

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y

Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE SECUESTRO Y
ALMACENAMIENTO DE CARBONO DEL MONTE RIBEREÑO DEL
SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA AREQUIPA 2019**

Tesis presentada por la Bachiller:

Ramos Aro, Carol Alejandra

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Ambiental

Asesor:

Mg. Chanove Manrique Andrea

Arequipa - Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA AMBIENTAL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 03 de Diciembre del 2020

Dictamen: 001285-C-EPIA-2020

Visto el borrador de tesis del expediente 001285, presentado por:

2014801572 - RAMOS ARO CAROL ALEJANDRA

Titulado:

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE SECUESTRO Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO
DEL MONTE RIBEREÑO DEL SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA AREQUIPA 2019**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

2779 - LAZARTE ARREDONDO SONIA
DICTAMINADOR



2829 - ARENAZAS RODRIGUEZ ARMANDO JACINTO
DICTAMINADOR



3196 - CHANOVE MANRIQUE ANDREA MARIETA
DICTAMINADOR



Dedicatoria

*A Dios por mantenerme firme en mis convicciones y propósitos.
A mis padres Flor y Julio, por brindarme su apoyo, consejos y amor, gracias por confiar
en mi e inculcarme valores; a mis hermanos Aldo y Marcelo quienes son mi alegría y
admiración, a mis abuelos Eliseo, Alejandrina, Lucila y Domingo.*



Agradecimiento

Gracias a Dios, por permitirme desarrollar esta investigación con perseverancia. A la Mg. Andrea Marieta Chanove Manrique y el Dr. Armando Jacinto Arenazas Rodríguez por sus importantes aportes, exigencia y gran disposición.

Gracias a mis padres Flor y Julio por brindarme su apoyo incondicional en todo aspecto, su tiempo y valiosos consejos. A mi hermano Aldo por su gran apoyo en campo. Al Santuario Nacional Lagunas de Mejía por brindarme la oportunidad de realizar mi tesis y darme las facilidades para lograrlo. Al Blgo. Leonardo Vilca Diaz por su gran apoyo en mi investigación.

Al Mg. Berly Cárdenas y Mg. Ulrich Zanabria por sus consejos y guía en esta investigación.

RESUMEN

El monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía esta notablemente degradado por el hombre, la ampliación de la frontera agrícola, los incendios forestales y la tala ilegal son algunos de los problemas que enfrenta este ecosistema por el desconocimiento de los importantes bienes y servicios ambientales que brinda. El objetivo de esta investigación fue valorar el servicio de secuestro y almacenamiento de carbono del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, con la finalidad que mediante esta valoración se puedan aplicar programas, planes y políticas adecuadas en la toma de decisiones de los principales actores que se benefician de los bienes y servicios ecosistémico y los que conservan este ecosistema, así mismo aportar conocimiento científico útil para futuras investigaciones que contribuyan a la conservación de estos sistemas ecológicos complejos.

Se determinaron el contenido de carbono orgánico y dióxido de carbono almacenado en la especie Pájaro bobo (*Tessaria integrifolia*) y las unidades herbáceas y suelo utilizando la metodología estandarizada, desarrollada por el Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería – ICRAF. Los resultados muestran que la unidad suelo almacena 417.43 TC/ha, siendo superior respecto la unidad herbácea con 8.631TC/ha y la especie *Tessaria integrifolia* con 15.13 TC/ha y tienen una captura de dióxido de carbono de 1530.58, 31.65 y 55.48 TCO₂/ha respectivamente. Acumulando un total de 26568.401 TC en el área total del monte ribereño y el valor económico del servicio ecosistémico asciende a US \$ 1192157.496.

Palabras claves: monte ribereño, servicio ecosistémico, valoración.

ABSTRACT

The riparian forest of the Lagunas de Mejía National Sanctuary is noticeably degraded by man, the expansion of the agricultural frontier, forest fires and illegal logging are some of the problems faced by the ecosystem due to ignorance of the important environmental goods and services it provides. This research aims to value the ecosystem service of carbon sequestration and storage of the riparian forest of the Lagunas de Mejía National Sanctuary, with the purpose through this assessment appropriate programs, plans and policies can be applied in decision-making by the main actors that benefit from ecosystem goods and services and those that conserve this ecosystem, as well as contribute useful scientific knowledge for future research that contributes to the conservation of these complex ecological systems.

The organic carbon and carbon dioxide storage of the Pájaro bobo (*Tessaria integrifolia*) species and the herbaceous and soil units were determined using the standardized methodology, developed by the International Center for Research in Agroforestry ICRAF. The results show that the soil unit stores 417.43 TC / ha, it being higher than the herbaceous unit with 8,631 TC / ha and the *Tessaria integrifolia* species with 15.13 TC / ha and a carbon dioxide capture of 1530.58, 31.65 and 55.48 TCO₂ / ha respectively. Accumulating a total of 26568.401 TC in the total area of the riparian forest and the economic value of the ecosystem service amounts to US \$ 1192157.496.

Keywords: riparian forest, ecosystem service, valuation.

INTRODUCCIÓN

Los bosques en crecimiento ayudan a absorber el CO₂ de la atmósfera y convertirlo en carbono en forma de madera y vegetación, proceso al que se le denomina “fijación del carbono”. Actualmente, los bosques a nivel mundial y sus suelos almacenan una importante cantidad de toneladas de carbono y también albergan una gran biodiversidad (*Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*, 2020).

Por el contrario, “la degradación, destrucción, explotación excesiva y quema de los bosques puede liberar CO₂ a la atmósfera, agudizando aún más el problema del cambio climático y originando un desequilibrio” (*Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*, 2020). El surgimiento de mercados para los créditos de carbono crea nuevas oportunidades para establecer un valor nuevo con base en los servicios ecosistémicos (Orlando *et ál.*, 2003).

Los procesos dinámicos que se llevan a cabo en los sistemas ecológicos son determinantes en el ciclo del carbono ya que el carbono queda retenido en diferentes estratos como la biomasa viva, la MO en descomposición y suelo; posteriormente son intercambiados de forma natural entre la superficie y la atmosfera por medio de la fotosíntesis, descomposición y respiración (Manson, Contreras, & López, 2008). El monte ribereño se localiza en la actualidad en escasas extensiones de la estrecha y árida faja de la costa peruana y por acción antrópica se va reduciendo o alterando con el paso del tiempo. Este hecho, unido a sus particulares condiciones ecológicas lo hacen interesante de estudiar en sus diferentes aspectos (Muñoz & Querevalú, 2017).

