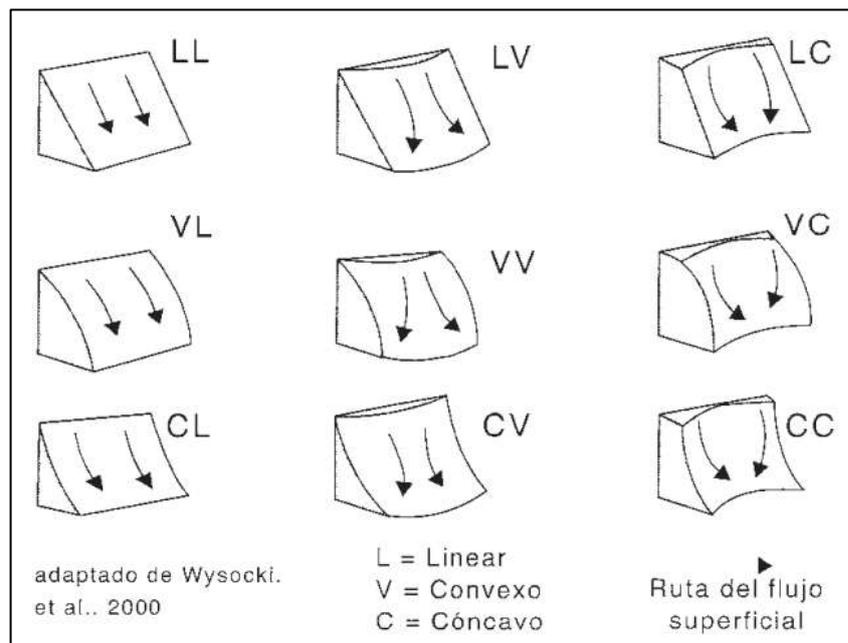


Ilustración 2-3: Forma de la pendiente

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Tabla 2-4: Clase de estrato del agua en suelos

Clase Estrato del agua	Código		Criterio tradicional: tensión y campo
	Conv.	NASIS	
Seco	D	M ⁴	<15 atmosferas de tensión (=1500kPa)
Húmedo	M		>1/3 a 15 atmosferas de tensión (33 a 1500kPa) (capacidad de campo a punto de marchitez permanente)
Mojado	W		0-1/3 atmosferas de tensión (<33kPa) (capacidad del campo o más mojado)
Mojado: No Saturado	WN		Las capas de agua son visibles; los granos de arena y los agregados brillan, pero no hay agua libre presente.
Mojado: Saturado	WS	W	Agua libre claramente visible.

La codificación NASIS, corresponde a El Sistema Nacional de Información sobre Suelos y la codificación Conv. es la codificación que de forma convencional se abrevia cada clase.

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

Tabla 2-5: Tipos de cubiertas vegetales

Tipo	Código	Tipo	Código
CUBIERTA DE CULTIVO (c) – incluye el ciclo entero de cultivo (separación de la tierra, cosecha o los residuos de la cosecha) para plantas herbáceas anuales o perenes.			
Cultivos en hileras o al volteo – trigo, arroz, avena y centeno; granos pequeños	CCG+	Cultivos en surcos – maíz, soja, algodón, tomates y similares.	CRC
CUBIERTA HERBACEA (g) / HIERBA - >50% hierba, similar a hierba (juncos) o cubierta herbácea como musgos, líquenes, helechos; no leñosas			

Tierra de heno, alfalfa	GHL	Pradera, sabana de 10-20% de cubierta arbórea.	GRS
Pantanos-gramíneas y similares	GML	Pradera arbustiva de 20-50% de cubierta arbustiva	GRH
Pasturas introducidas	GP;	Pradera o tundra	GRT
Pradera gramínea: >10% de árboles, >20% de arbustos, campo ganadero empleado para heno	GRG	Otras cubiertas de pastos y herbáceas	GOH
ARBUSTOS (s) - >50% de arbustos, vid o cobertura de dosel			
Arbustos de cosecha como la avellana, zarzamora y viveros para plantas ornamentales	SCS	Arbustos silvestres, encinos o pradera con >50% de cobertura arbustiva	SNS
Cultivo de vides, uvas, zarzamoras y frambuesas	SCV	Otra cobertura arbustiva similar	SOS
COBERTURA ARBOREA (T) - >25% de cobertura de copas por plantas maderables, naturales o plantadas			
Coníferas, pino, piceas, abeto	TCO	Pantanos con árboles y arbustos	TSW
Arboles cultivables como nogales, frutales	TCR	Tropicales como manglares y palmas	TTR
Maderas duras como roble, nogal, olmo	THW	Coberturas arbóreas varias	TOC

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

Tabla 2-6: Dificulta de excavación

Clase	Código	Criterio
Bajo	L	La excavación con pala requiere solo la presión del brazo, no es necesario la energía de impacto o la presión del pie.
Moderado	M	La excavación con pala requiere energía de impacto o presión del pie, la presión del brazo no es suficiente.
Alto	H	La excavación con pala es difícil, pero se facilita utilizando un pico.
Muy alto	VH	La excavación requiere pico con golpes moderados,
Extremadamente alto	EH	La excavación con pico es prácticamente imposible, requiere de materiales más especializados.

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

2.5.2. *Determinación de color*

Para la determinación del color se trabajará con el Sistema de Notación Munsell el cual consta de tablas que se basan en patrones de colores en función del matiz, brillo y croma. Este método es el comúnmente utilizado por la comunidad científica ya que por su variedad de cromas se puede determinar la colorimetría de cualquier suelo (Jumbo, Monar 2021, p. 16).

Procedimiento:

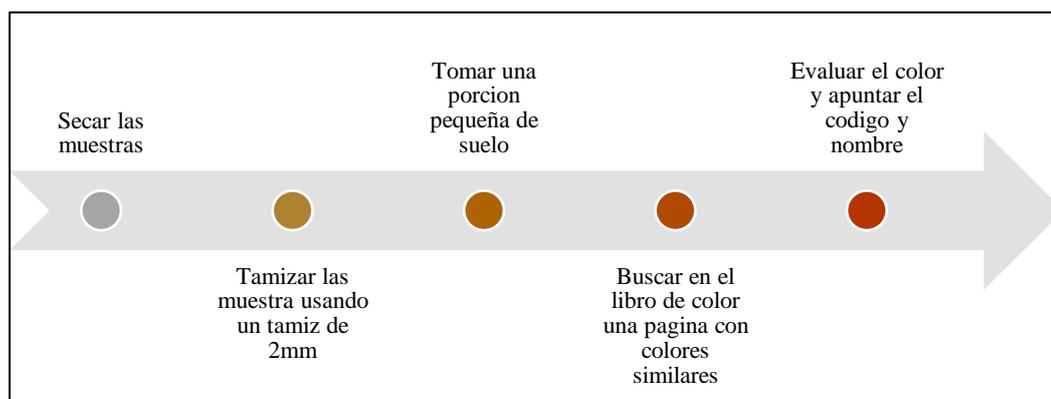


Ilustración 2-4: Procedimiento para determinación de color del suelo

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

2.5.3. Determinación de textura por Método de Bouyoucos-Day

En el método abreviado por Juárez Sanz et al. (2004, p. 108) nos indica el siguiente procedimiento:

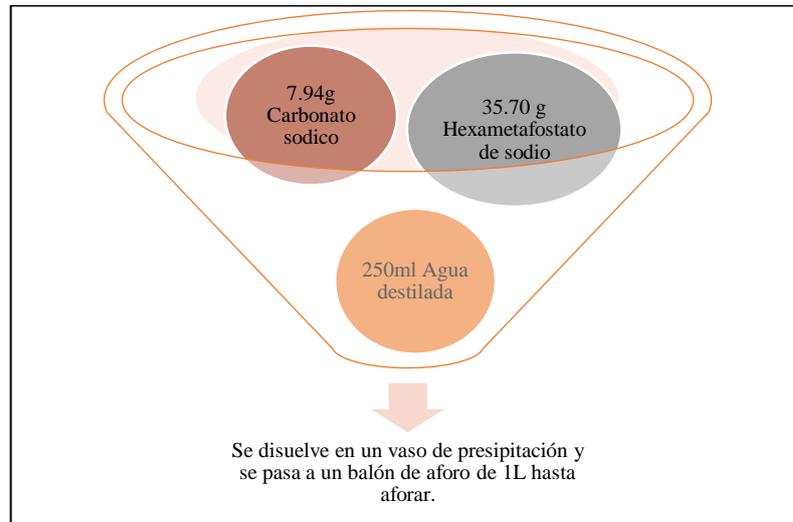


Ilustración 2-5: Preparación de la solución dispersante

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

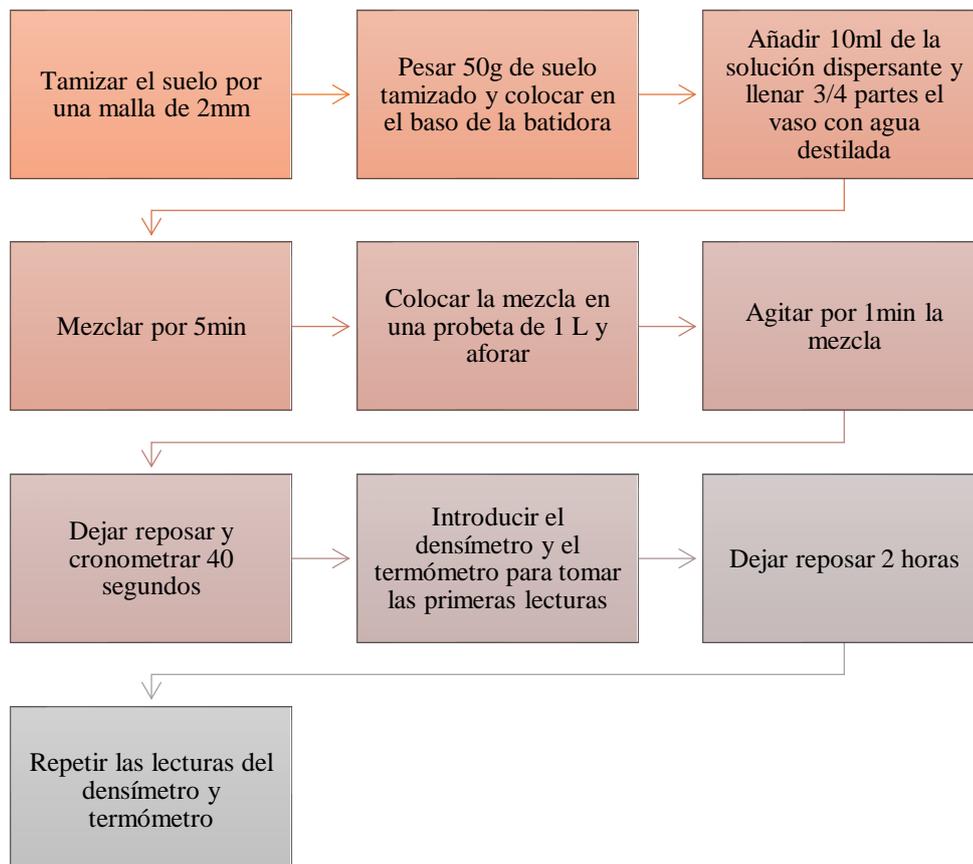


Ilustración 2-6: Preparación de la suspensión con muestra de suelo

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

Obtenidos los datos procedemos a aplicar las siguientes formulas:

$$\%limo + arcilla = \frac{L + (T - 20) * 0.36}{p} * 100$$

Donde:

L: primera lectura del densímetro

T: primera lectura de temperatura

p: peso en gramos de la muestra

20: temperatura de calibrado del densímetro

0.36: factor de corrección por grado de diferencia de temperatura

$$\%arcilla = \frac{L' + (T' - 20) * 0.36}{p} * 100$$

Donde:

L': segunda lectura del densímetro

T': segunda lectura de temperatura

$$(\%limo + arcilla) - (\%arcilla) = \%limo$$

$$100 - (\%limo + arcilla) = \%arena$$

Interpretación de resultados: Después de obtener los datos de arena, limo y arcilla de la muestra de suelo analizada, los resultados se obtendrán a través del diagrama de texturas (Juárez Sanz, et al. 2004, p. 45).

2.5.4. Determinación de la clase textural según la clasificación del USDA

A continuación, se presenta el diagrama textural de la USDA para la determinación de texturas del suelo:

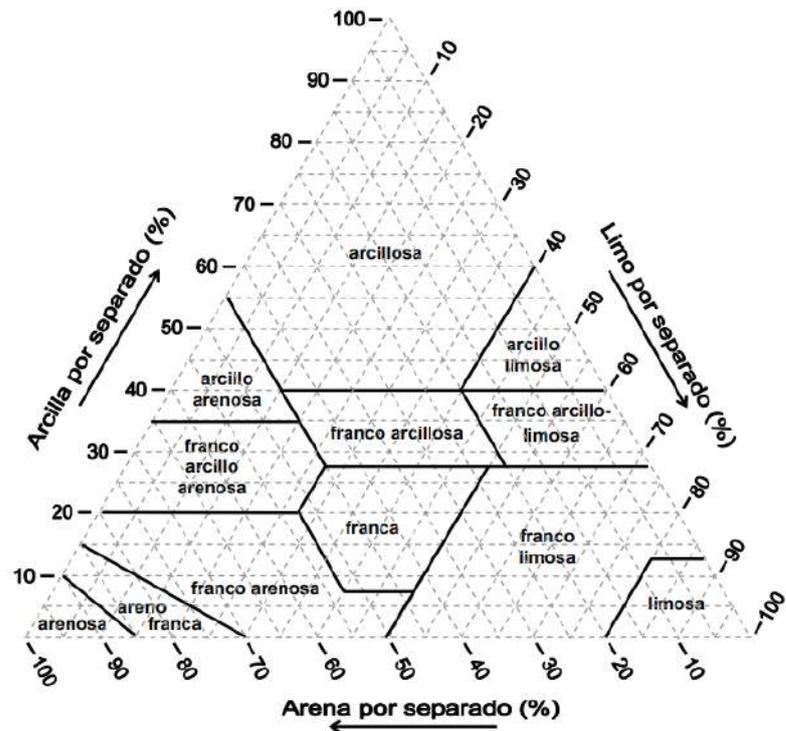


Ilustración 2-7: Triángulo de texturas USDA

Fuente: (Pellegrini 2019, p. 6)

Se representa en forma de un triángulo equilátero, en cada lado está situado las fracciones correspondientes al 100 de la anterior y al 100 (Maldonado 2016, p. 23), con el cero de la siguiente con una escala de 10 para fijar el límite porcentual de cada fracción (Sucuy, Castillo 2021, p. 35).

Después de obtener los valores porcentuales de las fracciones de limo, arcilla y arena, se ubica cada uno en los puntos del triángulo y se sigue las líneas punteadas paralelas hasta intersectarlas.

En donde el punto corte recaerá la textura correspondiente a la muestra de suelo analizada (Maldonado 2016, p. 23).

2.5.5. *Determinación de la estructura del suelo*

La estructura es la conformación natural de partículas y agregados del suelo. Para la determinación de la estructura del suelo según la metodología de (Schoeneberger et al. 2002, p. 51), se considera el grado, tamaño y tipo de los agregados del suelo, por lo tanto, se debe seguir los siguientes criterios:

2.5.5.1. *Determinación del tipo:*

Tabla 2-7: Criterios para la determinación del tipo de estructura del suelo

Tipo	Código		Criterio (definición)
	Conv.	NASIS	
UNIDADES ESTRUCTURALES NATURALES DEL SUELO (estructura pedogénica)			
Granular	gr	GR	Poliedros pequeños, con caras curvas o muy irregulares.
Bloques angulares	abk	ABK	Poliedros con caras que se interceptan según ángulos definidos (planos)
Bloques subangulares	sbk	SBK	Poliedros con caras subredondeadas y planas, ausencia de ángulos marcados
Laminar	pl	PL	Unidades planas y tabulares
Cuneiforme	--	WEB	Lentes elípticos y entrecruzados que terminan en ángulos agudos, limitados por "slickenslide"; no restringido a materiales vérticos.
Prismático	pr	PR	Unidades verticales y elongadas con caras superiores planas.
Columnar	cpr	COL	Unidades verticales y elongadas con caras superficiales redondeadas que comúnmente se encuentran descoloridas.
AUSENCIA DE ESTRUCTURA			
Grano suelto	sg	SGR	Unidades no estructuradas; totalmente incoherente tales como arena suelta.
Masivo	m	MA	Unidades no estructuradas; el material está constituido de una masa coherente (no necesariamente cementada).
FRAGMENTOS ARTIFICIALES DE TIERRA O TERRONES			
Terrones	--	CDY	Bloques irregulares creados por alteración artificial como por ejemplo de la labranza o compactación.

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

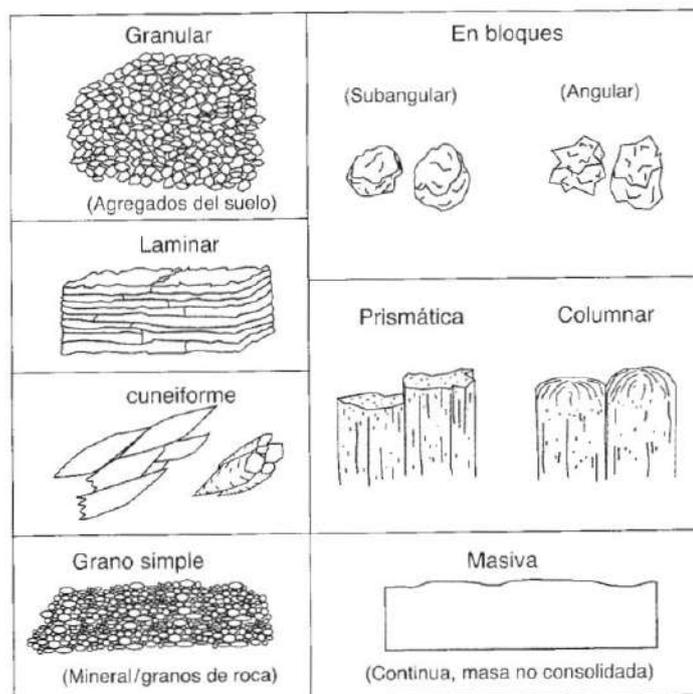


Ilustración 2-8: Referencias para la determinación del tipo de estructura

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

2.5.5.2. Determinación del grado

Tabla 2-8: Criterios para la determinación del grado de estructura del suelo

Grado	Código	Criterio
Ausente de estructura	0	No se observan unidades discretas en el sitio ni en muestras de mano.
Débil	1	Las unidades son escasamente visibles en el sitio o en muestra de mano.
Moderado	2	Unidades bien formadas y evidentes en sitio o en muestra de mano.
Fuerte	3	Las unidades se distinguen en el sitio (suelo no perturbado) y se separan libremente cuando se perturban.