Para el manejo forestal sustentable la cuantificación de la biomasa arbórea tiene una base clave (Cutini, Chianucci, & Manneti, 2013). La productividad primaria de ecosistemas riparios suele ser mayor en comparación a lo alcanzado por los ecosistemas que están inmersos por la suficiencia de sus recursos hídricos y la buena fertilidad de sus suelos tanto en tierras bajas como en la cabecera de cuencas hidrográficas. (Rheinhardt, Brinson, Meyer, & Miller, 2012)

El enfoque de este estudio es la valoración económica del servicio de regulación de secuestro y almacenamiento de carbono representados por el sistema vegetación - suelo del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía (SNLM). De este modo, se utilizó la metodología del ICRAF, vertida en la publicación “Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales” (Rügnitz, Chacón, & Porro, 2009), dicha metodología es

aplicable a áreas pequeñas en pequeñas propiedades rurales mediante métodos de cálculo simples y a bajo costo. Con lo obtenido anteriormente se realiza la valoración económica utilizando el método de precios de mercado. Al respecto es importante reconocer los servicios ecosistémicos que ofrece este ecosistema a la sociedad, así como los costos ambientales, económicos y sociales que representaría su pérdida, por esta razón se puede acceder a los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, sin embargo, es primordial su valoración económica.



ABREVIATURAS Y SIGLAS

FAO	Food and Agriculture Organization
MINAM	Ministerio del Ambiente
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
ANP	Área Natural Protegida
SNLM	Santuario Nacional Lagunas de Mejía
IBA	Important Bird Area
MEA	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio
MERSE	Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos
REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques
ICRAF	Centro Internacional para la investigación en Agroforestería
ZEE	Zonificación Ecológica Económica
ANOVA	Análisis de Varianza
GEI	Gases de efecto invernadero
SE	Servicio Ecosistémico
Ha	Hectáreas
DAP	Diámetro a la altura del pecho
CO ₂	Dióxido de Carbono
TCO ₂ /Ha	Toneladas de dióxido de carbono por hectárea

ÍNDICE

DICTAMEN APROBATORIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ABREVIATURAS Y SIGLAS

CAPITULO I.....	1
1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.- Diagnóstico situacional	1
1.2.- Formulación del problema.....	2
1.2.1.-Identificación del problema	2
1.3. Hipótesis	2
1.4.- Objetivos de la investigación.....	2
1.5.- Exposición de las variables	3
1.6.- Justificación de la investigación.....	4
1.6.1.- Importancia de la investigación	4
CAPITULO II.....	6
2.-ESTADO DEL ARTE.....	6
2.1.- Antecedentes.....	6
2.2.- Marco legal	11
2.3.- Marco teórico.....	12
2.3.1. Secuestro de carbono.....	12
2.3.2. Servicios Ecosistémicos	15
2.3.3. Servicio ecosistémico de captura y almacenamiento de carbono.....	16
2.3.4. Monte Ribereño en un contexto nacional.....	17
2.3.5. Monte Ribereño en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía.....	18
2.3.6. Deforestación y Expansión agrícola.....	19
2.3.7. Valoración económica de servicios ecosistémicos.....	21
CAPITULO III	22
3.-METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo de investigación.....	22
3.2. Campo de verificación	22
3.2.1. Área de Investigación.....	22
3.3. Materiales y equipos	24

3.4. Población, Muestra y Muestreo	25
3.4.1. Población.....	25
3.4.2. Muestra.....	25
3.4.3. Muestreo.....	26
3.4.3.1. Distribución e implementación de parcelas en la zona de muestreo	26
3.4.3.2. Muestreo y cálculos de biomasa arbustiva, herbácea y suelo en campo ...	27
3.4.3.3. Valoración del servicio ecosistémico	32
CAPITULO IV	36
4.- RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
4.1.- Determinación de la zona de muestreo y delimitación de parcelas	36
4.2.- Reservas de carbono y el equivalente en dióxido de carbono (CO ₂) almacenado en el sistema suelo – vegetación.....	38
4.3.-Estimacion del servicio ecosistémico	46
4.4.-Valoracion del servicio de secuestro y almacenamiento de carbono	47
CAPITULO V	51
5.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
5.1.- Conclusiones.....	51
5.2.- Recomendaciones	52
CAPITULO VI	53
REFERENCIAS	53
ANEXOS	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Variables de investigación y sus indicadores</i>	4
Tabla 2 <i>Servicios Ecosistémicos</i>	16
Tabla 3 <i>Materiales y equipos</i>	25
Tabla 4 <i>Fase I de la Valoración Económica</i>	33
Tabla 5 <i>Fase II de la Valoración Económica</i>	34
Tabla 6 <i>Fase III de la Valoración Económica</i>	35
Tabla 7 <i>Especies de flora del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía</i> 38	
Tabla 8 <i>Resultados de la estimación de las reservas de carbono almacenado y su equivalente en CO₂ en la unidad herbáceas, suelo y especie Tessaria integrifolia en el monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.</i>	39
Tabla 9 <i>Desarrollo de la Fase I</i>	47
Tabla 10 <i>Desarrollo de la Fase II</i>	48
Tabla 11 <i>Identificación de actores</i>	49
Tabla 12 <i>Precios de t CO₂ de las medias anuales</i>	50
Tabla 13 <i>Desarrollo de la Fase III</i>	50
Tabla 14 <i>Puntos de muestreo de la zona norte del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.</i>	63
Tabla 15 <i>Puntos de muestreo de la zona sur del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.</i>	63
Tabla 16 <i>Datos para determinar la cantidad de carbono TC/ha en la biomasa herbácea.</i> 64	
Tabla 17 <i>Datos para determinar la cantidad de carbono TC/ha de la especie Tessaria integrifolia</i>	64
Tabla 18 <i>Datos para determinar la cantidad de carbono TC/ha del estrato Suelo</i>	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma del intercambio de carbono en componentes forestales	15
Figura 2. Mapa de Incendios del Santuario Nacional Lagunas de Mejía entre los años 1996-2019.....	20
Figura 3. Mapa de Ubicación de los ecosistemas del SNLM	23
Figura 4. Mapa de área de estudio	24
Figura 5. Mapa de ubicación de puntos de muestreo del monte ribereño.....	37
Figura 6. Reservas de carbono en (TC/ha) almacenado del sistema suelo - vegetación en el monte ribereño del SNLM.....	39
Figura 7. Reservas de dióxido de carbono almacenado en (TCO ₂ /ha) almacenado en el sistema suelo - vegetación en el monte ribereño del SNLM.	40
Figura 8. Mapa de clasificación de vegetación del Santuario Nacional Lagunas de Mejía 2019	68



CAPITULO I

1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.- Diagnóstico situacional

En los últimos años, el planeta ha sufrido muchas variaciones en su ecosistema a causa de las actividades antrópicas, así mismo el uso insostenible de los recursos naturales, ha provocado que se produzca un aumento en las emisiones de CO₂. Así mismo, los responsables de esta alteración es la vinculación de las concentraciones de CO₂ y la temperatura, provocando un aumento hasta 0.6 grados en los últimos años (*Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*, 2020).

Cabe resaltar que 15 de los 24 servicios ecosistémicos, están siendo degradados por darle mayor interés a otros servicios en vista al crecimiento demográfico lo cual resulta complicado medir los costos totales de perdida. Provocando un decrecimiento en el suministro de SE los cuales afectan en mayor magnitud a poblaciones más vulnerables ubicadas en el campo que son dependientes de muchos ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005).

Sabiendo que las ANP son el pilar para poder establecer armonía entre la sociedad y el ambiente, incluyendo los valores y herramientas utilizadas para su gestión y el buen gobierno, estos espacios ofrecen muchas oportunidades para demostrar el interés en la conservación única y distintiva los servicios ambientales y la biodiversidad para su manejo adecuado (SERNANP, 2011).

Tanto los bienes y servicios ambientales de las ANP generalmente adoptan las características de bienes públicos, lo cual dificulta excluir de su aprovechamiento a quienes no se esfuerzan por mantenerlos, poniendo en riesgo su provisión y su puesta en valor para la captación de fondos (*Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas - Estrategia Nacional.*, s. f.). Si bien, se cuenta de un importante abastecimiento natural, que es el cimiento de la económica en crecimiento; pese a todo, la iniciativa de las autoridades para su uso responde a iniciativas desarticuladas y poco objetivas porque se desconoce el valor y la condición en la que se encuentra.

El monte ribereño se estable como la zona con mayor rango de especies así lo afirman (Condori & Ramos, 2016; SERNANP, 2015); se encuentra degradada por actividades

económicas como la actividad ganadera, agricultura y extracción de leña, ocasionando su deterioro teniendo como incidencia la pérdida de diversidad vegetal, del hábitat natural de aves como el fringilio apizarrado (*Xenospingus concolor*), endémico del sur del Perú e indicador de la conservación del monte ribereño, de igual forma, la defensa ribereña vital para la gestión del área.

Dentro del Santuario Nacional Lagunas de Mejía (SNLM) se desconoce el valor económico que representa la captura y almacenamiento de carbono del monte ribereño y por ende no se puede evidenciar todos aquellos beneficios que brinda este servicio ecosistémico en términos monetarios.

1.2.- Formulación del problema

¿Cómo se realizaría la valoración económica del servicio de secuestro y almacenamiento de carbono del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía Arequipa 2019?

1.2.1.-Identificación del problema

Falta de valoración económica del servicio de secuestro y almacenamiento de carbono del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía Arequipa 2019.

1.3. Hipótesis

Si a través de la estimación de la captura y almacenamiento de carbono de especies vegetales y suelo se puede obtener una valoración económica que contribuya a la conservación y conciencia del valor de la diversidad biológica entonces se podría obtener un valor económico representativo del servicio ecosistémico de captura y almacenamiento de carbono del sistema suelo vegetación del monte ribereño del Santuario Nacional de Lagunas de Mejía.

1.4.- Objetivos de la investigación

a. General

Determinar la valoración económica del servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono del monte ribereño del Santuario Nacional de Lagunas de Mejía.

b. Específicos

- Determinar las zonas de muestreo y delimitar las parcelas en el monte ribereño.
- Cuantificar las reservas de carbono almacenado (TC/ha) en la biomasa aérea de la especie *Tessaria integrifolia*, unidad herbácea y suelo del monte ribereño.
- Estimar las reservas totales de carbono (TC/ha) y dióxido de carbono (TCO₂/ha) almacenado en la especie *Tessaria integrifolia*, unidad herbácea, y suelo del monte ribereño.
- Valorar económicamente el servicio ecosistémico del monte ribereño.

1.5.- Exposición de las variables

a.-Variable Independiente

Estimación de carbono en el monte ribereño.

b.-Variable Dependiente

Valoración económica del servicio de secuestro y almacenamiento de carbono.

c.-Operacionalización de variables

Tabla 1
Variables de investigación y sus indicadores

Variable	Indicadores	Subindicadores
Independiente		
Estimación de carbono en el monte ribereño	Follaje Cobertura vegetal Suelo	TC/ha ⁻¹
Dependiente		
Valoración económica del servicio de secuestro y almacenamiento de carbono.	Valor económico	Términos monetarios \$

Fuente: Elaboración propia

1.6.- Justificación de la investigación

1.6.1.- Importancia de la investigación

- IMPORTANCIA ECONÓMICA

La valoración permitirá la cuantificación en términos monetarios el servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono del monte ribereño, así como la factibilidad económica y financiera del ANP, fundamentado en políticas, como la participación en mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos u otros convenios orientados a conservar su riqueza de flora y fauna y velar por la continuidad de este servicio ecosistémico.

- IMPORTANCIA AMBIENTAL

Este estudio permitirá conocer el verdadero valor del servicio de secuestro y almacenamiento de carbono que provee el monte ribereño a los poblados cercanos del santuario y al ambiente. Además, se aspira que estos valores económicos sean reconocidos y aplicados en los proyectos de interés socioambiental dentro de un marco que garantice la gestión de conservación de la naturaleza y proyección a programas que coadyuven a mantener un equilibrio ecosistémico.

- IMPORTANCIA SOCIAL

Al conocer los beneficios (bienes y servicios) que brinda el monte ribereño, la población aledaña y diferentes instituciones podrán entender el verdadero valor que implica su conservación y tomar conciencia sobre las actividades insostenibles que propician la pérdida de este crucial ecosistema. Cabe señalar que esta alianza permitirá articular a la sociedad en las políticas del ANP y creará un sentimiento de identidad cultural hacia el monte ribereño.



CAPITULO II

2.-ESTADO DEL ARTE

2.1.- Antecedentes

Rau (2018) menciona la evolución que ha tenido el termino servicios ecosistémicos en los últimos 30 años desde un modelo heurístico general que resalta el valor significativo de la naturaleza para el ser humano hasta un marco para estudiar cómo el apoderamiento de estructuras o procesos ecológicos específicos influye en ese bienestar. Dicho lo anterior la definición de servicio ecosistémico se convierte en una herramienta operativa, es necesario darse cuenta de lo interesante que puede resultar la relación entre la extracción de recursos y el afán de controlar los Servicios ecosistémicos.