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

2.5.5.3. *Determinación del tamaño*

Tabla 2-9: Criterios para la determinación del tamaño de estructura del suelo

Clase de tamaño	Código		Criterio: tamaño de unidad estructural (mm)		
	Conv.	NASIS	<i>Granular Laminar Espesor</i>	<i>Columnar Prismático Cuneiforme</i>	<i>Angular y subangular En bloques</i>
Muy fino (muy delgada)	vf (vn)	VF (VN)	< 1	< 10	< 5
Fino (delgado)	f (tn)	F (TN)	1 a < 2	10 a < 20	5 a < 10
Medio	m	M	2 a < 5	20 a < 50	10 a < 20
Grueso (ancho)	co (tk)	CO (TK)	5 a < 10	50 a < 100	20 a < 50
Muy grueso (muy ancho)	vc (vk)	VC (VK)	≥ 10	100 a < 500	≥ 50
Extremadamente grueso	ec	EC	--	≥ 500	--

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

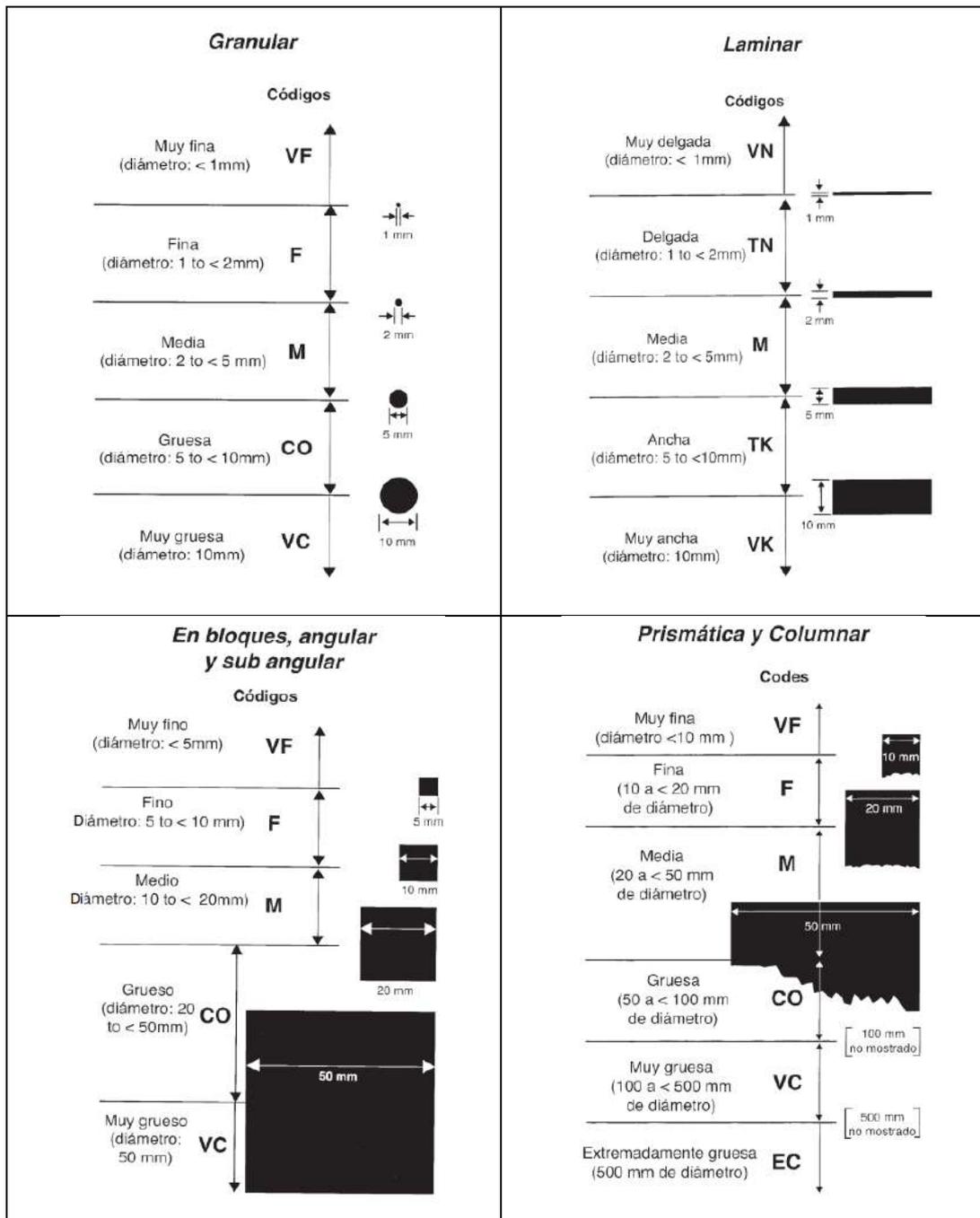


Ilustración 2-9: Referencias para la determinación del tamaño de los agregados del suelo

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

2.5.6. Determinación de la consistencia del suelo

La consistencia de un suelo se determina por el grado de cohesión y adhesión, incluyendo la resistencia que este tenga a las deformaciones o fractura bajo condiciones aplicadas. Estas características se miden bajo condiciones de suelo húmedo y seco. A continuación, se muestra la metodología de (Schoeneberger et al. 2002, p. 41) para determinar dichas características.

2.5.6.1. *Determinación de la resistencia a la ruptura*

Aplicables para bloques, agregados y terrones de la formación de suelos, para determinar esta característica se debe estimar la fuerza aplicada para romper o fracturar la fracción de suelo, guíese de la Tabla 2-10 para establecer dicha característica.

Tabla 2-10: Criterios para la determinación de la resistencia a la ruptura para agregados del suelo

Clase	Código	Criterio: la muestra se rompe bajo
Suelto	L d(lo)	No se obtuvo muestra intacta
Suave	L d(so)	Fuerzas muy ligeras entre los dedos <8N
Ligeramente duro	SH d(sh)	Fuerzas ligeras entre los dedos 8 a <20N
Moderadamente duro	MH d(h)	Fuerzas moderadas entre los dedos 20 a <40 N
Duro	HA d(h)	Fuerzas fuertes entre los dedos 40 a <80N
Muy duro	VH d(vh)	Fuerzas moderadas entre las manos 80 a <160N
Extremadamente duro	EH d(eh)	Presión del pie con todo el peso del cuerpo 160 a <800N
Rígido	R d(eh)	Golpe de <3J pero sin peso del cuerpo 800N a <3J
Muy rígido	VR d(eh)	Golpe de ≤3J (3j=2kg de peso cayendo desde 15cm)

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

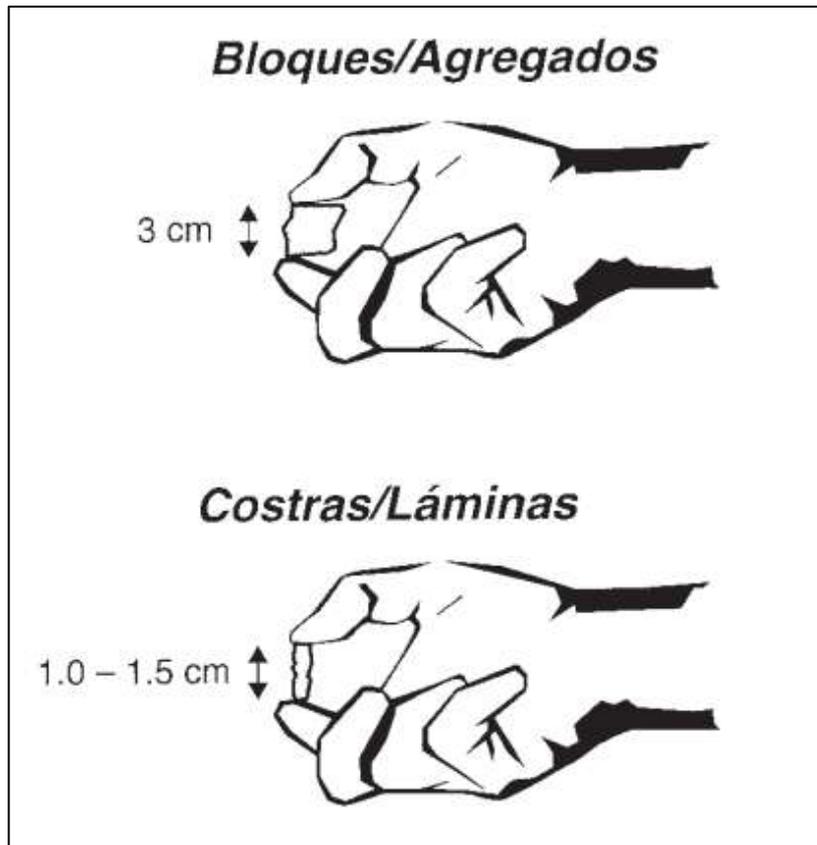


Ilustración 2-10: Referencias para la determinación de la resistencia a la ruptura para agregados del suelo

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

2.5.6.2. Determinación de la forma o clase de fractura

Esta característica se determina en muestras de suelo en estado húmedo o hidratadas cuando están sujetas a cambios de condiciones físicas, para obtener estas guíese de la Tabla 2-11 presentada a continuación.

Tabla 2-11: Criterios para la determinación de la forma o clase de fractura del suelo

Clase de fractura	Código		Criterio: operación de campo o laboratorio
	PDP	NASIS	
FRAGILIDAD	Utilice un bloque de 3cm (presione entre el pulgar e índice)		
Frágil	B	BR	Ruptura abrupta (explota o se destroza)
Semi deformable	SD	SD	La ruptura ocurre antes de la compresión <1/2 del espesor inicial

Deformable	D	DF	La ruptura ocurre después de la compresión $\geq 1/2$ del espesor inicial
FLUIDEZ	Utilice la palma de la mano llena de suelo (apriete la mano)		
No fluido	NF	NF	No hay flujo de suelo entre los dedos a compresión máxima
Ligeramente fluido	SF	SF	Después de una compresión máxima algo de suelo fluye entre los dedos, pero la mayoría se queda en la palma de la mano
Moderadamente fluido	MF	MF	Después de una compresión máxima, la mayor parte de suelo fluye entre los dedos, algo se queda en la palma de la mano
Muy fluido	VF	VF	Luego de una presión ligera, la mayor parte del suelo fluye entre los dedos, poco se queda en la palma.
UNTUOSIDAD	Utilice un bloque de 3cm (presione entre el pulgar e índice)		
No untuoso	NS	NS	Durante la fractura la muestra no cambia abruptamente a fluido, los dedos no resbalan y no hay untuosidad.
Débilmente untuoso	WS	WS	Durante la fractura la muestra cambia abruptamente a fluido, los dedos resbalan, el suelo mancha y poco o nada de agua se queda en los dedos.
Moderadamente untuoso	MS	MS	Durante la fractura la muestra cambia abruptamente a fluido, los dedos resbalan, el suelo mancha y algo de agua se queda en los dedos.
Fuertemente untuoso	SM	SM	Durante la fractura la muestra cambia abruptamente a fluido, los dedos resbalan, el suelo mancha y se vuelve resbaloso, el agua se observa fácilmente en los dedos.

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

2.5.6.3. Determinación de la adherencia del suelo

La adherencia del suelo es la capacidad que este tiene para adherirse a otros objetos, esta característica se estima con muestras húmedas para mayores resultados. Para determinar esta característica guíese de la Tabla 2-12 presentada a continuación.

Tabla 2-12: Criterios para la determinación de la adherencia del suelo

Clase de adherencia	Código			Criterio: para trabajar con suelos húmedos, utilice los dedos pulgar e índice.
	Conv.	PDP	NASIS	
No adhesivo	(w) so	SO	SO	Nada o muy poco suelo se adhiere a los dedos, después de a ver hecho presión
Ligeramente adhesivo	(w) ss	SS	SS	el suelo se adhiere a ambos dedos después de haber hecho presión. El suelo se estira un poco al separar los dedos.
Moderadamente adhesivo	(w) s	S	MS	El suelo de adhiere a ambos dedos después de haber hecho presión. El suelo se estira al separar los dedos.
Muy adhesivo	(w) vs	VS	VS	El suelo de adhiere firmemente ambos dedos después de haber hecho presión. El suelo se estira mucho al separar los dedos.

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

2.5.6.4. Determinación de la plasticidad del suelo

La plasticidad del suelo es una característica de grado donde se humedece las muestras de suelo sin fracturar la forma. Para determinar esta característica de debe formar una cinta delgada con el suelo húmedo y evaluar los criterios presentados en la Tabla 2-13 presentada a continuación.

Tabla 2-13: Criterios para la determinación de la plasticidad del suelo

Clase de plasticidad	Código			Criterio: realice una cinta de aproximadamente 4cm de largo
	Conv.	PDP	NASIS	
No plástico	(w) po	PO	PO	No formara un rollo de 6mm de diámetro, si es formado, se fractura al sostenerlo desde una orilla
Ligeramente plástico	(w) ps	SP	SP	El rollo de 6mm de diámetro se sostiene a sí mismo, el de 4mm no lo hace.
Moderadamente plástico	(w) p	P	MP	El rollo de 4mm de diámetro se sostiene a sí mismo, el de 2mm no lo hace
Muy plástico	(w) vp	VP	VP	El rollo de 4mm de diámetro soporta su peso.

Fuente: (Schoeneberger et al. 2002)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

2.5.7. Determinación de densidad aparente

La densidad aparente suele ser muy variable dependiendo de la estructura y características que posea la muestra de suelo (Ingaramo et al. 2007, p. 129), existen diversos métodos para su determinación, pero el más común y el más utilizado en análisis en laboratorios es el método del cilindro. Para dicha determinación se considera el manual de metodologías para análisis físicos y químicos tomado del Grupo de Investigación para la Sostenibilidad de Cuencas Hidrográficas (GISOCH) perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde nos indica el siguiente procedimiento:

2.5.7.1. Toma de muestra en campo

Con la ayuda de una hoyadora extraemos suelo hasta alcanzar 30cm de profundidad, se introduce a presión un cilindro de acero inoxidable de forma horizontal para la toma de muestra del perfil del suelo, se retira el cilindro cuidadosamente con la hoyadora y se procede a envolver con papel film de forma que la muestra no pierda humedad y se guarda en fundas ziploc correctamente etiquetadas. Se realiza en mismo proceso para las tomas de muestra a los 60cm de profundidad.

2.5.7.2. *Calcular la densidad aparente*

Inicialmente se retira con cuidado el papel film y con ayuda de una espátula retiramos el exceso o interferencia de las paredes del cilindro, se pesa una bandeja de aluminio en una balanza analítica y colocamos en cero, procedemos a colocar todo el contenido de la muestra de suelo en la bandeja y anotamos la masa. Con la ayuda de un pie de rey tomamos de 2 a 3 lecturas de medidas tanto de altura como de diámetro, tomamos un promedio de cada lectura para calcular el volumen del cilindro ocupado para finalmente calcular la densidad:

Formula de volumen:

$$r = \frac{d}{2}$$
$$V = \pi r^2 * h$$

Donde:

r = radio

d = diámetro

h = altura

Formula de densidad:

$$D = \frac{m}{V}$$

Donde:

m = masa

V = volumen

2.5.8. *Determinación de densidad real*

Para la determinación de la densidad real se utilizará un método de ensayo el cual determina el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo basado en el principio de Arquímedes, con este se conoce la densidad real midiendo el volumen del agua que se desplaza por una masa conocida (Recalde 2017, p. 44).

Para dicha determinación se considera el manual de metodologías para análisis físicos y químicos tomado del Grupo de Investigación para la Sostenibilidad de Cuencas Hidrográficas (GISOCH) perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde nos indica el siguiente procedimiento:

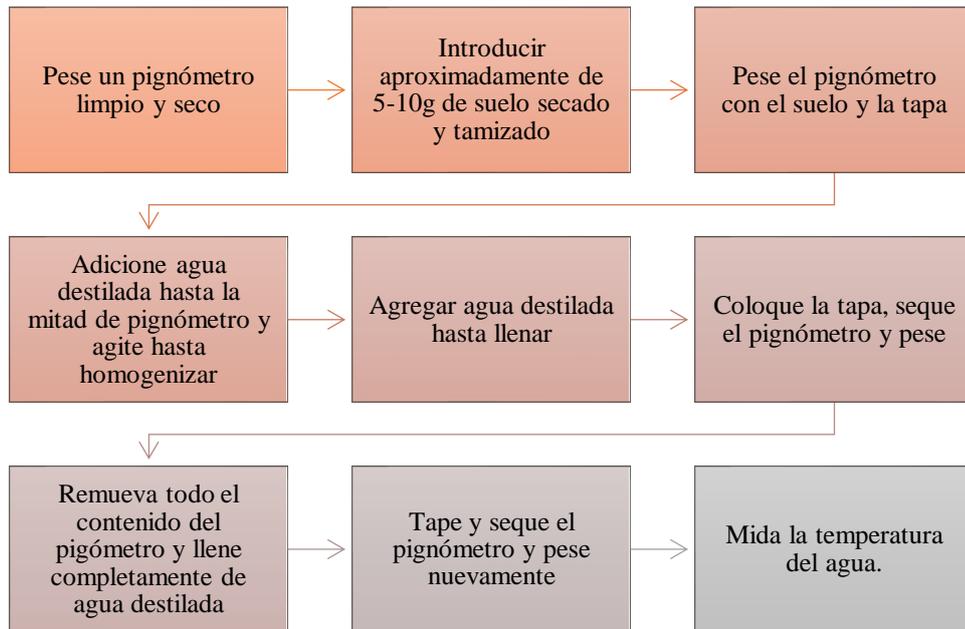


Ilustración 2-11: Determinación de la densidad real

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

Para el cálculo de la densidad real del suelo:

$$Dr = \frac{dw(Ws - Wa)}{(Ws - Wa) - (Wsw - Ww)}$$

Donde:

Dr = Densidad real

Dw = Densidad del agua a la temperatura observada

Ws = Peso del picnómetro más el suelo

Wa = Peso del picnómetro vacío

Wsw = Peso del picnómetro más suelos y más agua

Ww = Peso del picnómetro más agua

Para la densidad del agua:

Tabla 2-14: Densidad del agua a diferentes temperaturas

Temperatura °C	Densidad kg/m³
0	999.82
1	999.89
2	999.94
3	999.98
4	1000
5	1000
6	999.99
7	999.96
8	999.91
9	999.85
10	999.77
11	999.68
12	999.58
13	999.46
14	999.33
15	999.19
16	999.03
17	999.86
18	999.68
19	999.49
20	999.29
21	999.08
22	999.86
23	999.62
24	999.38
25	999.13
26	999.86
27	999.59
28	999.31

Fuente: GISOCH, 2023

2.5.9. *Determinación de la porosidad total*

La porosidad al ser condicionada por la textura y la estructura del suelo, también se encuentra relacionada con la densidad real y la densidad aparente, ya que un aumento de la densidad ocasiona la disminución del espacio de un poro.