Recabarren, Delgado, Angulo , León , & Castro (2011), dentro del Proyecto REDD en ANP de Madre de Dios, elaboraron un estudio donde estimaron mediante fórmulas alométricas bibliográficas el stock de C en los bosques de la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja Sonene; sin embargo, para la paca (*Guadua sp.*) elaboraron una ecuación alométrica utilizando muestreos destructivos para construir la ecuación alométrica. Finalmente determinaron que el área del proyecto (542 078.37 ha) almacena 68 114 022.97 toneladas de carbono.

Por su lado, Miranda (2018), brinda un aporte significativo con su investigación en cuanto al uso ecuaciones alométrica para cuantificar la biomasa y carbono, así mismo utiliza dos métodos para el muestreo: “Forest Inventory and Analysis Program (FIA)” y “Ground Layer Indicator”. Aplico el método de precios de mercado rigiéndose por los precios del Sistema europeo de negociación de CO₂ (Sendeco2). Como resultados obtiene que el estrato arbóreo presenta mayor capacidad de almacenamiento de C y CO₂ siendo sus valores 11.145 TC/ha y 40.904 TCO₂/ha representado el 52%, superior a los otros tipos de vegetación encontrados (21%, arbustos 8%, pastizales 5%, brozas 11% y briofitas 3%, finalmente el VE obtenido asciende a 391.853 \$/ha⁻¹.

En el artículo realizado por Oliva *et ál.* (2017) se cuantificó el carbono que almacena

los pajonales en la zona alta de las microcuencas de las cataratas de Gocta y Chinata en el departamento de Amazonas, mediante el método destructivo, unido a esto identificaron las especies asociadas determinando que la familia *Poaceae* es la predominante con un 79% de superficie vegetal. Como resultado generó mapas de distribución de los pajonales en 46.30 km² según imágenes satelitales y obtuvieron 10.1 TC/ha.

En la tesis desarrollada por López (2015) en la llanura amazónica del suroriente peruano en el Bosque Húmedo Tropical, estimó que la desigualdad verdadera de la reserva de carbono entre la biomasa viva y biomasa muerta, siendo la primera superior. Así mismo comparó un fundo con masa forestal y otro con actividad agrícola, el valor monetario del SE de inserción de CO₂ respecto al fundo con bosque primario fue de US \$ 186 128.23 con una capacidad de almacenamiento de 92.80 t C/ha y para el fundo con actividad agrícola fue de US \$ 1460.19 aproximadamente con una capacidad de almacenamiento de 7.3 ton C/ha.

Así mismo, Sarcca (2017) para el bosque de Polylepis de Pichu Pichu obtiene como resultados que la densidad de carbono en tn C ha⁻¹ para los estratos 1- 2 y 3, son 25.92, 27.78 y 42.52 y en lo que respecta al almacenamiento de carbono para los mismos estratos son 26437.74, 24489.65 y 89557.75 respectivamente. Para la especie *Polylepis rugulosa* construyó una ecuación alométrica $B = 0.16496 [A + D]^{2.667785}$, finalmente aplica precios de carbono europeos para obtener un valor resaltante el cual es de 5 326 259.87 euros que igual a 515 112.17 tCO₂-eq.

En la investigación de Gonzales (2017), calculó que la capacidad de acumulación de biomasa y peso de carbono para la especie *Oreopanax oroyanus* “Calo” es de 29.32 T/ha y 14.66 T/ha. El mismo estudio señala que el análisis de regresión permitió indicar que el diámetro de la especie arbórea es la variable adecuada para predecir los pesos de carbono en los árboles de las parcelas. Realizó una comparación referente a los precios por TCO₂ con cinco diferentes empresas sin embargo dado que la especie en su estudio es muy importante como almacenadora de (C) el costo más viable como valor económico para el *Oreopanax oroyanus* fueron las empresas Netherlands Carbon Facility (INCaF) y Netherlands Clean Development Facility (NCDF), las cuales proponen precios más adecuados.

En la investigación de Acosta Mireles et al. (2011) determinaron por medio del uso de ecuaciones alométricas la proporción de biomasa y carbono en dos especies *Clethra mexicana* DC. y *Alnus arguta* (Schltdl) Spach, las cuales son de gran importancia para el bosque mesófilo de montaña. Para ello utilizaron la metodología cuantitativa, en la cual tomaron 15 árboles de *Clethra mexicana* y 22 de *Alnus arguta*, elaborando las respectivas ecuaciones, alcanzando los siguientes valores; la especie *Clethra mexicana* DC presenta un 45,2 % de biomasa en el fuste, 36,3% en las ramas y en el follaje un 18,6%. Sin embargo, para el *Alnus arguta* se encontró un 60,6% de biomasa en el fuste, un 27,4% en las ramas y un 12% en el follaje. Concluyeron que el mayor acumulador de carbono fue la especie forestal *Alnus arguta*.

Se realizó una investigación en México por Soriano-Luna (2015), donde generó modelos de predicción en cuanto a biomasa considerando cada parte fundamental (fuste, ramas, follaje y corteza) para la especie *Pinus patula* y para 11 especies de latifoliadas con importancia ecológica en el bosque mesófilo de montaña en Zacualtipán, Hidalgo. Calculando que la proporción mayor de la biomasa total en *P. patula* se distribuyó en el fuste (68.2 %), le siguieron las ramas (14.3 %), la corteza (9.3 %) y el follaje (8.2 %), calculó que la biomasa total por árbol fue de 1.35 a 4074.6 kg.

Condori & Ramos (2016) en su análisis sobre la coyuntura del turismo en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía observan las particularidades actuales del medio físico, biológico y socioeconómico, indicando también las amenazas y oportunidades. Dentro de la descripción resaltó la singularidad del medio natural, como el estado del monte ribereño, donde señala que la parte cercana al Santuario se encuentra notablemente impactada por actividades como la agricultura, ganadería y la extracción de recursos forestales, son las principales causantes de la degeneración de este ambiente. Asimismo, concluyó que el Santuario no tiene un desarrollo óptimo, ya que la propuesta turística es baja y con cimientos básicos.

En la tesis desarrollada por Jururo (2018), estima el valor económico del servicio ecosistémico de provisión de agua y el servicio de carbono de los Bosques de Queñua del Distrito de Chiguata, el valor asciende a S/.84,293,039.22, por consiguiente, la

estimación por hectárea es de S/.26,097.97. Resalto que las reservas carbono en el suelo de los Bosques de Queñua es de S/.19,332,659.14 millones, representando el 23% del valor total, así mismo el valor monetario del almacenamiento de carbono en los árboles de Queñua (*polylepis*) por hectárea es de S/.5,985.58. Destacó que dentro los Bosques y Áreas mayormente Naturales quien presenta mayor contenido de carbono es el suelo de los Bosques de Queñua con 258.86 (TC/ha).

Baca (2017) comparó la capacidad de almacenamiento-fijación de dióxido de carbono de tres especies forestales (ficus, molle, eucalipto) como mecanismo de compensación frente a las emisiones de CO₂ de los automóviles en la avenida separadora industrial. De acuerdo a sus resultados, la estimación de (CO₂) producto del parque automotor fue de 892 914,1 kg CO₂/anual y según el análisis de captura de CO₂ respecto a las especies forestales (*Eucaliptus Globulus*, *Schinus Molle* y *Ficus*), el eucalipto almacena mayor cantidad de carbono a diferencia del ficus y molle, siendo su promedio de captura de CO₂ del eucalipto es de 1163.13 kg CO₂ mientras que del molle y ficus fue de 220,38 y 259.64 kg CO₂ respectivamente, superándolos en un 427% y 347%, finalmente concluyó que la captura de CO₂ global que realizan las especies *Eucaliptus Globulus*, *Schinus Molle* y *Ficus* de la avenida separadora industrial compensan la contaminación atmosférica de vehículos en un 78.82%.

Morocco (2014), obtiene que el sistema suelo en el SNLM tiene un gran potencial para almacenar C, mientras que las reservas de carbono para la biomasa seca de la unidad de vegetación totoral presento mayores reservas de C almacenando 235.74 TC/ha, seguida por el Juncal con 95.27 TC/ha. Asimismo, estas dos especies ya mencionadas también presentaron las mayores reservas de dióxido de carbono almacenado con 36.856 T CO₂ Y 37,697 T CO₂ respectivamente, demostrando su mayor capacidad de captura de CO₂ gracias a su facultad fotosintética.

Palomino & Cabrera (2007) cuantificó las toneladas de carbono almacenado en las siguientes especies: grama salada "*Paspalum vaginatum Swartz*, *salicornia Salicornia frctucosa Linneo*, *tatora Schoenoplectus californicus* y *junco Scirpus americanus*; dando a conocer la importancia de los humedales y especies que vienen siendo degradados por incendios, crecimiento poblacional, incendios forestales, etc. De acuerdo a sus resultados, las especies que destacaron en su capacidad de

almacenamiento son la totora con 73.7t CO₂/ha, seguido del junco con 40.6 t CO₂/ha, teniendo estas dos especies un valor artesanal a comparación de la grama salada con 40.4 t CO₂/ha y la salicornia con 12.1 t CO₂/ha.

En la tesis de Taparco (2018) desarrollada en la parte alta del bosque de la comunidad campesina de Tumpa provincia de Yungay se estimó el potencial de captura de CO₂ de la flora predominante. Utilizó una ecuación alométrica bibliográfica para el cálculo de la biomasa arbórea planteada por (Quispe & Espinoza, 2013) y muestreos directos para la biomasa arbustiva/herbácea y hojarasca. Como resultados obtuvo que el potencial en la biomasa aérea de este bosque fue de 61.818 TC/ha, teniendo en consideración que la biomasa arbórea tuvo un valor de 37.953 TC/ha en comparación con la biomasa arbustiva/herbácea 2.808 TC/ha y la biomasa de la hojarasca 6.791 TC/ha, respecto al potencial de la biomasa subterránea se obtuvo 14.266 TC/ha. Estableció la existencia de un alto potencial de captura de C en el suelo en comparación con las otras fuentes, calculó 217.177 TC/ha a 0.50 metros de profundidad y de 383.800 TC/ha a 1.0 metro de profundidad; en definitiva, es el reservorio principal de carbono del sistema forestal estudiado. Finalmente, evidenció un alto potencial de concentración de carbono en el bosque de la parte alta de la Comunidad Campesina de Tumpa con un total 383.800 TC/ha.

En la investigación realizada por Arévalo *et ál.* (2020) se estimó el carbono almacenado por *Tillandsia latifolia*, para ello evaluó 72 parcelas; en cada una se instalaron tres sub parcelas, posteriormente se pesó la biomasa aérea y a una profundidad de 10 cm de la superficie se extrajo muestras de suelo. Posteriormente, en laboratorio se determinó el % de humedad, el carbono en la biomasa aérea seca, el % de carbono y la densidad aparente del suelo en cada parcela. Finalmente utilizó la técnica de interpolación kriging (ArcGis 10.3) que es un punto a destacar en este estudio, el carbono total del área de estudio que obtuvo fue de 28.29 t de carbono (1.1 t.ha⁻¹) localizando más carbono almacenado en el suelo con (23.69 t) que en la parte aérea (4.60 t).

2.2.- Marco legal

- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

En su artículo 85 numeral 85.3 establece que la autoridad nacional ambiental, en coordinación con las autoridades sectoriales y descentralizadas, elabora y actualiza permanentemente el inventario de los recursos naturales y de los servicios ambientales, estableciendo su correspondiente valorización (MINAM, 2018).

- Decreto supremo N° 009-2013-MINAGRI, Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

Tiene como finalidad asegurar el aprovechamiento sostenible, conservación, protección e incremento, para la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas forestales, otros ecosistemas de vegetación silvestre y de fauna silvestre, resaltando el equilibrio social, cultural, económico (MINAGRI, 2013).

- Ley N° 29763, Ley forestal y de fauna silvestre.

Tiene como finalidad promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestales dentro del territorio nacional, también reconoce la importancia de la conservación, manejo responsable y sostenible de los ecosistemas forestales para mitigar los efectos negativos del cambio climático (MINAM, 2011).

- Decreto Supremo N° 007-2016-MINAM, Estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático.

Es un instrumento que permite orientar las acciones necesarias para desarrollar la disminución de las deforestaciones y las emisiones asociadas implementado esquemas de desarrollo sostenible y el aprovechamiento de bienes y servicios del bosque (MINAM, 2016a).

- Ley N°30215, Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos.

Tiene como objetivo promover, regular y supervisar los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos que se derivan de acuerdos voluntarios que establecen acciones de conservación, recuperación y uso sostenible para asegurar la permanencia de los ecosistemas (MINAM, 2014).

- Resolución Ministerial N° 409-2014-MINAM, Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural.

Tiene por finalidad promover la aplicación de la valoración económica del

patrimonio natural como una herramienta en importantes decisiones, que permita frenar la pérdida y degradación de los bienes y servicios ecosistémicos (MINAM, 2016b).

- Resolución N° 199-2015-MINAM, Lineamientos de Política de Inversión Pública en materia de Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos 2015-2021.

Tiene como objetivo promover la inversión pública para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica y de los servicios ecosistémicos a fin de alcanzar el mayor bienestar social del país y surge en la necesidad de mejorar la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica y de los servicios ecosistémicos, promoviendo el desarrollo de instrumentos de financiamiento e inversión que coadyuven a lograr dicho objetivo (MINAM, 2015a).