Por tanto, la porosidad total del suelo puede calcularse a partir de datos de densidad real y aparente mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$P(\%) = \left(1 - \frac{D_a}{D_r}\right) * 100$$

Donde:

P = Porosidad en porcentaje

Dr = Densidad real en g/cm³

Da = Densidad aparente en g/cm³

2.5.10 *Determinación de porcentaje de raíces*

Para dicha determinación se considera el manual de metodologías para análisis físicos y químicos tomado del Grupo de Investigación para la Sostenibilidad de Cuencas Hidrográficas (GISOCH) perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde nos indica el siguiente procedimiento:

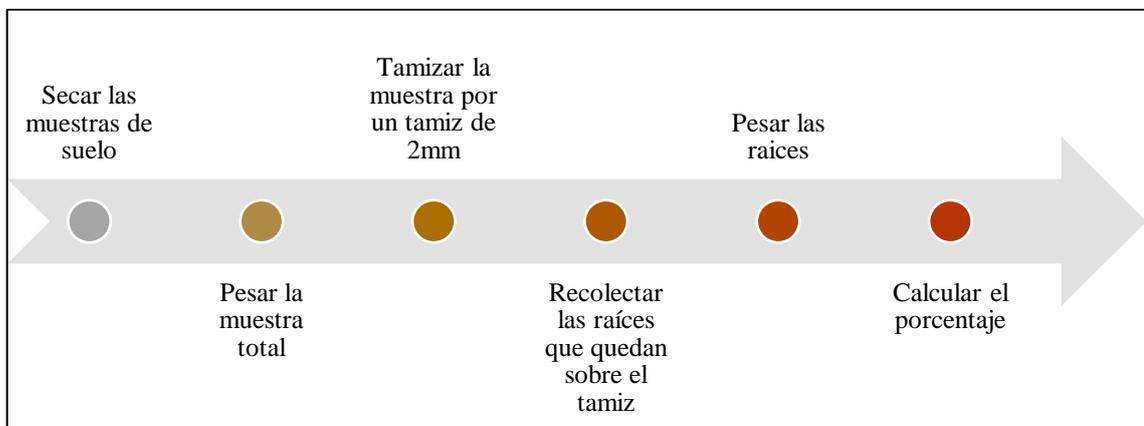


Ilustración 2-12: Determinación de porcentaje de raíces

Elaborado por: GISOCH, 2023

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

3.1. Descripción e identificación de la zona

3.1.1. Fecha del muestreo

De acuerdo con la planificación para la toma de muestras se consideró realizarlo en un lapso de dos días, en cada día se tomó 5 puntos propuestos.

Muestreo 1: 13 de enero del 2023

Muestreo 2: 2 de febrero del 2023

3.1.2. Localización de los puntos

Tabla 3-1: Localización geográfica de los puntos a muestrear

Punto	Ubicación geográfica	
	X	Y
1	751419	9839075
2	755579	9839111
3	760562	9842219
4	765832	9847987
5	767012	9848840
6	768053	9851664
7	767891	9854063
8	770044	9857089
9	771822	9860825
10	772741	9863219

Elaborado por: GISOCH, 2023

3.1.3. Codificación de cada punto a muestrear

Para codificar correctamente los puntos de muestreo en coordinación con el grupo de investigación GISOCH se llegó al acuerdo de identificar dos zonas o lugares estratégicos de los cuales se tomaría dichas muestras, se consideró tomar las iniciales de la cuenca en cuestión y las iniciales de las zonas elegidas a muestrear, en este caso Cuenca Pachanlica Bosque de Ribera y

Cuenca Pachanlica Terreno Aledaño; para las numeración se tomó los puntos del 1 al 10 adicionando la identificación de la profundidad de la muestra quedando así la siguiente codificación final para cada punto:

Tabla 3-2: Codificación aplicada a los puntos de muestreo

Punto	Codificación	Punto	Codificación
1	CPBR-001-30	6	CPBR-006-30
	CPBR-001-60		CPBR-006-60
	CPTA-001-30		CPTA-006-30
	CPTA-001-60		CPTA-006-60
2	CPBR-002-30	7	CPBR-007-30
	CPBR-002-60		CPBR-007-60
	CPTA-002-30		CPTA-007-30
	CPTA-002-60		CPTA-007-60
3	CPBR-003-30	8	CPBR-008-30
	CPBR-003-60		CPBR-008-60
	CPTA-003-30		CPTA-008-30
	CPTA-003-60		CPTA-008-60
4	CPBR-004-30	9	CPBR-009-30
	CPBR-004-60		CPBR-009-60
	CPTA-004-30		CPTA-009-30
	CPTA-004-60		CPTA-009-60
5	CPBR-005-30	10	CPBR-010-30
	CPBR-005-60		CPBR-010-60
	CPTA-005-30		CPTA-010-30
	CPTA-005-60		CPTA-010-60

Elaborado por: GISOCH, 2023

3.1.4. Información geomorfológica

Tabla 3-3: Forma de la pendiente y dificultad de excavación de los puntos de muestreo

Punto	Lugar	Forma de la pendiente		Dificultad de excavación	
		Clase	Código	Clase	Código
1	Bosque de ribera	Linear convexa	LV	Moderada	M
	Terreno aledaño	Convexa	VV	Moderada	M

2	Bosque de ribera	Linear convexo	LC	Baja	L
	Terreno aledaño	Convexa	VV	Moderada	M
3	Bosque de ribera	Cóncava convexa	CV	Baja	L
	Terreno aledaño	Convexa	VV	Baja	L
4	Bosque de ribera	Convexa	CC	Alta	H
	Terreno aledaño	Convexa lineal	VL	Baja	L
5	Bosque de ribera	Cóncava convexa	CV	Moderada	M
	Terreno aledaño	Convexa	VV	Baja	L
6	Bosque de ribera	Lineal	CL	Moderada	M
	Terreno aledaño	Convexa lineal	VL	Moderada	M
7	Bosque de ribera	Linear	CL	Baja	L
	Terreno aledaño	Convexa lineal	VL	Baja	L
8	Bosque de ribera	Cóncava convexa	CV	Baja	L
	Terreno aledaño	Linear	LL	Moderada	M
9	Bosque de ribera	Convexa lineal	VL	Baja	L
	Terreno aledaño	Linear	CL	Baja	L
10	Bosque de ribera	Convexa lineal	VL	Baja	L
	Terreno aledaño	Convexa	VV	Alta	H

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-3 presentada se ha registrado como información geomorfológica a la forma de la pendiente y a la dificultad de excavación, estas dos características nos proporcionaran información acerca del estado físico de las áreas a muestrear de forma en que para investigaciones futuras quede una referencia del estado actual. En el caso de la forma de la pendiente se pudo identificar variaciones debido al cauce del río y a la morfología de los bosques de ribera de tal forma que las pendientes más comunes a lo largo de la zona de muestreo fueron convexas en terrenos aledaños y cóncava convexa en bosques de ribera, las relaciones de estas se muestran en

la Ilustración 3-1. En el caso de la dificultad de excavación tanto para bosques de ribera como para terrenos aledaños la más común es de baja dificultad, se muestra la relación en la Ilustración 3-2; esto debido a que la mayoría de las áreas ya han sido intervenidas o poco intervenidas por lo que los suelos no poseen mucha compactación.

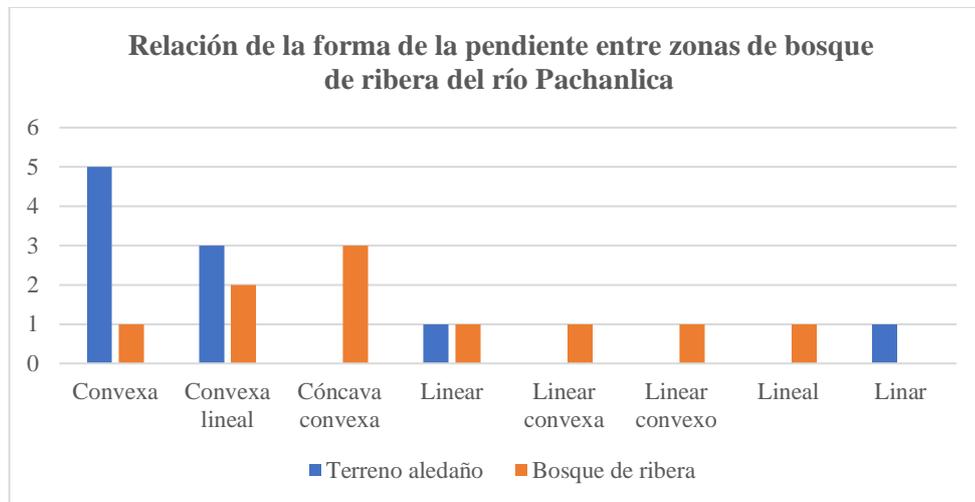


Ilustración 3-1: Relación de la forma de la pendiente entre zonas de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

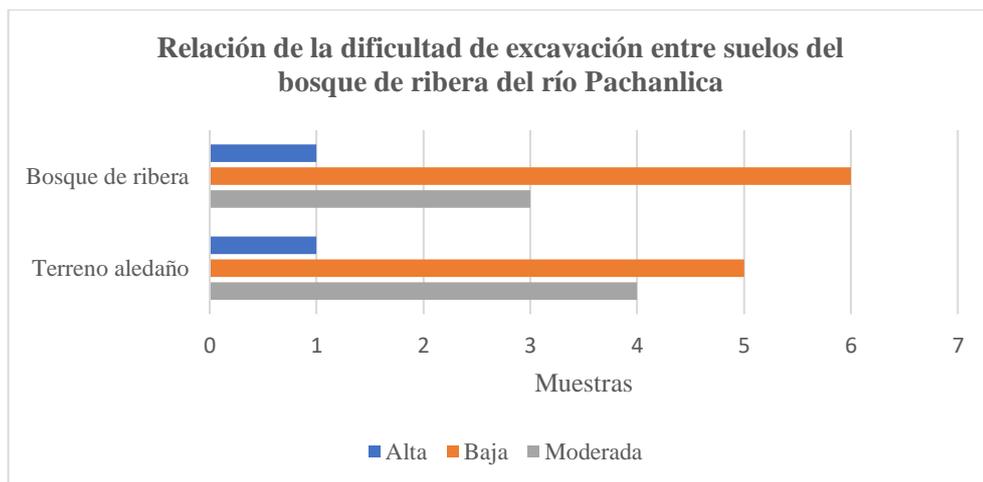


Ilustración 3-2: Relación de la dificultad de excavación entre suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

Tabla 3-4: Estrato del agua y cubierta vegetal de los puntos de muestreo

Punto	Lugar	Estrato de agua		Cubierta vegetal	
		Clase	Código	Clase	Código
1	Bosque de ribera	Húmedo	M	Arbustos silvestres	SNS
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Pradera gramínea	GRG
2	Bosque de ribera	Húmedo	M	Arbustos silvestres	SNS
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Pradera gramínea	GRG
3	Bosque de ribera	Húmedo	M	Cultivos de alfalfa	GHL
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Pradera gramínea	GRG
4	Bosque de ribera	Húmedo	M	Arbustos silvestres	SNS
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Arbustos silvestres	SNS
5	Bosque de ribera	Húmedo	M	Pasto	GOH
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Pajonales	GRG
6	Bosque de ribera	Mojado	W	Pasto	GOH
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Eucalipto	TCO
7	Bosque de ribera	Húmedo	M	Pradera gramínea	GRG
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Alfalfa	GHL
8	Bosque de ribera	Húmedo	M	Pradera gramínea	GRG
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Herbáceas	GOH
9	Bosque de ribera	Húmedo	M	Pradera gramínea	GRG
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Pasto	GOH
10	Bosque de ribera	Húmedo	M	Pradera gramínea	GRG
	Terreno aledaño	Húmedo	M	Pasto	GOH

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-4 presentada se ha registrado como información geomorfológica al estrato del agua y a la cubierta vegetal, estas características se han considerado importantes debido a que al conocerla ya se provee a que tipo de suelo nos enfrentaremos. En el caso del estrato del agua tanto para bosques de ribera como para terrenos aledaños de ha identificado que la más predominante es el estrato húmedo que es muy común por la localización de los suelos. En el caso de la cubierta vegetal predominante en los bosques de ribera es la pradera gramínea, ya que al estar próxima al cauce es común que los habitantes aledaños usen estas zonas como áreas de pastoreo o para la recolección de hierba como alimento a animales de crianza. En el caso de los terrenos aledaños la cubierta más predominante son los arbustos silvestres, ya que al ser una zona alta y en ocasiones muy inclinada les imposibilita a los moradores el poder aprovechar estos suelos para su beneficio y en pocas zonas menos inclinadas aprovechan las áreas para el sembrío de pasto para ganaderías, la relación de la cubierta vegetal se muestra en el Ilustración 3-3.

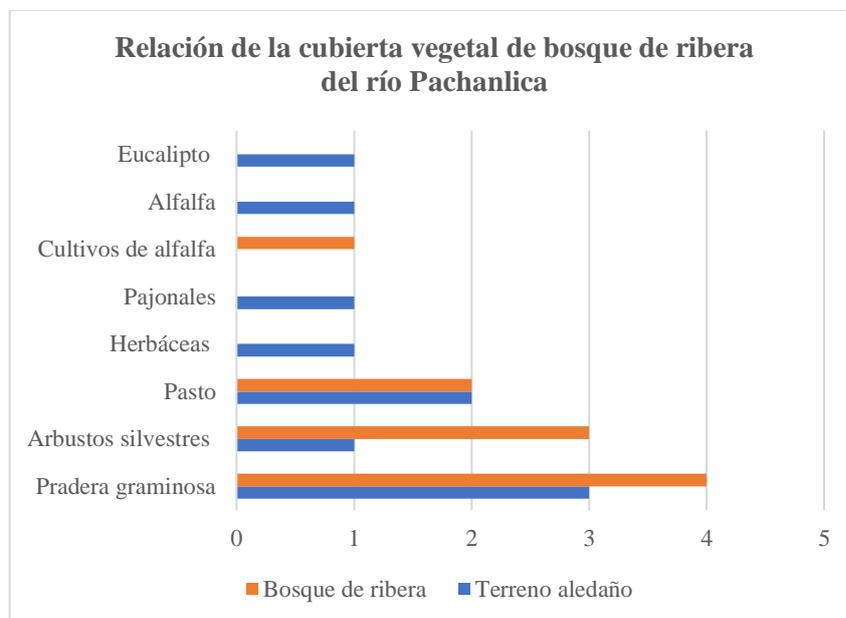


Ilustración 3-3: Relación de cubierta vegetal de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

3.2. Color

Tabla 3-5: Color del suelo

MUESTRA	Color en muestra seca	Color en muestra húmeda
CPBR-001-30	Gray	Black
CPBR-001-60	Reddish gray	Very dark brown
CPTA-001-30	Brown	Black

CPTA-001-60	Dark grayish brown	Black
CPBR-002-30	Gray	Very dark brown
CPBR-002-60	Gray	Very dark brown
CPTA-002-30	Gray	Very dark grayish brown
CPTA-002-60	Dark grayish brown	Very dark brown
CPBR-003-30	Very dark gray	Black
CPBR-003-60	Gray	Very black gray
CPTA-003-30	Dark gray	Black
CPTA-003-60	Gray	Very black gray
CPBR-004-30	Gray	Very black gray
CPBR-004-60	Dark gray	Black
CPTA-004-30	Dark grayish brown	Reddish black
CPTA-004-60	Dark gray	Very dark grayish brown
CPBR-005-30	Gray	Reddish black
CPBR-005-60	Light gray	Black
CPTA-005-30	Light olive brown	Dark reddish brown
CPTA-005-60	Pinkish gray	Black
CPBR-006-30	Gray	Dark reddish gray
CPBR-006-60	Dark gray	Very dark gray
CPTA-006-30	Olive brown	Dark brown
CPTA-006-60	Yellowish brown	Very dark gray
CPBR-007-30	Very dark gray	Reddish black
CPBR-007-60	Dark gray	Reddish black
CPTA-007-30	Grayish brown	Black
CPTA-007-60	Light brownish gray	Very dark brown
CPBR-008-30	Gray	Black
CPBR-008-60	Dark grayish brown	Black
CPTA-008-30	Dark grayish brown	Very dark brown
CPTA-008-60	Dark gray	Black
CPBR-009-30	Light brownish gray	Very dark grayish brown
CPBR-009-60	Light brownish gray	Very dark grayish brown
CPTA-009-30	Dark gray	Black
CPTA-009-60	Dark gray	Black
CPBR-010-30	Dark grayish brown	Black
CPBR-010-60	Grayish brown	Black
CPTA-010-30	Dark grayish brown	Very dark grayish brown
CPTA-010-60	Gray	Very dark grayish brown

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 1-3 se presenta la colorimetría de las muestras de suelo de cada punto tomado. Como se puede observar existe una gran variabilidad de colores de las muestras en el análisis en seco, con un total de 14 variables donde el color más predominante en los suelos fue el Gray (gris), se corrobora la información en la Ilustración 3-1. Este color fue muy representativo e identificativo

a simple vista, de acuerdo con datos bibliográficos este color es característico y representativo de suelos con baja presencia de oxígeno y con alta probabilidad de ser arenosos. En los análisis con muestra húmeda se observa una predominancia del color Black (negro) con un total de 16 muestras, esta información la encontramos en la Ilustración 3-2 que generalmente este es un indicativo de un suelo probablemente fértil y con presencia de hierro y manganeso. Mediante la determinación de esta propiedad del suelo se podría identificar con facilidad la fertilidad y si el suelo es apto o no para el desarrollo de vegetación.