- Resolución Ministerial N° 178 -2019 MINAM, Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión para las tipologías de ecosistemas, especies y apoyo en el uso sostenible de la biodiversidad.

Tiene como objetivo establecer directrices que orienten la formulación de proyectos de inversión en las tipologías de proyectos de inversión: Ecosistemas, Especies y apoyo al uso sostenible de la biodiversidad, con la finalidad de conservar el capital natural a través de las intervenciones en la infraestructura natural para el cierre de brechas de inversión (MINAM, 2019).

- Decreto Supremo N° 003-2020-MINAM, Decreto supremo que amplía el plazo de vigencia del Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático, creado mediante Decreto supremo N°008-MINAM. Permitirá concluir la línea base del total de bosques del Perú, así mismo extender el servicio de monitoreo periódico de la cobertura de los Bosques Húmedos Amazónicos, bosques secos y andinos durante los futuros 10 años, de igual modo conservar 7 065 287 ha de bosques a través de Transferencias Directamente Condicionadas (TDC) en beneficio de 690 comunidades las cuales tendrán acceso a capacitaciones en temas administrativos, monitoreo y vigilancia de Bosques y actividades productivas que mejoren su economía sin afectar al bosque, ello permitirá disminuir la tasa de deforestación en un 30%. (MINAM, 2020)

2.3.- Marco teórico

2.3.1. Secuestro de carbono

Existe una literatura extensa que establece que los bosques son grandes sumideros de carbono, por esta razón en muchos países las políticas forestales han tomado mayor relevancia ya que se han incluido actividades de secuestro de carbono en sus programas para mitigar las emisiones de dióxido de carbono. Sin embargo, según las estadísticas de *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020* (2020) las reservas de carbono forestal estarían disminuyendo de 668 gigatoneladas en 1990 a 662 gigatoneladas en 2020, en contraste la densidad de carbono aumentó ligeramente durante el periodo ya mencionado de 159 a 163 toneladas por ha.

Para incrementar las reservas forestales de carbono las acciones deberían ser “coherentes con la conservación de los bosques naturales y la diversidad biológica” y servir para “incentivar la protección y la preservación de esos bosques y los servicios derivados de sus ecosistemas y para potenciar otros beneficios sociales y ambientales” (CMNUCC, 2011). Por otra parte, en relación al estado de los bosques a nivel mundial 2020 menciona que para el 2020 según la meta 15 de Aichi, “mediante la conservación y restauración se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono” (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2020).

Cuando hablamos de captura de carbono nos referimos a uno los servicios de uso indirecto del ecosistema, este proceso inicia cuando los árboles absorben el CO₂ de la atmosfera a través de la fotosíntesis y usan la energía para ejecutar reacciones catalizadas por enzimas. Gran parte del carbono se utiliza para la producción de celulosa, sin embargo, otra parte se libera al ambiente por medio de la respiración. El carbono absorbido forma parte de la biomasa aérea (tallos, ramas y hojas) y raíces, el acumulado regresa a la atmosfera tras un periodo de tiempo cuando las hojas se deshacen y cuando los árboles mueran parte del carbono se almacena en el suelo. El almacenamiento de carbono en la madera se almacena por varios años dependiendo del tipo de especie, las condiciones de crecimiento de los árboles y el manejo forestal y varios sucesos inciertos como incendios forestales y enfermedades, la madera seca tiene 50% de carbono, se estima que los árboles alcanzan la saturación de C en la madurez y cuando la alcanzan dejan de almacenar carbono, no obstante, con una cobertura constante los bosques podrían actuar como un sumidero de carbono en un periodo prolongado (Nijnik, 2009).

Desde la perspectiva de Burbano Orjuela (2018), la captura de carbono fomenta alternativas beneficiosas para las comunidades agrícolas promoviendo el desarrollo sostenible.

El rol de los bosques vinculado al cambio climático influye en el ciclo de carbono, en el ciclo del agua, los gases de efecto invernadero y sus características de reflectancia (albedo). En su mayoría el carbono forestal se encuentra en la biomasa viva (44%), en la MO del suelo (45%), y el resto en la madera muerta y la hojarasca (*Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*, 2020).

Según Macías et al. (2005), se entiende por sumidero de carbono cualquier sistema o proceso que sustrae un gas de efecto invernadero de la atmósfera, siendo el sumidero litosférico el que tiene una máxima capacidad de acumulación de carbono. La importancia de conservar este reservorio para mitigar o resolver la situación actual es factible, pero a largo plazo ya que dentro de los flujos y reacciones por las que el carbono se incorpora a los materiales que se encuentran en la superficie terrestre depende mucho el tiempo del proceso.