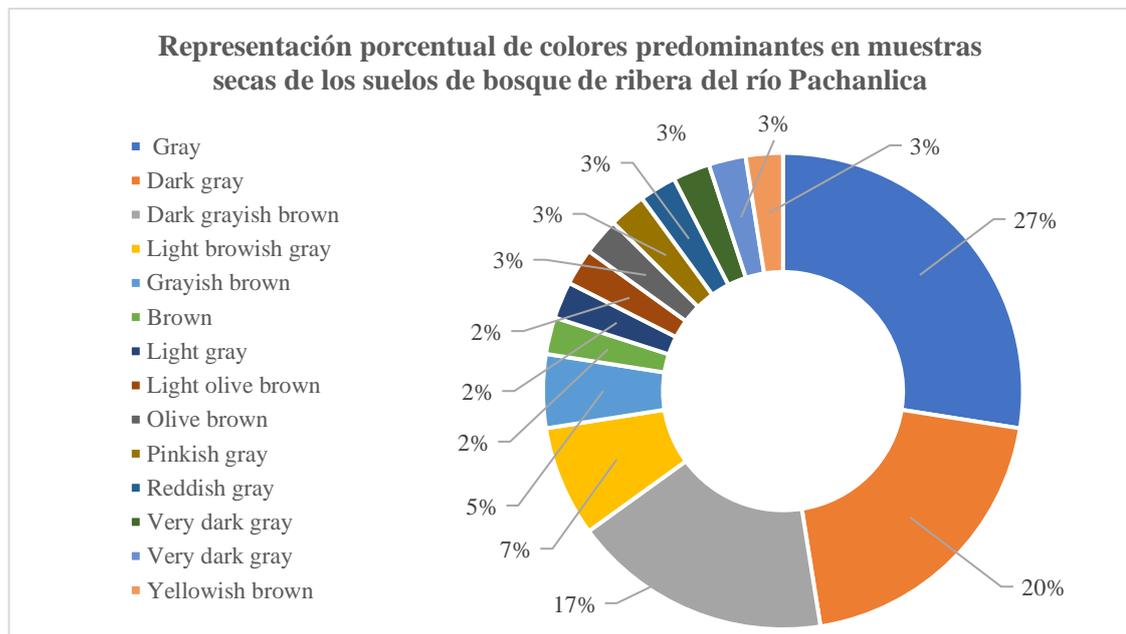


Ilustración 3-4: Representación porcentual de colores predominantes en muestras secas de los suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023.

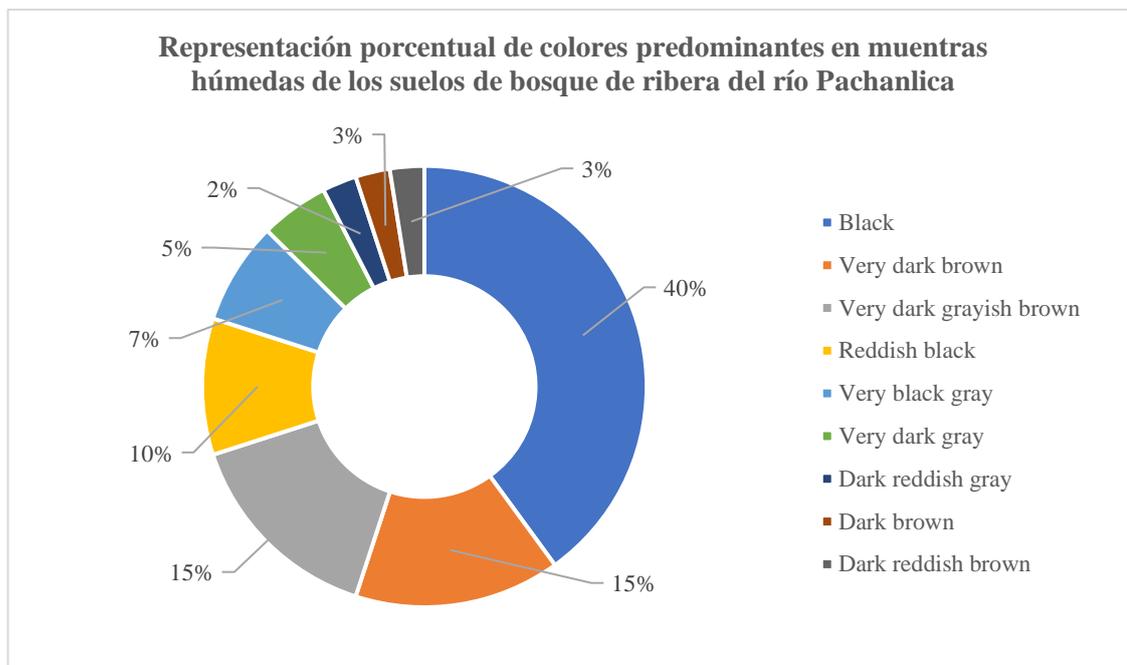


Ilustración 3-5: Representación porcentual de colores predominantes en muestras húmedas de los suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

3.3. Distribución porcentual de fracciones granulométricas

3.3.1. Clases texturales de los suelos

Obtenidos los porcentajes de arena, limo y arcilla mediante el método de Bouyoucos Day, se procede a la determinación de las clases texturales correspondientes al aplicar el diagrama de texturas. A continuación, en la Tabla 3-6 se muestra los resultados:

Tabla 3-6: Clases texturales de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica

MUESTRA	%			TIPO DE TEXTURA
	ARCILLA	LIMO	ARENA	
CPBR-001-30	11,33	12,38	76,28	Franco arenosa
CPBR-001-60	17,45	6,41	76,14	Areno franca
CPTA-001-30	11,33	27,57	61,10	Franco arenosa
CPTA-001-60	11,26	24,69	64,05	Franco arenosa
CPBR-002-30	14,43	24,69	60,88	Franco arenosa
CPBR-002-60	11,41	24,69	63,90	Franco arenosa
CPTA-002-30	17,31	15,62	67,07	Franco arenosa
CPTA-002-60	14,43	24,47	61,10	Franco arenosa

CPBR-003-30	14,14	52,11	33,74	Franco limosa
CPBR-003-60	13,71	15,55	70,74	Franco arenosa
CPTA-003-30	11,41	21,81	66,78	Franco arenosa
CPTA-003-60	14,79	18,86	66,35	Franco arenosa
CPBR-004-30	7,66	6,41	85,93	Areno franca
CPBR-004-60	7,88	9,21	82,91	Areno franca
CPTA-004-30	13,85	15,33	70,81	Franco arenosa
CPTA-004-60	7,66	16,05	76,28	Franco arenosa
CPBR-005-30	14,29	15,40	70,31	Franco arenosa
CPBR-005-60	10,76	12,74	76,50	Franco arenosa
CPTA-005-30	14,07	18,50	67,43	Franco arenosa
CPTA-005-60	10,69	9,21	80,10	Areno franca
CPBR-006-30	10,47	12,31	77,22	Franco arenosa
CPBR-006-60	16,37	34,05	49,58	Franca
CPTA-006-30	10,69	15,33	73,98	Franco arenosa
CPTA-006-60	13,57	24,40	62,03	Franco arenosa
CPBR-007-30	10,83	18,36	70,81	Franco arenosa
CPBR-007-60	7,59	9,36	83,05	Areno franca
CPTA-007-30	13,71	15,69	70,60	Franco arenosa
CPTA-007-60	13,57	15,91	70,53	Franco arenosa
CPBR-008-30	15,29	21,45	63,26	Franco arenosa
CPBR-008-60	9,25	6,77	83,99	Areno franca
CPTA-008-30	12,20	12,74	75,06	Franco arenosa
CPTA-008-60	12,20	15,40	72,40	Franco arenosa
CPBR-009-30	21,05	39,95	39,00	Franca
CPBR-009-60	15,15	15,62	69,23	Franco arenosa
CPTA-009-30	9,25	9,65	81,11	Areno franca
CPTA-009-60	12,27	15,91	71,82	Franco arenosa
CPBR-010-30	12,20	24,98	62,82	Franco arenosa
CPBR-010-60	12,13	18,86	69,01	Franco arenosa
CPTA-010-30	11,12	15,62	73,26	Franco arenosa
CPTA-010-60	11,26	12,60	76,14	Franco arenosa

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-6 se presenta los porcentajes de arena, limo y arcilla determinados a través del método de Bouyoucos Day, donde el porcentaje de arena presenta un promedio de 69.33%, seguido del limo con un 18.17% y arcilla con un 12.5%. la clase textural que más se destaca en el bosque de ribera a lo largo de la fuente Pachanlica es la Franco arenosa que abarca un total del 75% de las muestras estudiadas. El resto de las muestras comprenden un total de 17.5% de suelos

Areno francos, 5% de suelos Francos y 2.5% de suelos Franco limosos. En la Ilustración 3-3 se encuentran representados los porcentajes ya mencionados.

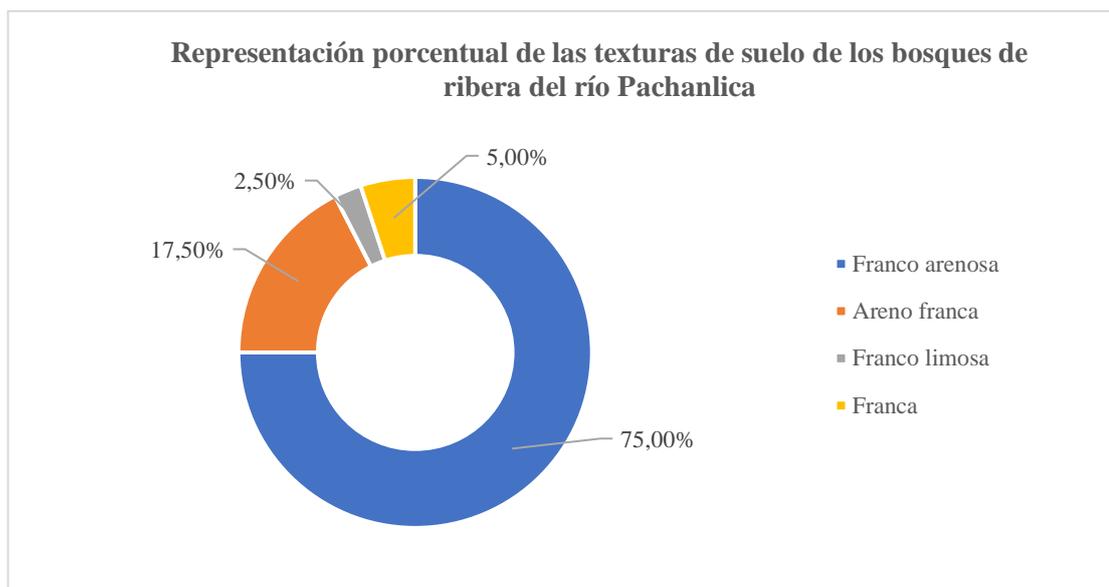


Ilustración 3-6: Representación porcentual de las texturas de suelo de los bosques de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

3.4. Estructura

3.4.1. Grado

Tabla 3-7: Grado de estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica

MUESTRA	GRADO	
	Unidad	Código
CPBR-001-30	Moderado	2
CPBR-001-60	Moderado	2
CPTA-001-30	Moderado	2
CPTA-001-60	Moderado	2
CPBR-002-30	Moderado	2
CPBR-002-60	Débil	1
CPTA-002-30	Débil	1
CPTA-002-60	Moderado	2
CPBR-003-30	Moderado	2

CPBR-003-60	Moderado	2
CPTA-003-30	Moderado	2
CPTA-003-60	Moderado	2
CPBR-004-30	Moderado	2
CPBR-004-60	Débil	1
CPTA-004-30	Fuerte	3
CPTA-004-60	Débil	1
CPBR-005-30	Moderado	2
CPBR-005-60	Moderado	2
CPTA-005-30	Moderado	2
CPTA-005-60	Moderado	2
CPBR-006-30	Moderado	2
CPBR-006-60	Fuerte	3
CPTA-006-30	Moderado	2
CPTA-006-60	Moderado	2
CPBR-007-30	Fuerte	3
CPBR-007-60	Moderado	2
CPTA-007-30	Moderado	2
CPTA-007-60	Moderado	2
CPBR-008-30	Débil	1
CPBR-008-60	Débil	1
CPTA-008-30	Débil	1
CPTA-008-60	Débil	1
CPBR-009-30	Moderado	2
CPBR-009-60	Moderado	2
CPTA-009-30	Débil	1
CPTA-009-60	Moderado	2
CPBR-010-30	Moderado	2
CPBR-010-60	Moderado	2
CPTA-010-30	Débil	1
CPTA-010-60	Débil	1

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

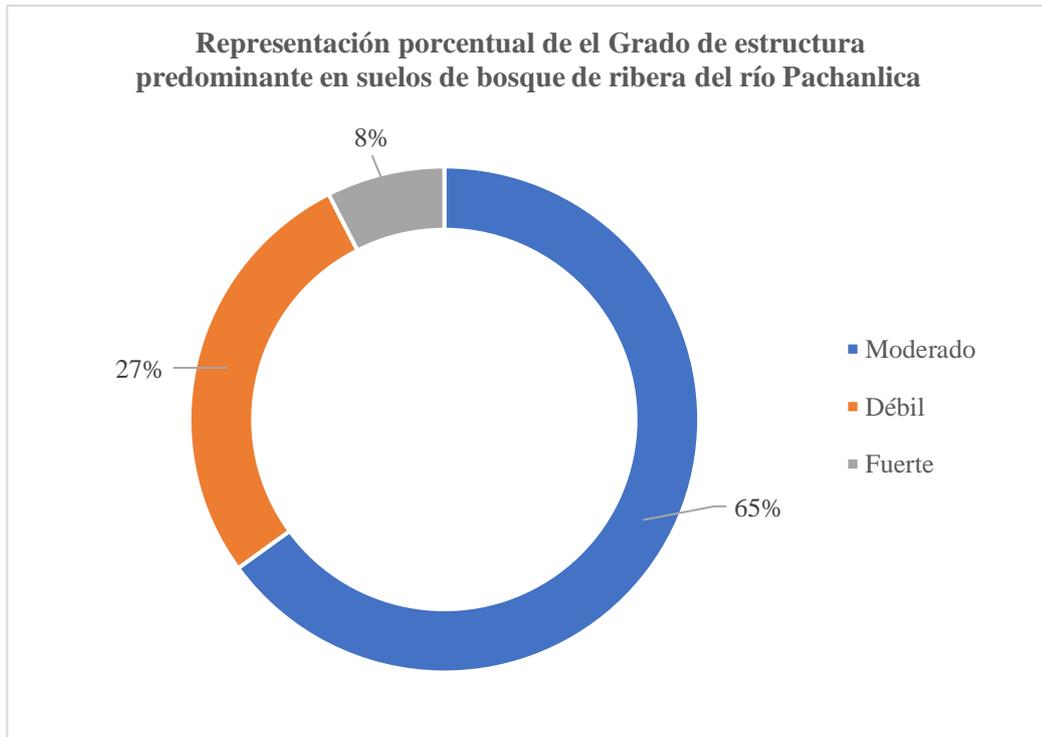


Ilustración 3-7: Representación porcentual del Grado de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-7 se presenta el grado de estructura identificada en cada muestra de suelo, el grado de la estructura se refiere a la forma o al modo en cómo se integran las partículas al suelo, como nos muestra la Ilustración 3-7, el grado más predominante de muestras analizadas fue el moderado con un total del 65% del total de las muestras, esto debido a la textura y al estrato del agua presente donde se tomaron las muestras. El 27% se identificaron con un grado débil y el 8% de las muestras se identificó con un grado fuerte.

3.4.2. Tipo

Tabla 3-8: Tipo de estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica

MUESTRA	TIPO		
	Unidades	Código	
		Conv.	NASIS
CPBR-001-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-001-60	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-001-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-001-60	Bloques subangulares	sbk	SBK

CPBR-002-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-002-60	Grano suelto	sg	SGR
CPTA-002-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-002-60	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-003-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-003-60	Granular	gr	GR
CPTA-003-30	Granular	gr	GR
CPTA-003-60	Granular	gr	GR
CPBR-004-30	Granular	gr	GR
CPBR-004-60	Granular	gr	GR
CPTA-004-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-004-60	Granular	gr	GR
CPBR-005-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-005-60	Grano suelto	sg	SGR
CPTA-005-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-005-60	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-006-30	Bloques angulares	abk	ABK
CPBR-006-60	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-006-30	Bloques angulares	abk	ABK
CPTA-006-60	Bloques angulares	abk	ABK
CPBR-007-30	Bloques angulares	abk	ABK
CPBR-007-60	Bloques angulares	abk	ABK
CPTA-007-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-007-60	Bloques angulares	abk	ABK
CPBR-008-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-008-60	Bloques angulares	abk	ABK
CPTA-008-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-008-60	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-009-30	Bloques angulares	abk	ABK
CPBR-009-60	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-009-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-009-60	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-010-30	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPBR-010-60	Bloques subangulares	sbk	SBK
CPTA-010-30	Granular	gr	GR

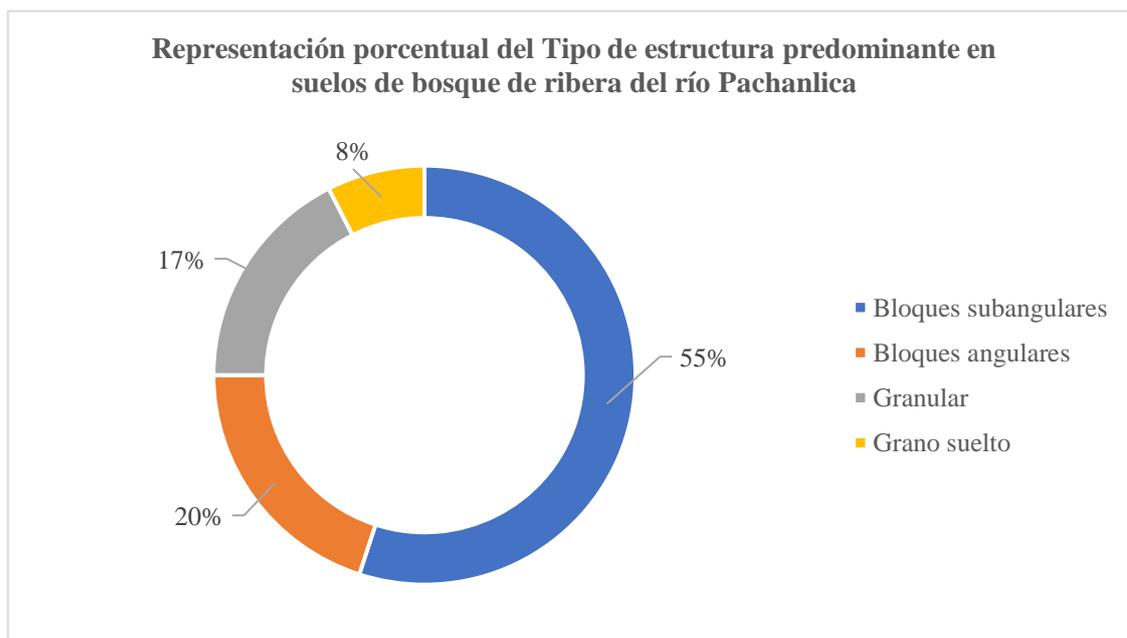


Ilustración 3-8: Representación porcentual del Tipo de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-8 se presenta el tipo de estructura presente en los suelos de los bosques de ribera del río Pachanlica. De forma porcentual se muestra en la Ilustración 3-8 los tipos de estructura identificados de los análisis de las muestras de suelo. El tipo de estructura que predomina en las zonas de estudio son los bloques subangulares con un total del 55% de las muestras, este tipo es muy común en suelos que ya han sido intervenidos o que se encuentran en constante cambio de vegetación. El 20% de las muestras se identificó con estructura de tipo bloques angulares, el 17% se identificó con el tipo de estructura granular y el 8% se identificó con el tipo de estructura de grano suelto, esto debido a la composición textural con un alto porcentaje de arena.

3.4.3. *Tamaño*

Tabla 3-9: Tamaño de estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica

MUESTRA	TAMAÑO		
	Clase	Código	
		Conv.	NASIS
CPBR-001-30	Medio	m	M
CPBR-001-60	Medio	m	M

CPTA-001-30	Medio	m	M
CPTA-001-60	Fino	f (tn)	F (TN)
CPBR-002-30	Medio	m	M
CPBR-002-60	Fino	f (tn)	F (TN)
CPTA-002-30	Fino	f (tn)	F (TN)
CPTA-002-60	Medio	m	M
CPBR-003-30	Medio	m	M
CPBR-003-60	Muy grueso	vc (vk)	VC (VK)
CPTA-003-30	Fino	f (tn)	F (TN)
CPTA-003-60	Muy fino	vf (vn)	VF (VN)
CPBR-004-30	Fino	f (tn)	F (TN)
CPBR-004-60	Muy fino	vf (vn)	VF (VN)
CPTA-004-30	Medio	m	M
CPTA-004-60	Muy fino	vf (vn)	VF (VN)
CPBR-005-30	Medio	m	M
CPBR-005-60	Muy fino	vf (vn)	VF (VN)
CPTA-005-30	Medio	m	M
CPTA-005-60	Medio	m	M
CPBR-006-30	Grueso	co (tk)	CO (TK)
CPBR-006-60	Grueso	co (tk)	CO (TK)
CPTA-006-30	Medio	m	M
CPTA-006-60	Medio	m	M
CPBR-007-30	Grueso	co (tk)	CO (TK)
CPBR-007-60	Medio	m	M
CPTA-007-30	Medio	m	M
CPTA-007-60	Grueso	co (tk)	CO (TK)
CPBR-008-30	Medio	m	M
CPBR-008-60	Medio	m	M
CPTA-008-30	Medio	m	M
CPTA-008-60	Medio	m	M
CPBR-009-30	Grueso	co (tk)	CO (TK)
CPBR-009-60	Medio	m	M
CPTA-009-30	Fino	f (tn)	F (TN)
CPTA-009-60	Fino	f (tn)	F (TN)
CPBR-010-30	Grueso	co (tk)	CO (TK)

CPBR-010-60	Medio	m	M
CPTA-010-30	Fino	f (tn)	F (TN)
CPTA-010-60	Muy fino	vf (vn)	VF (VN)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

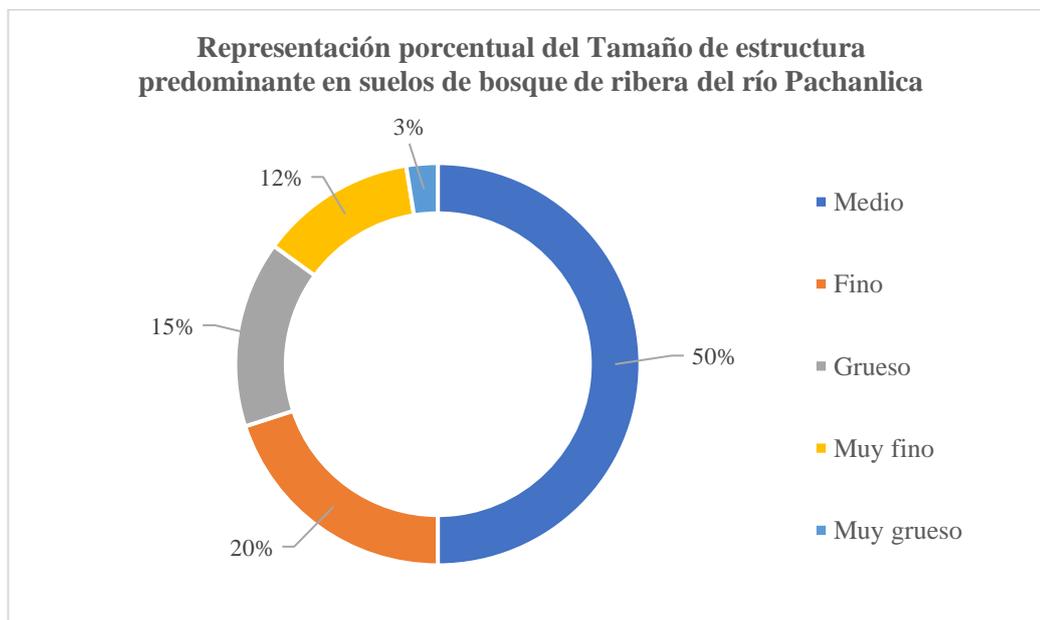


Ilustración 3-9: Representación porcentual del Tamaño de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-9 se presenta el tamaño de estructura identificados en las muestras de suelo, para conocer el tamaño de una muestra de suelo se la debe secar de tal forma que llego al laboratorio, sin alterar o desmenuzarla. En la Ilustración 3-9 se presenta de forma porcentual los tamaños identificados tras análisis de las muestras de suelo, el tamaño predominante es el medio el cual abarco un total del 50% de las muestras analizadas. En la mayoría de las muestras que corresponden a este porcentaje, el tamaño varía entre 10 a 20mm. El 20% de las muestras se identificaron con un tamaño fino, el 15% se identificó con un tamaño grueso, el 12% como muy fino y el 3% como muy grueso, todos los tamaños varían de acuerdo con su composición textural.

3.4.4. Resistencia a la ruptura

Tabla 3-10: Resistencia a la ruptura de estructura de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica

MUESTRA	RESISTENCIA A LA RUPTURA	
	Clase	Código

CPBR-001-30	Ligeramente duro	SH / d(sh)
CPBR-001-60	Moderadamente duro	MH / d(h)
CPTA-001-30	Extremadamente duro	EH / d(eh)
CPTA-001-60	Moderadamente duro	MH / d(h)
CPBR-002-30	Duro	HA / d(h)
CPBR-002-60	Ligeramente duro	SH / d(sh)
CPTA-002-30	Suelto	L / d(lo)
CPTA-002-60	Suave	L / d(so)
CPBR-003-30	Ligeramente duro	SH / d(sh)
CPBR-003-60	Suave	L / d(so)
CPTA-003-30	Suave	L / d(so)
CPTA-003-60	Suave	L / d(so)
CPBR-004-30	Suave	L / d(so)
CPBR-004-60	Suelto	L / d(lo)
CPTA-004-30	Suelto	L / d(lo)
CPTA-004-60	Moderadamente duro	MH / d(h)
CPBR-005-30	Suave	L / d(so)
CPBR-005-60	Suelto	L / d(lo)
CPTA-005-30	Suave	L / d(so)
CPTA-005-60	Suave	L / d(so)
CPBR-006-30	Moderadamente duro	MH / d(h)
CPBR-006-60	Duro	HA / d(h)
CPTA-006-30	Moderadamente duro	MH / d(h)
CPTA-006-60	Duro	HA / d(h)
CPBR-007-30	Muy duro	VH / d(vh)
CPBR-007-60	Moderadamente duro	MH / d(h)
CPTA-007-30	Suave	L / d(so)
CPTA-007-60	Extremadamente duro	EH / d(eh)
CPBR-008-30	Ligeramente duro	SH / d(sh)
CPBR-008-60	Suave	L / d(so)
CPTA-008-30	Suave	L / d(so)
CPTA-008-60	Suave	L / d(so)
CPBR-009-30	Duro	HA / d(h)
CPBR-009-60	Ligeramente duro	SH / d(sh)
CPTA-009-30	Suave	L / d(so)

CPTA-009-60	Ligeramente duro	SH / d(sh)
CPBR-010-30	Moderadamente duro	MH / d(h)
CPBR-010-60	Suave	L / d(so)
CPTA-010-30	Suelto	L / d(lo)
CPTA-010-60	Suelto	L / d(lo)

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

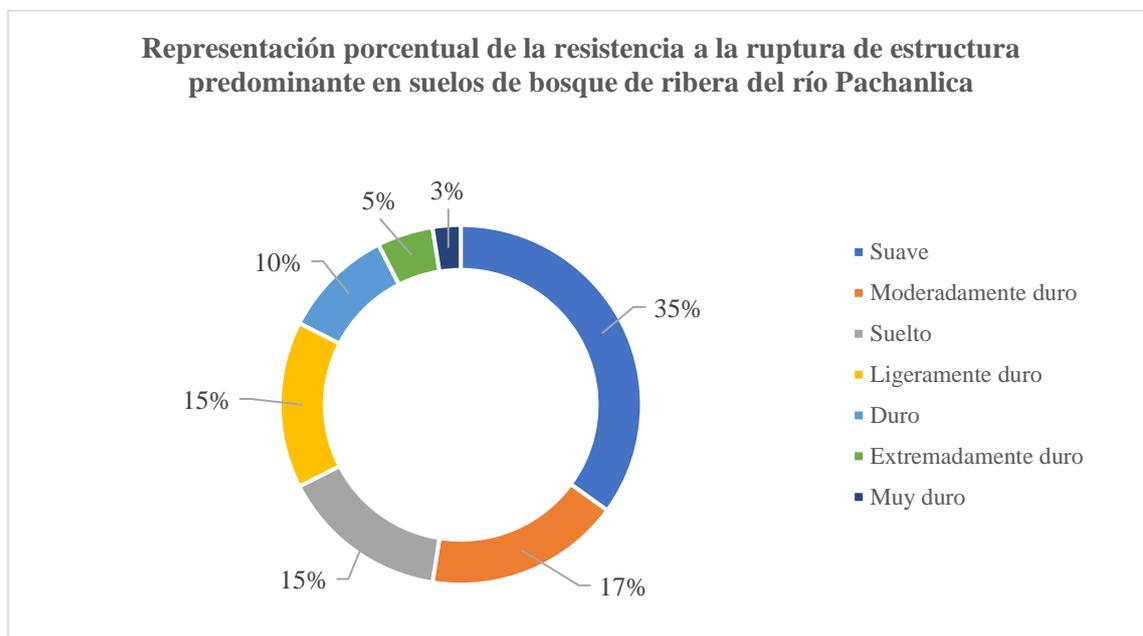


Ilustración 3-10: Representación porcentual de la resistencia a la ruptura de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-10 se presenta la resistencia a la ruptura de los suelos de bosque de ribera del río Pachanlica, esta característica fue identificada de forma subjetiva, de esta forma se idéntico que las muestras de suelo fueron muy variables dependiendo la zona, donde el 35% de las muestras se identificaron con una resistencia suave, esto debido a la textura y estructura de dichos suelos, el 17% de las muestra se identificaron con una resistencia moderadamente dura, un 15% se identificaron con una resistencia suelta y otro 15% se identificaron con una resistencia ligeramente dura, un 10% se identificaron con una resistencia dura, el 5% se identificaron con una resistencia extremadamente dura y finalmente el 3% se identificaron con una resistencia muy dura. Esta información se encuentra contemplada en la Ilustración 3-10.

3.5. Consistencia

3.5.1. Fractura del suelo

3.5.1.1. Fragilidad

Tabla 3-11: Fragilidad de estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica

MUESTRA	FRAGILIDAD		
	Clase	Código	
		PDP	NASIS
CPBR-001-30	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-001-60	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-001-30	Deformable	D	DF
CPTA-001-60	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-002-30	Deformable	D	DF
CPBR-002-60	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-002-30	Frágil	B	BR
CPTA-002-60	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-003-30	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-003-60	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-003-30	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-003-60	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-004-30	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-004-60	Frágil	B	BR
CPTA-004-30	Deformable	D	DF
CPTA-004-60	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-005-30	Deformable	D	DF
CPBR-005-60	Deformable	D	DF
CPTA-005-30	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-005-60	Deformable	D	DF
CPBR-006-30	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-006-60	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-006-30	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-006-60	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-007-30	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-007-60	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-007-30	Deformable	D	DF

CPTA-007-60	Deformable	D	DF
CPBR-008-30	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-008-60	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-008-30	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-008-60	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-009-30	Deformable	D	DF
CPBR-009-60	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-009-30	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-009-60	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-010-30	Semi-deformable	SD	SD
CPBR-010-60	Semi-deformable	SD	SD
CPTA-010-30	Frágil	B	BR
CPTA-010-60	Frágil	B	BR

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

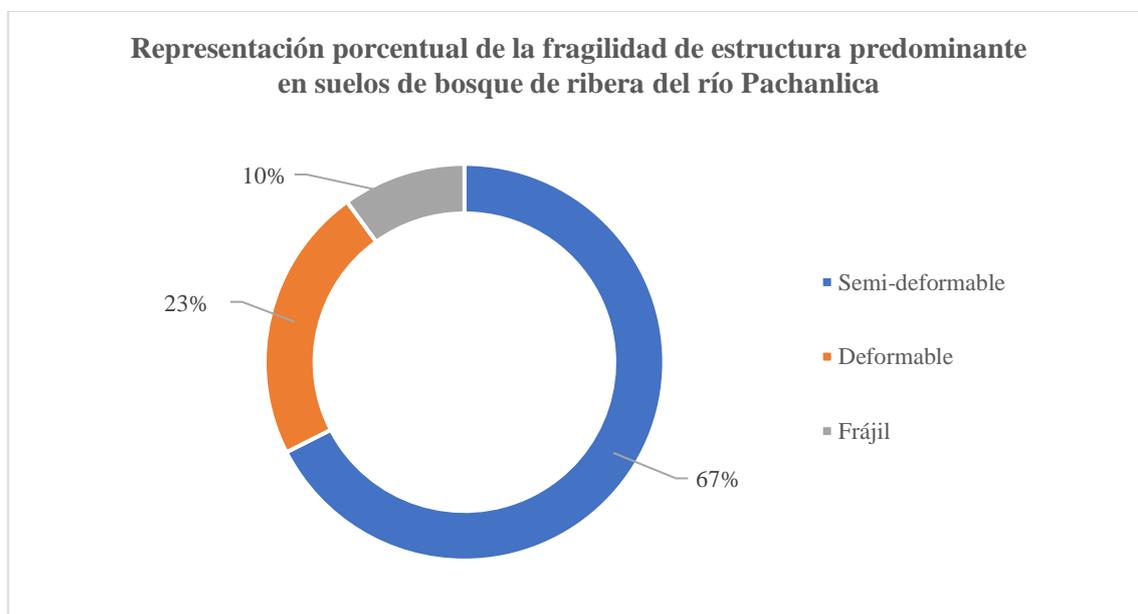


Ilustración 3-11: Representación porcentual de la fragilidad de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-11 se presenta la fragilidad de la estructura del suelo de los bosques de ribera de río Pachanlica, como se puede apreciar en la Ilustración 3-11 la fragilidad que más predomina es la semi deformable con un total de 67% de las muestras analizadas, esta característica depende mucho de la textura por la que está compuesta el suelo, el 23% son deformables y el 10% son

frágiles, debido a que en su textura existe un alto porcentaje de arena lo que hace que la muestra de suelo sea menos manejable y maleable.

3.5.1.2. *Fluidez*

Tabla 2-12: Fluidez de estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica

MUESTRA	FLUIDEZ		
	Clase	Código	
		PDP	NASIS
CPBR-001-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-001-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-001-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-001-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-002-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-002-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-002-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-002-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-003-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-003-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-003-30	Moderadamente fluido	MF	MF
CPTA-003-60	Moderadamente fluido	MF	MF
CPBR-004-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-004-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-004-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-004-60	Moderadamente fluido	MF	MF
CPBR-005-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-005-60	No fluido	NF	NF
CPTA-005-30	Moderadamente fluido	MF	MF
CPTA-005-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-006-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-006-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-006-30	Moderadamente fluido	MF	MF
CPTA-006-60	Moderadamente fluido	MF	MF
CPBR-007-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-007-60	Ligeramente fluido	SF	SF

CPTA-007-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-007-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-008-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-008-60	Moderadamente fluido	MF	MF
CPTA-008-30	Moderadamente fluido	MF	MF
CPTA-008-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-009-30	Moderadamente fluido	MF	MF
CPBR-009-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-009-30	No fluido	NF	NF
CPTA-009-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-010-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPBR-010-60	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-010-30	Ligeramente fluido	SF	SF
CPTA-010-60	Ligeramente fluido	SF	SF

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

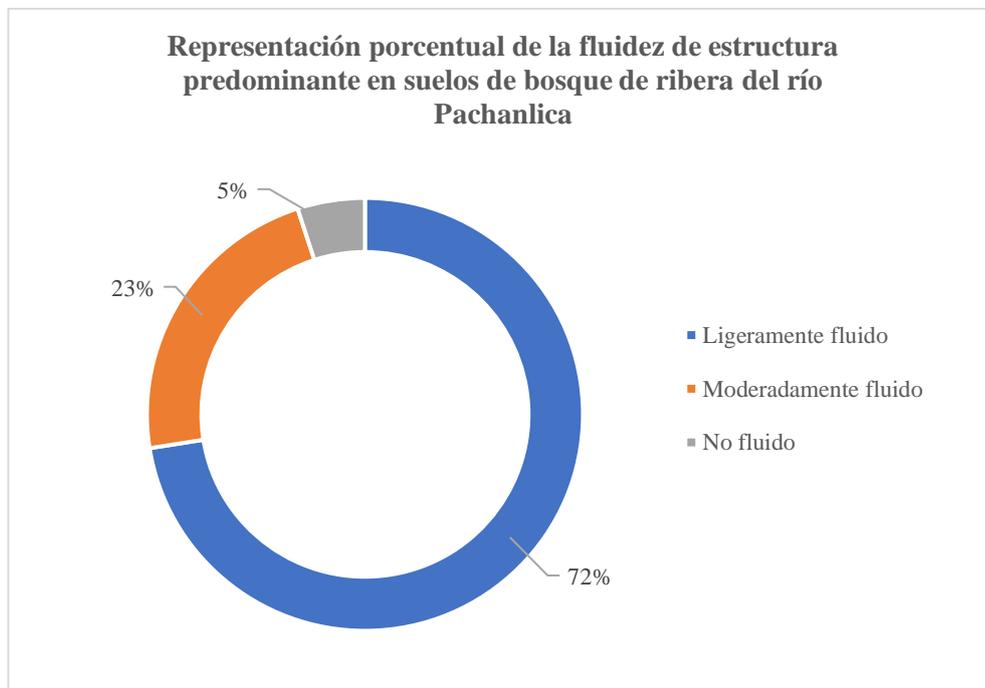


Ilustración 3-12: Representación porcentual de la fluidez de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023.