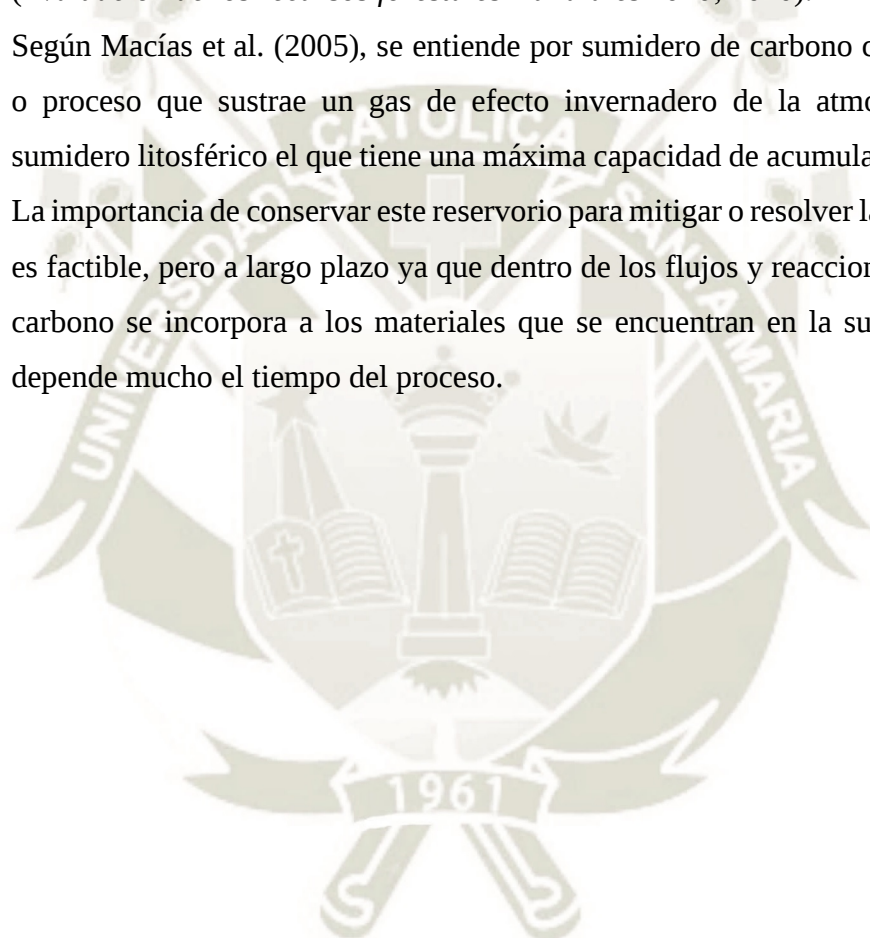
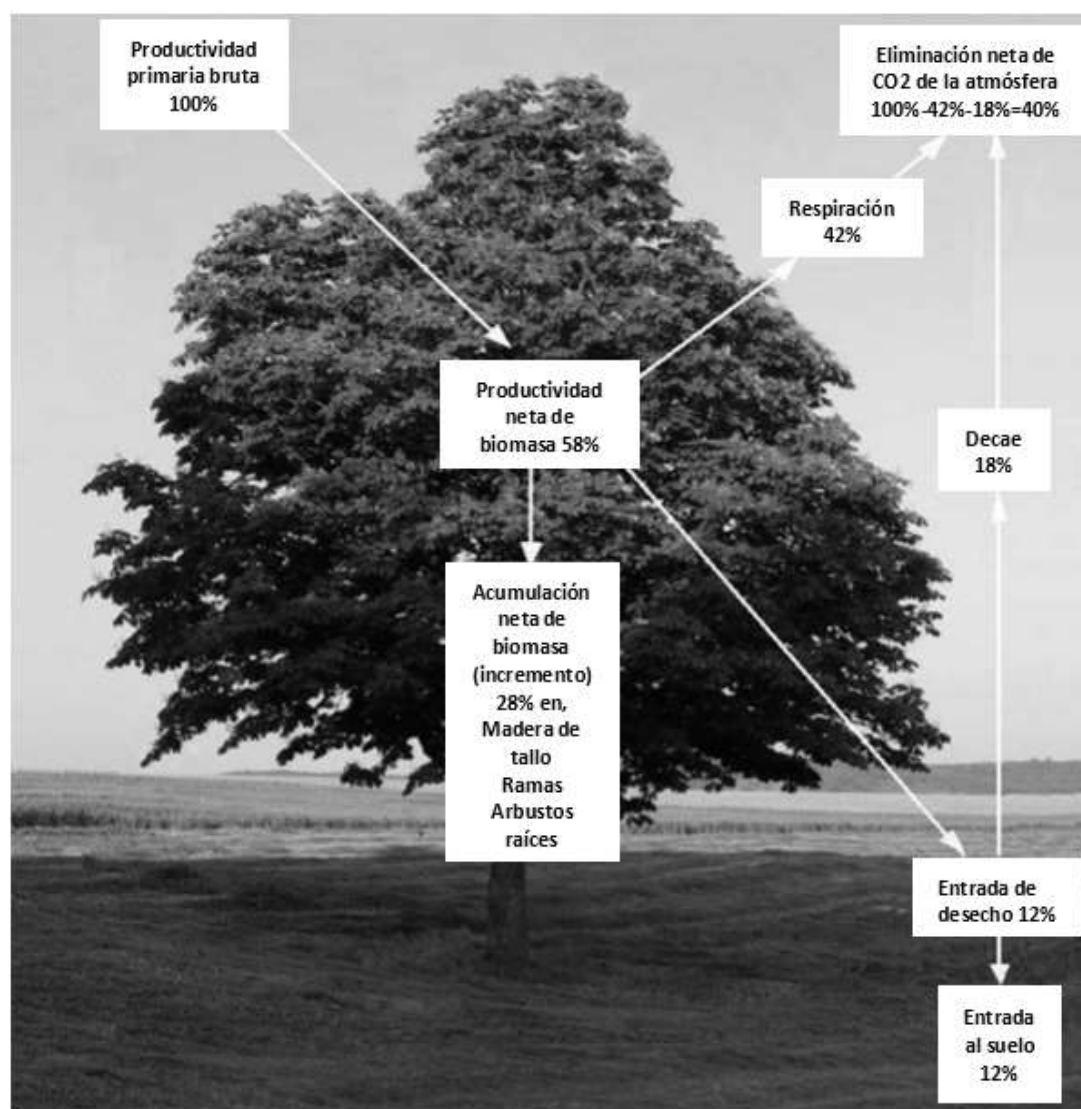


Figura 1. Flujograma del intercambio de carbono en componentes forestales



Fuente: Carbon capture and storage in forests, (Nijnik, 2009)

2.3.2. Servicios Ecosistémicos

En la década de los setenta en Estados Unidos emerge un movimiento ambientalista desarrollándose el término de Servicios Ecosistémicos, (Daily, 1997). Los servicios ecosistémicos son conceptualizados como los beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005).

Según Millennium Ecosystem Assessment (2005), se clasifican en servicios de aprovisionamiento; de regulación de los procesos ecosistémicos; culturales y de soporte.

Tabla 2
Servicios Ecosistémicos

Servicios de provisión	-Alimento -Fibra -Recursos Genéticos -Combustibles -Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos -Agua
Servicios de regulación	-Regulación de la calidad del aire -Regulación del clima -Regulación del agua -Regulación de la erosión -Purificación del agua y tratamiento de aguas de desecho -Regulación de enfermedades -Regulación de plagas -Regulación de polinización -Regulación de riesgos naturales
Servicios culturales	-Valores espirituales y religiosos -Valores estéticos -Recreación y ecoturismo
Servicios de soporte	-Ciclo de los nutrientes -Formación del suelo -Producción primaria

Fuente: *Millennium Ecosystem Assessment* (2005)

2.3.3. Servicio ecosistémico de captura y almacenamiento de carbono

El servicio ecosistémico de captura y almacenamiento de carbono se considera como un servicio de regulación y de uso indirecto ya que los beneficios que brinda se extiende a una extensa población (MINAM, 2016b).

Uno de los servicios más resaltantes es el secuestro y almacenamiento de carbono de los bosques ya que permite mantener la calidad del aire y almacenar grandes cantidades de CO₂ en sus tejidos. Los bosques pueden influir en la calidad del aire de diversas formas como adhiriendo en su organismo partículas, absorbiendo gases, brinda un confort térmico, y otros (*Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*, 2020).