En la Tabla 3-12 se presenta la fluidez de la estructura de las muestras analizadas de suelos del río Pachanlica, en Ilustración 3-12 se contempla de forma porcentual el total de las muestras y su fluidez. El 72% de las muestras de suelo son ligeramente fluidas, esto indica que las muestras de

suelo al exponerse a la humedad y al interaccionar presentan algún cambio como el esparcirse o fluir, es este caso, conociendo el contenido porcentual de arena que componen las muestra, al estar en contacto con la humedad no presentan mayor cambio por lo que al manipularlos su fluidez fue baja o ligera. El 23% de las muestras se identificaron como moderadamente fluidas y únicamente el 5% se identificaron como no fluidas, debido al alto contenido de arena en la textura del suelo.

3.5.1.3. Untuosidad

Tabla 3-13: Untuosidad de estructura de suelos de bosques de ribera del rio Pachanlica

MUESTRA	UNTUOSIDAD		
	Clase	Código	
		PDP	NASIS
CPBR-001-30	Débilmente untuoso	WS	WS
CPBR-001-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-001-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPTA-001-60	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-002-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-002-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-002-30	No untuoso	NS	NS
CPTA-002-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPBR-003-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-003-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-003-30	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-003-60	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-004-30	Débilmente untuoso	WS	WS
CPBR-004-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-004-30	No untuoso	NS	NS
CPTA-004-60	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-005-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-005-60	No untuoso	NS	NS
CPTA-005-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPTA-005-60	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-006-30	Débilmente untuoso	WS	WS
CPBR-006-60	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPTA-006-30	Moderadamente untuoso	MS	MS

CPTA-006-60	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-007-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-007-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-007-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPTA-007-60	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-008-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-008-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-008-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPTA-008-60	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-009-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPBR-009-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-009-30	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-009-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPBR-010-30	Débilmente untuoso	WS	WS
CPBR-010-60	Débilmente untuoso	WS	WS
CPTA-010-30	Moderadamente untuoso	MS	MS
CPTA-010-60	Débilmente untuoso	WS	WS

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

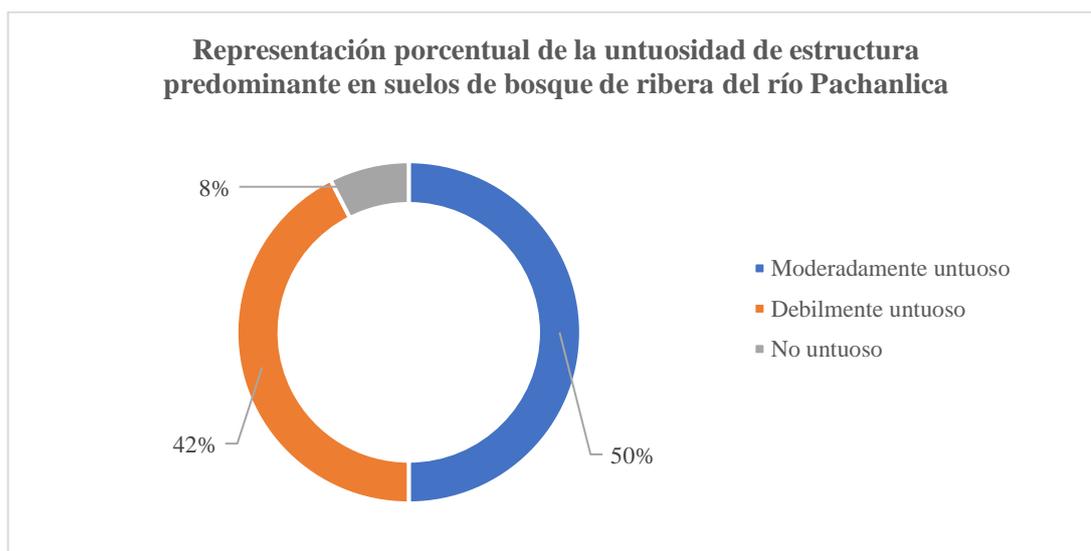


Ilustración 3-13: Representación porcentual de la untuosidad de estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-13 se presenta la untuosidad determinada de muestras de bosques de ribera del río Pachanlica, la representación porcentual del tipo de untuosidad identificada en dichas muestras se presenta en la Ilustración 3-13. De esta manera se identificó que el 50% de las muestras

analizadas presentaron una untuosidad moderada, esta característica se refiere a la capacidad que posee un suelo de desplazarse en una superficie y de mostrar un manchado característico del color del suelo. El 42% de las muestras se identificaron como débilmente untuosas y el 8% como no untuosas, esto debido a la composición textural con altos porcentajes de arena.

3.5.2. Deslizamiento

3.5.2.1. Adherencia

Tabla 3-14: Adherencia de la estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica

MUESTRA	ADHERENCIA			
	Clase	Código		
		Conv.	PDP	NASIS
CPBR-001-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-001-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-001-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-001-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-002-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-002-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-002-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-002-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-003-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-003-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-003-30	Moderadamente adhesivo	(w)s	S	MS
CPTA-003-60	Moderadamente adhesivo	(w)s	S	MS
CPBR-004-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-004-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-004-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-004-60	Moderadamente adhesivo	(w)s	S	MS
CPBR-005-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-005-60	No adhesivo	(w)so	SO	SO
CPTA-005-30	Moderadamente adhesivo	(w)s	S	MS
CPTA-005-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-006-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-006-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-006-30	Moderadamente adhesivo	(w)s	S	MS
CPTA-006-60	Moderadamente adhesivo	(w)s	S	MS

CPBR-007-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-007-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-007-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-007-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-008-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-008-60	Moderadamente adhesivo	(w)s	S	MS
CPTA-008-30	Moderadamente adhesivo	(w)s	S	MS
CPTA-008-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-009-30	Moderadamente adhesivo	(w)s	S	MS
CPBR-009-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-009-30	No adhesivo	(w)so	SO	SO
CPTA-009-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-010-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPBR-010-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-010-30	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS
CPTA-010-60	Ligeramente adhesivo	(w)ss	SS	SS

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

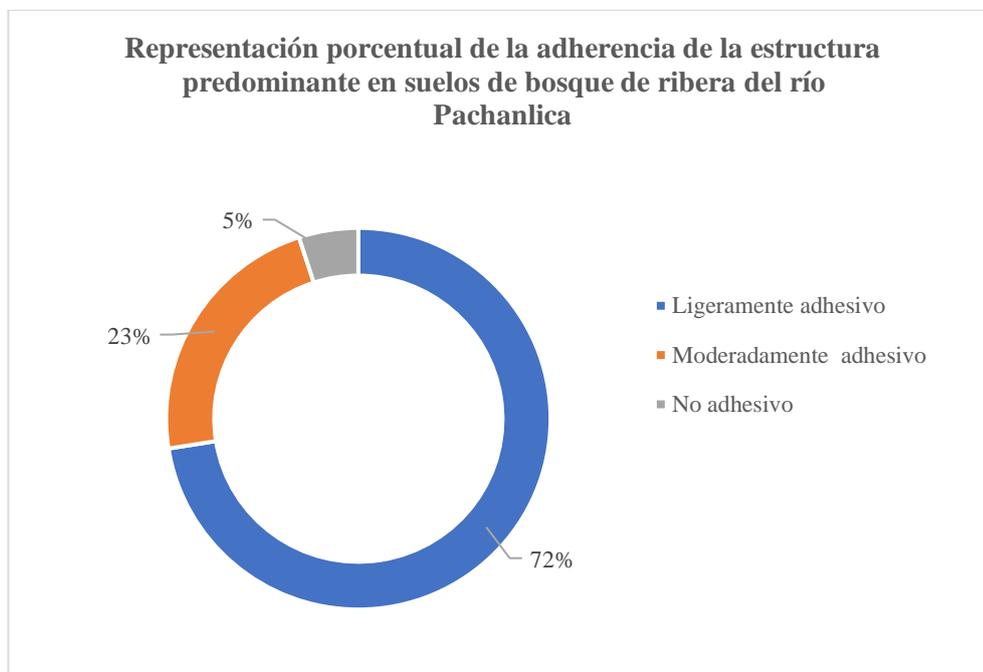


Ilustración 3-14: Representación porcentual de la adherencia de la estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-14 se presenta los tipos de adherencia identificados en el análisis de muestras de bosques de ribera del río Pachanlica, donde del total de las muestras el 72% se determinaron como ligeramente adhesivas, esta característica se encuentra asociada con la fijación que tiene una muestra al ser inducida a una fuerza para medir su fijación sobre una superficie. El 23% de las

muestras se identificaron como moderadamente adhesivas y el 5% se identificó como no adhesivos, esto debido al alto contenido porcentual de arena que conforma la textura de las muestras.

3.5.2.2. Plasticidad

Tabla 3-15: Plasticidad de la estructura de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica

MUESTRA	PLASTICIDAD			
	Clase	Código		
		Conv.	PDP	NASIS
CPBR-001-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPBR-001-60	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPTA-001-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-001-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPBR-002-30	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPBR-002-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-002-30	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPTA-002-60	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPBR-003-30	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPBR-003-60	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPTA-003-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-003-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPBR-004-30	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPBR-004-60	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPTA-004-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-004-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPBR-005-30	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPBR-005-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-005-30	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPTA-005-60	No plástica	(w)po	PO	PO
CPBR-006-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPBR-006-60	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPTA-006-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-006-60	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPBR-007-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP

CPBR-007-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-007-30	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPTA-007-60	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPBR-008-30	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPBR-008-60	No plástica	(w)po	PO	PO
CPTA-008-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-008-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPBR-009-30	Muy plástica	(w)vp	VP	VP
CPBR-009-60	Moderadamente plástica	(w)p	P	MP
CPTA-009-30	No plástica	(w)po	PO	PO
CPTA-009-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPBR-010-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPBR-010-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-010-30	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP
CPTA-010-60	Ligeramente plástica	(w)ps	SP	SP

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

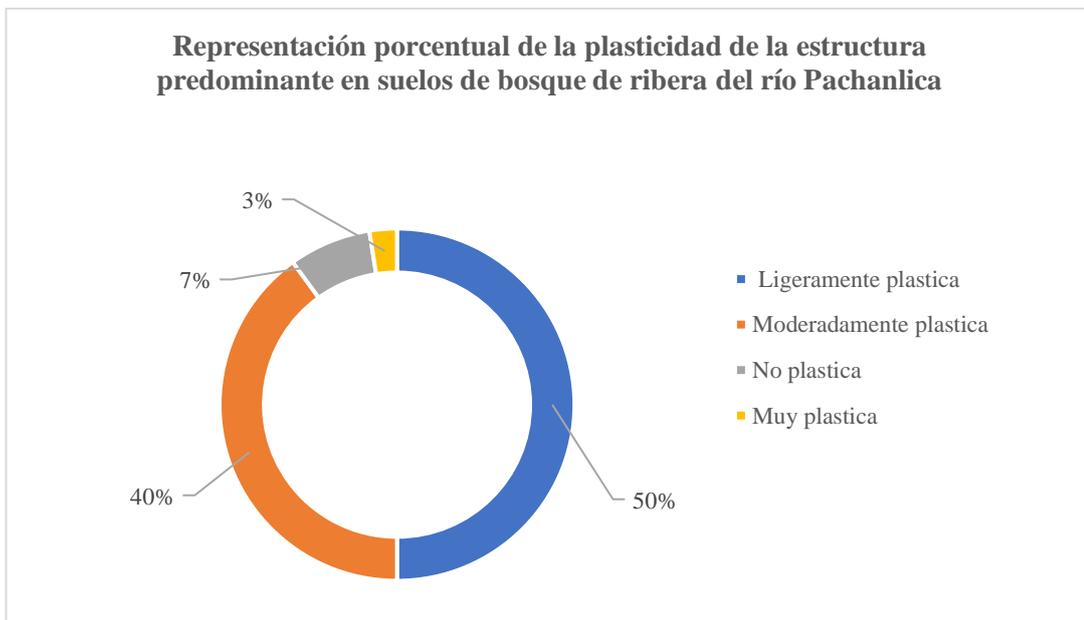


Tabla 3-16: Representación porcentual de la plasticidad de la estructura predominante en suelos de bosque de ribera del río Pachanlica

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023.

En la Tabla 3-15 se presenta los tipos de plasticidad identificados en los análisis de las muestras de bosques de ribera del río Pachanlica, en la ilustración 3-15 se encuentra la representación porcentual de los porcentajes de tipos de plasticidad identificados, donde se determinó que el 50% del total de las muestras se identificaron como ligeramente plásticas, esto debido a que por su

contenido textural porcentual las muestras al ser manipuladas formando cilindros de aproximadamente 6mm su estructura se mantiene. El 40% de las muestras se identificaron como moderadamente plásticas ya que al formar un cilindro de diámetro menor su estructura se mantenía, esto debido de igual manera a su composición textural, el 7% se identificaron como muy plásticas ya que al formar un cilindro mucho más pequeño la muestra se sostuvo y el 3% se identificó como no plástico ya que al tener en su textura un alto contenido de arena no fue posible formar un cilindro estable.

3.6. Densidad aparente, real y porosidad total

Tabla 3-17: Densidad aparente, real y porosidad total de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica.

MUESTRA	Densidad Aparente (g/cm³)	Densidad real (g/cm³)	Porosidad total (%)
CPBR-001-30	1,2391	2,5334	51,0907
CPBR-001-60	1,2892	2,6394	51,1567
CPTA-001-30	1,0912	2,2977	52,5078
CPTA-001-60	1,2817	2,9144	56,0215
CPBR-002-30	1,1437	2,0489	44,1781
CPBR-002-60	1,3931	2,6749	47,9192
CPTA-002-30	1,1104	2,2308	50,2253
CPTA-002-60	1,0864	2,2341	51,3726
CPBR-003-30	1,5827	2,4883	36,3956
CPBR-003-60	1,2704	2,7859	54,4003
CPTA-003-30	1,3127	2,5065	47,6279
CPTA-003-60	1,2855	2,7295	52,9021
CPBR-004-30	0,9559	2,6685	64,1783
CPBR-004-60	1,0431	2,5739	59,4752
CPTA-004-30	1,2714	2,5995	51,0890
CPTA-004-60	1,3455	2,3172	41,9358
CPBR-005-30	1,3669	2,6351	48,1269
CPBR-005-60	1,1368	2,5314	55,0928
CPTA-005-30	1,2874	2,4958	48,4152
CPTA-005-60	1,3761	2,5937	46,9456
CPBR-006-30	1,4572	2,7218	46,4597
CPBR-006-60	1,3283	2,3117	42,5435
CPTA-006-30	1,3957	2,1246	34,3047
CPTA-006-60	1,3099	2,4553	46,6498

CPBR-007-30	1,6210	2,4480	33,7813
CPBR-007-60	1,4983	2,4897	39,8207
CPTA-007-30	1,1128	2,6225	57,5663
CPTA-007-60	1,3901	2,6530	47,6034
CPBR-008-30	1,4873	2,3412	36,4737
CPBR-008-60	1,5121	2,4903	39,2783
CPTA-008-30	1,5958	2,4323	34,3912
CPTA-008-60	1,3156	2,5723	48,8566
CPBR-009-30	1,6028	2,3179	30,8499
CPBR-009-60	1,6237	2,4705	34,2756
CPTA-009-30	1,4295	2,5609	44,1795
CPTA-009-60	1,3163	2,3929	44,9904
CPBR-010-30	1,4189	2,5860	45,1319
CPBR-010-60	1,5609	2,5042	37,6696
CPTA-010-30	1,2356	2,5240	51,0478
CPTA-010-60	1,3460	2,5291	46,7807

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la tabla 3-16 se muestra la Densidad aparente, real y porosidad total de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica, tras realizar los análisis correspondientes a cada parámetro se obtuvo esta tabla de datos, de forma que nos da a conocer la variabilidad de dichos parámetros en los diferentes suelos. De esta forma para la densidad aparente más alta corresponde al punto 9 de bosque de ribera en la profundidad de 60cm con un valor de 1.6237 g/cm³, la densidad más baja corresponde al punto 4 de bosque de ribera en la profundidad de 30cm con un valor de 0,9559 g/cm³. En la densidad real el punto con valor alto es el 1 de terreno aledaño en la profundidad de 60cm con 2,9144 g/cm³, la densidad real más baja corresponde al punto 2 de bosque de ribera en la profundidad de 30cm con un valor de 2,0489 g/cm³. Para la porosidad se consideró usar los datos de las dos densidades, de tal forma que la muestra con porosidad más alta es la 4 de bosque de ribera en la profundidad de 30cm con un valor del 64,1783% y la muestra de porosidad más baja fue la 9 de bosque de ribera en la profundidad de 30cm con valor del 30,8499%.

3.7. Porcentaje de raíces

Tabla 3-18: Porcentaje de raíces en muestras de suelos de bosques de ribera del río Pachanlica

MUESTRA	PESO DE MUESTRA	PESO RAÍCES	% RAÍCES
CPBR-001-30	470	0,4781	0,1017
CPBR-001-60	470	0,6320	0,1345
CPTA-001-30	470	0,4165	0,0886
CPTA-001-60	470	0,0373	0,0079
CPBR-002-30	470	0,0795	0,0169
CPBR-002-60	470	0,0496	0,0106
CPTA-002-30	470	0,7541	0,1604
CPTA-002-60	470	0,2297	0,0489
CPBR-003-30	470	0,1148	0,0244
CPBR-003-60	470	0,0860	0,0183
CPTA-003-30	470	0,0155	0,0033
CPTA-003-60	470	0,1146	0,0244
CPBR-004-30	470	0,1148	0,0244
CPBR-004-60	470	0,0140	0,0030
CPTA-004-30	470	0,2679	0,0570
CPTA-004-60	470	0,0256	0,0054
CPBR-005-30	470	0,4515	0,0961
CPBR-005-60	470	0,6994	0,1488
CPTA-005-30	470	0,4372	0,0930
CPTA-005-60	470	0,1900	0,0404
CPBR-006-30	470	0,1742	0,0371
CPBR-006-60	470	0,6425	0,1367
CPTA-006-30	470	0,4634	0,0986
CPTA-006-60	470	0,0734	0,0156
CPBR-007-30	470	0,2494	0,0531
CPBR-007-60	470	0,0590	0,0126
CPTA-007-30	470	0,1595	0,0339
CPTA-007-60	470	0,2127	0,0453
CPBR-008-30	470	0,1109	0,0236
CPBR-008-60	470	0,0194	0,0041
CPTA-008-30	470	0,0490	0,0104
CPTA-008-60	470	0,0219	0,0047
CPBR-009-30	470	0,3826	0,0814

CPBR-009-60	470	0,0300	0,0064
CPTA-009-30	470	0,3439	0,0732
CPTA-009-60	470	0,1652	0,0351
CPBR-010-30	470	0,1149	0,0244
CPBR-010-60	470	0,0633	0,0135
CPTA-010-30	470	0,0862	0,0183
CPTA-010-60	470	0,0151	0,0032

Elaborado por: Proaño Adriana, 2023

En la Tabla 3-17 se presenta el porcentaje de raíces obtenidos, para determinar un aproximado de cantidad de raíces se consideró tomar un total de 470 gramos de muestra de suelo y de la misma se procedió a aplicar el método propuesto donde finalmente al realizar un cálculo simple se obtuvo el porcentaje indicado. Las muestras de bosques de ribera muestran una baja proporción de raíces, la cantidad más baja es de 0.0030% y la cantidad más alta de 0.1604% considerando el 100% del total del peso de la muestra tomada. La baja proporción de raíces es debido al uso de suelo que posee cada punto y al ser muestras de bosque de ribera se espera una baja probabilidad de presencia de raíces.

CONCLUSIONES

El caracterizar las propiedades morfológicas nos proporciona información detallada acerca de cómo se encuentra físicamente un suelo. En este estudio se consideró evaluar la textura, color, estructura, consistencia, densidad aparente, densidad real, porosidad total y porcentaje de raíces. Estos parámetros se consideraron debido a que son los más importantes para proporcionar información y entender cómo funcionan los suelos. Los datos obtenidos de este análisis nos brindaran información que a futuro se pueda utilizar como una base completa de la conformación morfológica de los bosques de ribera con lo cual se pueda gestionar planes de conservación y mejoramiento ambiental.

Al evaluar la granulometría de los suelos, la fracción de arena presento una mayor variabilidad respecto a las fracciones de limo y arcilla en los suelos que conforman los bosques de ribera de la cuenca estudiada. Mediante la aplicación del método de Bouyoucos Day el cual se consideró el más apto para la determinación de las clases texturales de acuerdo con bibliografía, se determinó que los suelos de bosque de ribera de la microcuenca del río Pachanlica muestreadas a profundidades de 0.30 y 0.60 metros fueron nominadas en la clase textural “franco arenoso” debido a la predominancia de la fracción arena sobre el 69.33% lo cual corresponde a un total de 75% de las muestras analizadas. En las muestras restantes las clases texturales fueron “areno franca” con un 17.50% de las muestras, “franco limoso” con un 5% de las muestras y “franca” con un 2.5% de las muestras analizadas.

La morfología y estructura de los suelos en los bosques de ribera son muy variables a lo largo del cauce del río, se analizó diversos parámetros tomados de la metodología de Schoeneberger, de la cual se consideró únicamente los más relevantes. Se analizó colorimetría de las muestras en seco donde se determinó alrededor de 14 variables predominando el color “Gray” con un total de 27% de las muestras y en húmedo se determinó alrededor de 9 variables predominando el color “Black” con un total del 40% de las muestras. Al analizar la estructura del suelo se determinó que el grado más predominante fue el “moderado” abarcando un total de 65% de las muestras, el tipo más predominante fueron los “bloques subangulares” con un total del 55% de las muestras y tamaño más predominante encontrado fue el “medio” con aproximadamente el 50% de las muestras analizadas. Para el análisis de la consistencia de los suelos se tomaron varios parámetros, se determinó la fractura del suelo al analizar la fragilidad donde el 67% de las muestras se identificaron como “Semi-deformable”; la fluidez más común fue “ligeramente fluido” la cual abarcó el 72% de las muestras y la untuosidad más predominante fue la “moderadamente untuosa” con un total del 50% de las muestras analizadas, en este parámetro también se evaluó el deslizamiento, donde se determinó que la adherencia predominante en las muestras de suelo es la

“ligeramente adhesiva” con un total del 72% de las muestras analizadas y la plasticidad más común identificada es la “ligeramente plástica” que abarca el 50% de las muestras analizadas. También se evaluó densidad aparente, densidad real y porosidad total de los suelos, donde evidentemente se muestra una gran variabilidad. Finalmente, al evaluar el porcentaje de raíces en una porción de muestra de suelo se identificó que respecto al peso de la muestra el porcentaje de contenido de raíces es muy bajo, esto debido a que, a lo largo del cauce hídrico, los bosques de ribera han sido intervenidos y en su mayoría las cubiertas vegetales son de praderas gramíneas las cuales están en constante remoción y al ser conformados por plantas pequeñas estas no generan gran cantidad de raíces.

La elaboración de cartillas de información morfológica cuenta como un recurso y herramienta para la identificación y clasificación de los suelos. Además, nos permiten comprender la composición y distribución de los suelos en el territorio. Contar con información del estado morfológico de los suelos es relevante para una adecuada gestión respecto a la mitigación y adaptación al cambio climático, así como como para la conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales. El elaborar estas cartillas será de gran aporte para el proyecto que encamina el Honorable Consejo Provincial conjunto con la ESPOCH, debido a que, al contar con la información presentada, se facilitara el estudio y la identificación de las áreas más vulnerables lo que permitirá que se apliquen planes para la restauración de áreas degradadas y mejore la calidad del río Pachanlica.

RECOMENDACIONES

La caracterización morfológica de los bosques de ribera es esencial para entender como está conformado el suelo referente al aspecto físico, es importante considerar algunos aspectos que nos ayuden a llevar a cabo esta correcta investigación. Para obtener información confiable y representativa, es importante seleccionar cuidadosamente los sitios de muestreo, estos se elegirán de forma aleatoria o sistemática tomando en cuenta la heterogeneidad del paisaje, la variabilidad de vegetaciones y las zonas de fácil acceso. Otro aspecto por considerar es el clima, se debe evitar muestrear en días lluviosos ya que estos pueden llegar a alterar las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

ABARCA, JENNYFER AND ZUMBA, ANA LUCÍA, *Respiración Edáfica De Los Suelos De Páramo De Pungalá-Sub-Cuenca Río Chambo.* Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2021.

ALCIVAR MONTESDEOCA, ARELY LISBETTE, *Métodos Para Determinar granulometría De Los Suelos.* 2020. Manabí: UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI.

AMAGUAYA, JOSÉ LUÍS. *Determinación De Carbono En El Suelo De Bosque Nativo De Ceja Andina En El Sector Guangra, Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, Provincia De Chimborazo.* Online. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2015. Retrieved from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3883>

ANTE, DAYANA AND PILATASIG, GEOVANNA. *Determinación De La Calidad Del Agua Por Bioindicadores (Macroinvertebrados) E Índices Ept, Bmwp/Col, Abi Y Shannon-Weaver Del Río Pachanlica, Provincia De Tungurahua, 2020".* Online. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Retrieved from: <http://repositorio.utC.edu.ec/handle/27000/7076>

BALVANERA, Patricia and COTLER, Helena, 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. *Capital natural de México, Estado de conservación y tendencias de cambio.* 2009. Vol. II, pp. 185–245.

BERETTA, ANDRÉS N., SILBERMANN, ANA V., PALADINO, LEONARDO, TORRES, DEBORAH, BASSAHUN, DANIEL, MUSSELLI, RAQUEL AND GARCÍA-LAMOHE, ADRIANA. Análisis de textura del suelo con hidrómetro: 2014. Modificaciones al método de Bouyoucus. *Ciencia e Investigación Agraria.* Vol. 41, no. 2, pp. 263–271. DOI 10.4067/S0718-16202014000200013.

BERMEO, CATHERINE AND CORREA, MONSERRATH. *Determinación De Carbono Orgánico En El Suelo Andino De Ichubamba Y Guargualla, Parroquia Cebadas.* 2020. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

BERNAL FUNDORA, A AND HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, A. Influencia De Diferentes Sistemas De Uso Del Suelo Sobre Su Estructura. *Cultivos Tropicales.* Online. November 2017. Vol. 38, no. 4, pp. 50–57. Retrieved from: <http://ediciones.inca.edu.cu>.

BRAVO, CARLOS, TORRES, BOLIER, ALEMÁN, REINALDO, MARÍN, HAIDEÉ, DURAZNO, GALO, NAVARRETE, HENRRY, TUNIESKY-GUTIÉRREZ, EBERTO AND TAPIA, ARACELY. Indicadores morfológicos y estructurales de calidad y potencial de erosión del suelo bajo diferentes usos de la tierra en la Amazonía ecuatoriana. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. 1 July 2017. Vol. 37, no. 2, pp. 247–264. DOI 10.5209/AGUC.57725.

BUEÑAÑO, MARCIA, VÁSQUEZ, CARLOS, ZURITA-VÁSQUEZ, HERNÁN, PARRA, JOHANA AND PÉREZ, RUTH. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la cuenca del Pachanlica, provincia de Tungurahua, Ecuador. *Intrópica*. 6 March 2018. Vol. 13, pp. 41. DOI 10.21676/23897864.2405.

CAMACHO-RICO, FERNANDO, TREJO, IRMA AND BONFIL, CONSUELO. Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México. *Botanical Sciences*. 15 June 2006. No. 78, pp. 17–31. DOI 10.17129/botsci.1718.

CJILEMA, ELSA AND PIGUABE, CATHERINE. *Estimación De Materia Orgánica En El Suelo Y Biomasa Del Páramo De Quimiag*. 2020. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

CUNALATA, CRISTIAN AND INGA, CARLOS. *Cuantificación De Carbono Total Almacenado En Suelos De Páramos En Las Comunidades Shobol-Chimborazo, San Juan-Chimborazo*. 2012. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

ELOSEGUI, ARTURO, SABATER, SERGI AND DÍEZ, JOSERRA. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial: La vegetación terrestre asociada a bosques de ribera*. 2009. Online. Fundación BBVA. ISBN 9788496515871. Retrieved from: https://www.fbbva.es/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_17.pdf.

FAO. *El Manejo Del Suelo En La Producción De Hortalizas Con Buenas Prácticas Agrícolas*. 2013. Online. ISBN 9789253077830. Retrieved from: www.fao.org/publications

FAO. *Guía de Buenas Prácticas para la Gestión y Uso Sostenible de los Suelos en Áreas Rurales*. Bogotá. 2018.

FLORES, JOSÉ LUIS. *Evaluación Del Efecto Del Cambio Climático Como Amenaza Para Los Páramos De Llangahua, Cantón Ambato.* Online. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2022. Retrieved from: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/35501/1/Flores%20Jose.pdf>

GARCÍA, Y, RAMÍREZ, W AND SÁNCHEZ, S. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes.* June 2012. Vol. 35, no. 2, pp. 125–138.

GRANADOS-SÁNCHEZ, D, HERNÁNDEZ-GARCÍA, M Á and LÓPEZ-RÍOS, G F. Ecología De Las Zonas Ribereñas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.* 2006. Vol. 12, no. 1, pp. 55–69.

HERRERA, WALTER J, URRUTIA, JOSUÉ AND SÁNCHEZ, SONIA. El Ancho Del Bosque Ripario En La Diversidad Herbácea, Avifauna Y Arbórea, Microcuenca Santa Cruz, Subcuenca Río Viejo, Estelí, Nicaragua. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad CAS.* Online. 2018. Vol. 4. Retrieved from: <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/CAA>.

HOYOS, DANY AND CORONEL, SUSAN. *Evaluación de la calidad de los bosques de ribera de la microcuenca del río Mariño de la Provincia de Abancay-Apurímac, 2017.* Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes.

INGARAMO, O.E, FERREIRO, PAZ, AVALOS, MIRÁS AND VÁZQUEZ, VIDAL. Caracterización de las propiedades generales del suelo en una parcela experimental con distintos sistemas de laboreo. *Cardenos Lab.* 2007. Vol. 32, pp. 127–137.

JORDÁN LÓPEZ, ANTONIO. *MANUAL DE EDAFOLOGÍA.* 2005.

JUÁREZ SANZ, MARGARITA, SÁNCHEZ SÁNCHEZ, ANTONIO, JORDÁ GUIJARRO, JUANA AND SÁNCHEZ ANDREU, JUAN. *Diagnóstico del potencial nutritivo del suelo.* Universidad de Alicante. 2004

JUMBO, MIRIAM AND MONAR, ELIZABETH. “*Determinación de la Respiración Edáfica En Zona Alta Del cantón Chambo, Provincia De Chimborazo.*” 2021. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

LÓPEZ-DELGADO, EDWIN, VÁSQUEZ-RAMOS, JESÚS, VILLA-NAVARRO, FRANCISCO AND REINOSO-FLOREZ, GLADYS. Assessing the quality of the riparian forest using a simple and rapid method in two rivers of tropical dry forest (Tolima, Colombia). *Revista Tumbaga*. 2015. Vol. 10, no. 10, pp. 6–29.

MAGDALENO, FERNANDO. Las riberas fluviales. *Ambiental*. Online. 2013. Vol. 104, pp. 90–101. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/256993717>.

MALDONADO, ALEJANDRO. *Evaluación De Diferentes Dosis De Hexafofato De Sodio (Napo₃)₆ En La Determinación De Tres Tipos Texturales De Suelo, Mediante El Método De Bouyoucos*. Online. Quito: Universidad Central del Ecuador. 2016. Retrieved from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8135/1/T-UCE-0004-42.pdf>

MEDINA GONZÁLES, HAONI, GARCÍA CORONADO, JORGE AND NÚÑEZ ACOSTA, DANIEL. El método del hidrómetro: base teórica para su empleo en la determinación del tamaño de partículas del suelo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Online. 2007. Vol. 16, no. 3, pp. 19–24. Retrieved from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93216305>

MORALES, SEGUNDO. *Relación De La Respiración Edáfica Con Las Propiedades Físicoquímicas De Los Suelos De La Microcuenca Del Río Guano, Provincia De Chimborazo*. 2020. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

MOROCHO, FANNY. *Evaluación de la calidad del bosque ripario en cuencas prioritarias del Cantón Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja. 2016

NANNIPIERI, P., ASCHER, J., CECCHERINI, M. T., LANDI, L., PIETRAMELLARA, G. and RENELLA, G. *Microbial diversity and soil functions*. December 2003.

NÚÑEZ-AVELLANEDA, LUIS, CASTRO, MARÍA, GELYS, MESTRE AND LOZANO, LUCIA. Los bosques de galería conectores de vida. *Ciencia Unisalle*. Online. 2019. Vol. 4, no. 1, pp. 13–19. Retrieved from: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ai>.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. *Base referencial mundial del recurso suelo: un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional*. 2008. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

ORTIZ, ROQUE. Síntesis de la evolución del conocimiento en Edafología. *Revista Eubacteria*. 2015. Vol. 34, pp. 15–64.

PELLEGRINI, ANDREA. *Apunte De Edafología Curso Edafología Departamento De Ambiente Y Recursos Naturales Facultad De Ciencias Agraria Y Forestales*. Argentina. 2019.

PEREIRA, CÉSAR, MAYCOTTE, CARLOS, RESTREPO, BEATRIZ, MAURO, FRANCESCO, CALLE, ABEL, ESTHER, MARÍA JOSÉ, MARÍN, GUILLERMO, ÁLVAREZ, MARÍA AND PORTELA, HENRY. *Edafología 1*. Online. 2011. Primera Edición. Colombia. Retrieved from: www.espaciograficosa.com

PINZÓN, ANGELA. Estudio De Las Propiedades Físicas De Los Páramos De Guerrero, Neusa, Chingaza Y Sumapaz. *Suelos Ecuatoriales*. 2021. pp. 57–67. DOI 10.47864/SE (51)2021p57-67_140.

PUENTE, MARÍA BELÉN. *Acción Microbicida Del Agua De Plata En Muestras De Agua De Riego Del Río Pachanlica-Provincia De Tungurahua*. Online. Quito: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. 2015. Retrieved from: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12130>

RECALDE, ALEJANDRA. “*Caracterización De Las Propiedades Físicoquímicas: Densidad Aparente, Densidad Real, Porosidad, Textura, Color, pH, Conductividad Eléctrica Y Materia Orgánica De Los Suelos De La Reserva Biológica Limoncocha.*” 2017. Quito: Universidad Internacional SEK.

RODRÍGUEZ, CARLA. *Caracterización físicoquímica de los suelos cafetaleros del cantón Paján de la provincia de Manabí-Ecuador*. Online. MANABÍ: Universidad Estatal del Sur de Manabí. 2021. Retrieved from: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3675/1/TESIS%20FINAL.pdf>

RODRÍGUEZ, JOSÉ, PUIG, ALAIN AND LEYVA, CELSO. Caracterización estructural del bosque de galería de la Estación Experimental Agroforestal de Guisa. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. Online. 2018. Vol. 6, no. 1, pp. 45–57. Retrieved from: <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/311/45>

RUCKS, L, GARCÍA, F, KAPLÁN, A, PONCE DE LEÓN, J AND HILL, M. *Propiedades Físicas del Suelo* Online. Montevideo-Uruguay. 2004. Retrieved from: <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>.

SARANGO, JAVIER. *Planificación Territorial en el Pueblo Salasaka desde la cosmovisión indígena con apoyo de herramientas SIG.* 2013. Online. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Retrieved from: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2853/1/109687.pdf>

SCHOENEBERGER, P, WYSOCKI, D And BEHAM, E. *Guía de campo para el muestreo y descripción de perfiles de suelos.* 2002.

SCHOENEBERGER, P.G, WYSOCKI, D.A, BENHAM, E.C AND BRODERSON, W.D. *Guia De Campo Para El Muestreo Y Descripcion De Perfiles De Suelo.* 2002.

SUCUY, CAMILA AND CASTILLO, JESSICA. *Evaluación De La Granulometría De La Subcuenca Del Río Cebadas: Comparación De Dos Técnicas Para La Determinación.* 2021. Online. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO. Retrieved from: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15318>

TICONA, EDDIE. *Estandarización analítica De La Metodología De Bouyoucos Para La Determinación Textural De Suelos Del Antiplano boliviano.* 2019. Online. LA PAZ: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES. Retrieved from: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/26828>

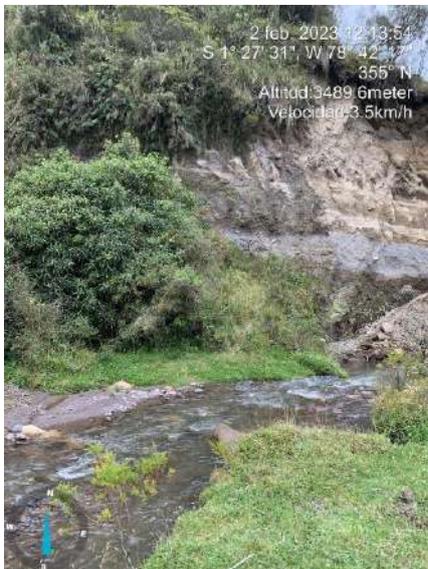
VARGAS-RODRÍGUEZ, D, CERÓN-GONZÁLES, A, OLIVARES-MARTINEZ, L and BOBADILLA-BALLESTEROS, M. *Manual de Evaluación de Suelos.* 2020. Online. México. Retrieved from: <https://www.smcsmx.org/files/concurso/2020/Manual3CMES2020.pdf>

ZOTARELLI, LINCOLN, DUKES, MICHAEL D AND MORGAN, KELLY T. Interpretación del Contenido de la Humedad del Suelo para Determinar Capacidad de Campo y Evitar Riego Excesivo en Suelos Arenosos Utilizando Sensores de Humedad 1 Capacidad del suelo para almacenar agua. *EDIS.* Online. 2013. DOI 1032473.

ZÚÑIGA, FELIPE, HUERTAS, JENNY, GUERRERO, GABRIELA, SARASTY, JAIRO, DÖRNER, JOSÉ AND ORJUELA, HERNÁN BURBANO. Propiedades morfológicas de los suelos asociadas a los ecosistemas de Páramo, Nariño, Sur de Colombia. *Terra Latinoamericana.* 16 April 2018. Vol. 36, no. 2, pp. 183–196. DOI 10.28940/terra.v36i2.363.

ANEXOS

ANEXO A CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 1.

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA						
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica			Punto: 1			
Ubicación Geográfica		X	Y	Altitud	BR	TA
		751419	9839075		3489m	3507m
Parámetros		Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal		Arbustos silvestres		Pradera gramínea		
Estrato del agua		Húmedo		Húmedo		
Dificultad de excavación		Moderada		Moderada		
Color	Seco	Gray		Brown		
	Húmedo	Black		Black		
Clase textural		Franco arenoso		Franco arenoso		
Resistencia a la ruptura		Ligeramente duro		Moderadamente duro		
Estructura	Grado	Moderado		Moderado		
	Tipo	Bloques subangulares		Bloques subangulares		
	Tamaño	Medio		Fino		
Consistencia	Fractura del suelo	Fragilidad	Semi-deformable		Deformable	
		Fluidez	Ligeramente fluido		Ligeramente fluido	
		Untuosidad	Débilmente untuoso		Moderadamente untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	Ligeramente adhesivo		Ligeramente adhesivo	
		Plasticidad	Moderadamente plástica		Ligeramente plástica	
		Densidad aparente	1.2641 g/cm ³		1.1864 g/cm ³	
Densidad real		2.5863 g/cm ³		2.6060 g/cm ³		
Porosidad total		51.12%		54.26%		
Imágenes de referencia						
						

ANEXO B CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA,
PUNTO 2.

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA						
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica			Punto: 2			
Ubicación Geográfica		X	Y	Altitud	BR	TA
		755579	9839111		3467m	3460m
Parámetros		Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal		Arbustos silvestres		Arbustos silvestres		
Estrato del agua		Húmedo		Húmedo		
Dificultad de excavación		Alta		Moderada		
Color	Seco	Gray		Gray		
	Húmedo	Very dark brown		Very dark grayish brown		
Clase textural		Franco arenoso		Franco arenoso		
Resistencia a la ruptura		Duro		Suave		
Estructura	Grado	Débil		Moderado		
	Tipo	Bloques subangulares		Bloques subangulares		
	Tamaño	Medio		Fino		
Consistencia	Fractura del suelo	Fragilidad	Deformable		Semi-deformable	
		Fluidez	Ligeramente fluido		Ligeramente fluido	
		Untuosidad	Moderadamente untuoso		Débilmente untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	Ligeramente adhesivo		Ligeramente adhesivo	
		Plasticidad	Ligeramente plástica		Moderadamente plástica	
Densidad aparente		1.2684 g/cm ³		1.0983 g/cm ³		
Densidad real		2.3618 g/cm ³		2.2324 g/cm ³		
Porosidad total		46.05%		50.79%		
Imagen de referencia						

ANEXO C CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA,
PUNTO 3.

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA						
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica			Punto: 3			
Ubicación Geográfica		X	Y	Altitud	BR	TA
		760562	9842219		3164m	3188m
Parámetros		Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal		Cultivos de alfalfa		Pradera gramínea		
Estrato del agua		Húmedo		Húmedo		
Dificultad de excavación		Baja		Baja		
Color	Seco	Very dark gray		Dark gray		
	Húmedo	Very black gray		Black		
Clase textural		Franco limosa		Franco arenosa		
Resistencia a la ruptura		Ligeramente duro		Suave		
Estructura	Grado	Moderado		Moderado		
	Tipo	Bloques subangulares		Granular		
	Tamaño	Medio		Fino		
Consistencia	Fractura del suelo	Fragilidad	Semi-deformable		Semi-deformable	
		Fluidez	Ligeramente fluido		Moderadamente fluido	
		Untuosidad	Moderadamente untuoso		Débilmente untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	Ligeramente adhesivo		Moderadamente adhesivo	
		Plasticidad	Ligeramente plástica		Ligeramente plástica	
Densidad aparente		1.4265 g/cm ³		1.2991 g/cm ³		
Densidad real		2.6371 g/cm ³		2.6180 g/cm ³		
Porosidad total		45.39%		50.26%		
Imagen de referencia						

ANEXO D CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA,
PUNTO 4.

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA						
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica				Punto: 4		
Ubicación Geográfica		X	Y	Altitud	BR	TA
		765832	9847987		2888m	2900m
Parámetros		Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal		Arbustos silvestres		Arbustos silvestres		
Estrato del agua		Húmedo		Húmedo		
Dificultad de excavación		Alta		Baja		
Color	Seco	Gray		Dark gray		
	Húmedo	Very black gray		Very dark grayish gray		
Clase textural		Areno franca		Franco arenosa		
Resistencia a la ruptura		Suave		Suelto		
Estructura	Grado	Moderado		Fuerte		
	Tipo	Granular		Bloques subangulares		
	Tamaño	Fino		Medio		
Consistencia	Fractura del suelo	Fragilidad	Frágil		Semi-deformable	
		Fluidez	Ligeramente fluido		Ligeramente fluido	
		Untuosidad	Débilmente untuoso		No untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	Ligeramente adhesivo		Ligeramente adhesivo	
		Plasticidad	Ligeramente plástica		Moderadamente plástica	
Densidad aparente		0.9994 g/cm ³		1.3084 g/cm ³		
Densidad real		2.6211 g/cm ³		2.4583 g/cm ³		
Porosidad total		61.82%		46.51%		
Imágenes de referencia						

**ANEXO E CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA,
PUNTO 5.**

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA						
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica			Punto: 5			
Ubicación Geográfica	X	Y	Altitud	BR	TA	
		767012		9848840		2787m
Parámetros		Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal		Pasto		Pajonales		
Estrato de agua		Húmedo		Húmedo		
Dificultad de excavación		Moderada		Baja		
Color	Seco	Gray		Black		
	Húmedo	Light olive Brown		Dark reddish brown		
Clase textural		Franco arenosa		Areno franca		
Resistencia a la ruptura		Suelto		Suave		
Estructura	Grado	Moderado		Moderado		
	Tipo	Grano suelto		Bloques subangulares		
	Tamaño	Fino		Medio		
Consistencia	Fractura del suelo	Fragilidad	Deformable		Semi-deformable	
		Fluidez	No fluido		Ligeramente fluido	
		Untuosidad	No untuoso		Débilmente untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	No adhesivo		Ligeramente adhesivo	
		Plasticidad	Ligeramente plástica		Ligeramente plástica	
Densidad aparente		1.2518 g/cm ³		1.3317 g/cm ³		
Densidad real		2.5832 g/cm ³		2.5447 g/cm ³		
Porosidad total		51.60%		47.68%		

Imagen de referencia



ANEXO F CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 6.

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA						
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica			Punto: 6			
Ubicación Geográfica		X	Y	Altitud	BR	TA
			768053		9851664	
Parámetros		Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal		Pasto		Eucalipto		
Estrato del agua		Mojado		Húmedo		
Dificultad de excavación		Moderada		Moderada		
Color	Seco	Dark gray		Yellowish brown		
	Húmedo	Very dark gray		Dark Brown		
Clase textural		Franca		Franco arenosa		
Resistencia a la ruptura		Duro		Moderadamente duro		
Estructura	Grado	Fuerte		Moderado		
	Tipo	Bloques subangulares		Bloques angulares		
	Tamaño	Grueso		Medio		
Consistencia	Fractura del suelo	Fragilidad	Semi-deformable		Semi-deformable	
		Fluidez	Ligeramente fluido		Moderadamente fluido	
		Untuosidad	Moderadamente untuoso		Moderadamente untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	Ligeramente adhesivo		Moderadamente adhesivo	
		Plasticidad	Moderadamente plástico		Ligeramente plástico	
Densidad aparente		1.3927 g/cm ³		1.3528 g/cm ³		
Densidad real		2.5167 g/cm ³		2.2899 g/cm ³		
Porosidad total		44.50%		40.47%		
Imagen de referencia						

ANEXO G CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA,
PUNTO 7.

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA					
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica			Punto: 7		
Ubicación Geográfica	X	Y	Altitud	BR	TA
	767891	9854063		2615m	2628m
Parámetros	Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal	Pradera gramínea		Alfalfa		
Estrato del agua	Húmedo		Húmedo		
Dificultad de excavación	Baja		Baja		
Color	Seco	Dark gray	Grayish Brown		
	Húmedo	Reddish black	Black		
Clase textural	Areno franca		Franco arenosa		
Resistencia a la ruptura	Moderadamente duro		Extremadamente duro		
Estructura	Grado	Moderado	Moderado		
	Tipo	Bloques angulares	Bloques subangulares		
	Tamaño	Medio	Medio		
Consistencia	Fractura del suelo	Fragilidad	Semi-deformable	Deformable	
		Fluidez	Ligeramente fluido	Ligeramente fluido	
		Untuosidad	Débilmente untuoso	Moderadamente untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	Ligeramente adhesivo	Ligeramente adhesivo	
		Plasticidad	Ligeramente plástica	Moderadamente plástica	
Densidad aparente	1.5596 g/cm ³		1.2514 g/cm ³		
Densidad real	2.4688 g/cm ³		2.6377 g/cm ³		
Porosidad total	36.80%		52.58%		

Imagen de referencia



**ANEXO H CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA,
PUNTO 8.**

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA					
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica			Punto: 8		
Ubicación Geográfica	X	Y	Altitud	BR	TA
	770044	9857089		2486m	2497m
Parámetros	Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal	Pradera gramínea		Herbáceas		
Estrato del agua	Húmedo		Húmedo		
Dificultad de excavación	Baja		Moderada		
Color	Seco	Gray	Dark gray		
	Húmedo	Black	Black		
Clase textural	Areno franca		Franco arenosa		
Resistencia a la ruptura	Suave		Suave		
Estructura	Grado	Débil	Débil		
	Tipo	Bloquea angulares	Boques subangulares		
	Tamaño	Medio	Medio		
Consistencia	Fractura del suelo	Fragilidad	Semi-deformable	Semi-deformable	
		Fluidez	Moderadamente fluido	Moderadamente fluido	
		Untuosidad	Moderadamente untuoso	Moderadamente untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	Ligeramente adhesivo	Moderadamente adhesivo	
		Plasticidad	No plástica	Ligeramente plástica	
Densidad aparente	1.4996 g/cm ³		1.4556 g/cm ³		
Densidad real	2.4157 g/cm ³		2.5022 g/cm ³		
Porosidad total	37.87%		41.62%		
Imagen de referencia					

ANEXO I CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 9.

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA						
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica			Punto: 9			
Ubicación Geográfica		X	Y	Altitud	BR	TA
		771822	9860825		2341m	2326m
Parámetros		Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal		Pradera gramínea		Pasto		
Estrato del agua		Húmedo		Húmedo		
Dificultad de excavación		Baja		Baja		
Color	Seco	Light brownish gray		Dark gray		
	Húmedo	Very dark grayish brown		Black		
Clase textural		Franca		Areno franca		
Resistencia a la ruptura		Duro		Suave		
Estructura	Grado	Moderado		Débil		
	Tipo	Bloques angulares		Bloques subangulares		
	Tamaño	Medio		Fino		
Consistencia	Fractura del suelo	Fragilidad	Deformable		Semi-deformable	
		Fluidez	Ligeramente fluido		No fluido	
		Untuosidad	Moderadamente untuoso		Débilmente untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	Ligeramente adhesivo		No adhesivo	
		Plasticidad	Muy plástica		No plástica	
Densidad aparente		1.6132 g/cm ³		1.3729 g/cm ³		
Densidad real		2.3942 g/cm ³		2.4768 g/cm ³		
Porosidad total		32.56%		44.58%		
Imagen de referencia						

ANEXO J CARTILLA DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA PACHANLICA, PUNTO 10.

CARTILLA DE INFORMACION GEOMORFOLOGICA						
Lugar: Microcuenca del rio Pachanlica			Punto: 10			
Ubicación Geográfica	X	Y	Altitud	BR	TA	
		772741		9863219		2270m
Parámetros		Bosque de ribera		Terreno aledaño		
Cubierta vegetal		Pradera gramínea		Pasto		
Estrato del agua		Húmedo		Húmedo		
Dificultad de excavación		Baja		Alta		
Color	Seco	Dark grayish Brown		Dark grayish Brown		
	Húmedo	Black		Very dark grayish brown		
Clase textural		Franco arenosa		Franco arenosa		
Resistencia a la ruptura		Suave		Suelto		
Estructura	Grado	Moderado		Débil		
	Tipo	Bloques subangulares		Granular		
	Tamaño	Medio		Muy fino		
Consistencia	Fractura del suelo	Frágilidad	Semi-deformable		Frágil	
		Fluidez	Ligeramente fluido		Ligeramente fluido	
		Untuosidad	Débilmente untuoso		Débilmente untuoso	
	Deslizamiento	Adherencia	Ligeramente adhesivo		Ligeramente adhesivo	
Plasticidad		Ligeramente plástica		Ligeramente plástica		
Densidad aparente		1.4898 g/cm ³		1.2907 g/cm ³		
Densidad real		2.5450 g/cm ³		2.5265 g/cm ³		
Porosidad total		41.40%		48.91%		

Imagen de referencia



ANEXO K RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO



Toma de muestras del bosque de ribera del
rio Pachanlica



Preparación para la toma de una muestra
compuesta



Preparación para la conservación de una
muestra para análisis de densidad aparente

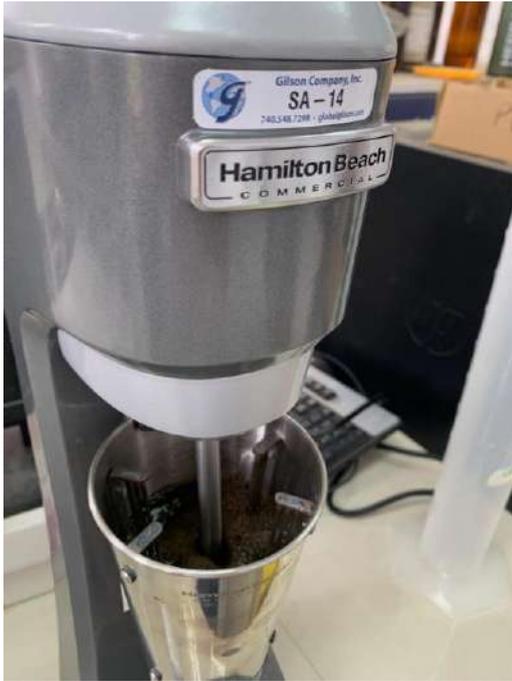


Toma de muestra del terrero aledaño del rio
Pachanlica

ANEXO L ANÁLISIS DE LABORATORIO

	
<p>Extensión de muestras para secado al aire libre</p>	<p>Muestras procesadas para el análisis de cada parámetro</p>
	
<p>Análisis de color y consistencia de la muestra de suelo</p>	<p>Análisis de densidad real de las muestras de suelo</p>

ANEXO M ANÁLISIS DE TEXTURA POR EL MÉTODO DE BOUYOCOS DAY



Licuada de la muestra de suelo con agua destilada y el componente dispersante



Vaciado del licuado de suelo hacia una probeta de 1L



Muestras de licuado de suelo en suspensión para la lectura con hidrómetro y toma de temperatura

ANEXO N: ANALISIS DE PORCENTAJE DE RAICES



Recolección de raíces retenidas en el tamiz

Raíces recolectadas de cada muestra de suelo



Raíces recolectadas de cada muestra de suelo



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10 / 08 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Adriana Guadalupe Proaño Amaguayo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería en Biotecnología Ambiental
Título a optar: Ingeniera en Biotecnología Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo



1616-DBRA-UPT-2023