Actualmente, el ritmo de pérdida neta de los bosques redujo 4.7 millones de hectáreas por año en el periodo 2010-2020 y calculo un total de pérdida de 10 millones de hectáreas de bosques durante el 2015-2020 en todo el mundo (*Evaluación de los*

recursos forestales mundiales 2020, 2020). Por causa de la deforestación, y el aislamiento reducen la abundancia de aves, mamíferos, insectos y plantas entre un 20% y un 75%, lo que afecta a funciones ecológicas por ejemplo la dispersión de semillas, la estructura de los bosques y puede reducir los servicios ecosistémicos, tales como la captación de carbono, el control de la erosión, la polinización y el ciclo de nutrientes (Haddad *et ál.*, 2015).

Para calcular el contenido de carbono almacenado en la biomasa forestal se han establecido métodos directos e indirectos. “El primero consiste en un análisis destructivo para la estimación del peso fresco y seco de cada una de los componentes de los árboles seleccionados” (H. & McDonnell , 1979). Los segundos se basan en la utilización de modelos matemáticos que calcula el peso de las diferentes fracciones del árbol a partir de variables individuales; sin embargo, para poder desarrollar los métodos indirectos es necesario contar con datos obtenidos de métodos directos. En los métodos indirectos también se ha podido estimar la biomasa mediante el empleo de sensores remotos (fotografía aérea, imágenes de satélite, imágenes de radar, etc) (Figueroa, Angeles, Velazquez, & Santos, 2010).

2.3.4. Monte Ribereño en un contexto nacional

En las márgenes de los ríos se establece una vegetación arbóreo-arbustiva, que se denomina “Monte ribereño”, que está conformada por Sauces, *Salix sp*, “pájaro bobo” o “callacas”, *Tesaria integrifolia*, el algarrobo, *Prosopis pallida*, la chilca, *Baccharis spp* (Montesinos & Mondagron, 2014). Estas comunidades rara vez exceden los 100 metros de amplitud, respecto al cauce del río y refleja una vegetación conformada de plantas adaptadas a inundaciones (Lebel, 2010).

Galán *et ál.* (2004) lo identifica como matorrales y cañaverales térmicos de los Andes occidentales y la costa desértica pacífica, se asientan sobre suelos arenosos y pedregosos y las riberas de los ríos costeros, siendo en este caso, pantanosa. La vegetación predominante se constituye de las siguientes especies: *Alternanthera sp.*, *Equisetum giganteum*, *Gynerium sagittatum*, *Pityrogramma trifoliata*, *Pluchea chingoyo* y *Tamarix aphylla*. *Baccharis salicifolia*, *Salix humboldtiana* y *Vigna luteola* son también, características de la unidad vegetacional (Galán et al., 2004). Resaltando la presencia de las especies *Baccharis salicifolia*, *Gynerium sagittatum*

y *Tessaria integrifolia* quienes favorecen a la fijación del suelo, perturbado por los aluviones. (Montesinos & Mondragón, 2014)

En cuanto a la especie *Tessaria integrifolia* R. & P pertenece a la familia de las Asteraceae, conocida comúnmente como “pájaro bobo”. Se encuentra ampliamente distribuida en Colombia, Panamá, Paraguay, Venezuela, Bolivia, Brasil, y Perú) (Mostacero, Mejia, & Gamarra, 2009). Esta especie se ubica en la ribera de los ríos, forma, a veces, bosquecillos muy compactos gracias a sus raíces gemíferas; algunas veces, se aleja de su hábitat natural acompañando a las acequias y canales de regadío, invadiendo los cultivos y comportándose como maleza; se propaga por semilla y también vegetativamente mediante sus raíces gemíferas. (Sagástegui & Leiva, 1993)

El esquema sintaxonómico con que se reconoce en el sur del Perú, ordenado por formaciones vegetales, con la diagnosis sintetizada de las asociaciones y subasociaciones, una de ella es la Comunidad de freatófitos y el monte ribereño de la costa donde menciona la asociación de TESSARIO INTEGRIFOLIAE-BACCHARIDETEA SALICIFOLIAE (Galán de Mera, Linares , Campos de la Cruz, & Vicente, 2009).

Los bosques ribereños, por otro lado, son excepcionalmente ricos en biodiversidad, proporcionan diversos servicios ecosistémicos, además tienen un papel fundamental dentro del paisaje forestal, actuando como corredores entre hábitats forestales y poblaciones (Naiman, Dé campus, & Pollock, 1993).

Esta comunidad biótica ha sufrido una seria degradación y casi ya no existe, pues los árboles han sido talados para usarlos como leña o para otros fines, y el suelo es dedicado a actividades agrícolas en los valles costeros, especialmente en los de los ríos de carácter permanente en donde se desarrolla una intensa actividad agropecuaria (Majes, Camaná, Ocoña, Tambo, Quilca, etc.) (Jiménez, 2003).

Desafortunadamente, a nivel mundial, muchos de estos ecosistemas han sido alterados o destruidos a través del tiempo sin conocer su capacidad de almacenamiento de dióxido de carbono ni su valor económico ambiental.

2.3.5. Monte Ribereño en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía

Este ecosistema se ubica en ambos márgenes del río Tambo y se identifica por su diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, la zona cerca del Santuario

se observa notablemente afectada, en especial la agricultura la cual es permanente y con el tiempo gana áreas de este ecosistema; aun así, se establece como la zona con mayor variedad de especies vegetales (SERNANP, 2015).

Es una zona que se ve influenciada notoriamente por la acción del río, por esta razón su tamaño es variable debido que se encuentra en el borde de ambas márgenes del río, aproximadamente en una franja de 40 a 100 m de ancho, en la margen derecha del río su ancho varía de 5 a 100 m y su superficie aproximada es de 94 ha (SERNANP, 2015).

Dentro de este ecosistema encontramos una variedad de especie arbustivas y herbáceas, principalmente destaca el pájaro bobo (*Tessaria integrifolia*) y pocos individuos de sauce cimarrón (*Salix humboldtiana*); especies arbustivas como la callacasa (*Bacharis salicifolia*) y la chilca (*Bacharis glutinosa*) y especies herbáceas de diferentes tamaños, unas muy pequeñas, como *Scirpus olneyi* y Lantén macho (*Platago major*), otras muy grandes, como la cola de caballo (*Equisetum giganteum*). (SERNANP, 2015)

El monte ribereño es influenciado por el río Tambo el cual tiene un régimen irregular torrentoso: se presenta durante las estaciones del año y se observan variaciones entre el periodo de avenida y estiaje, febrero es el mes de mayores precipitaciones, con una descarga promedio anual de 106 m³/seg y el mes de noviembre es el más seco, pues llega a 7-9 m³/seg, en la época de venidas se inicia en diciembre y se prologa hasta el mes de abril (INRENA, 2000).

2.3.6. Deforestación y Expansión agrícola

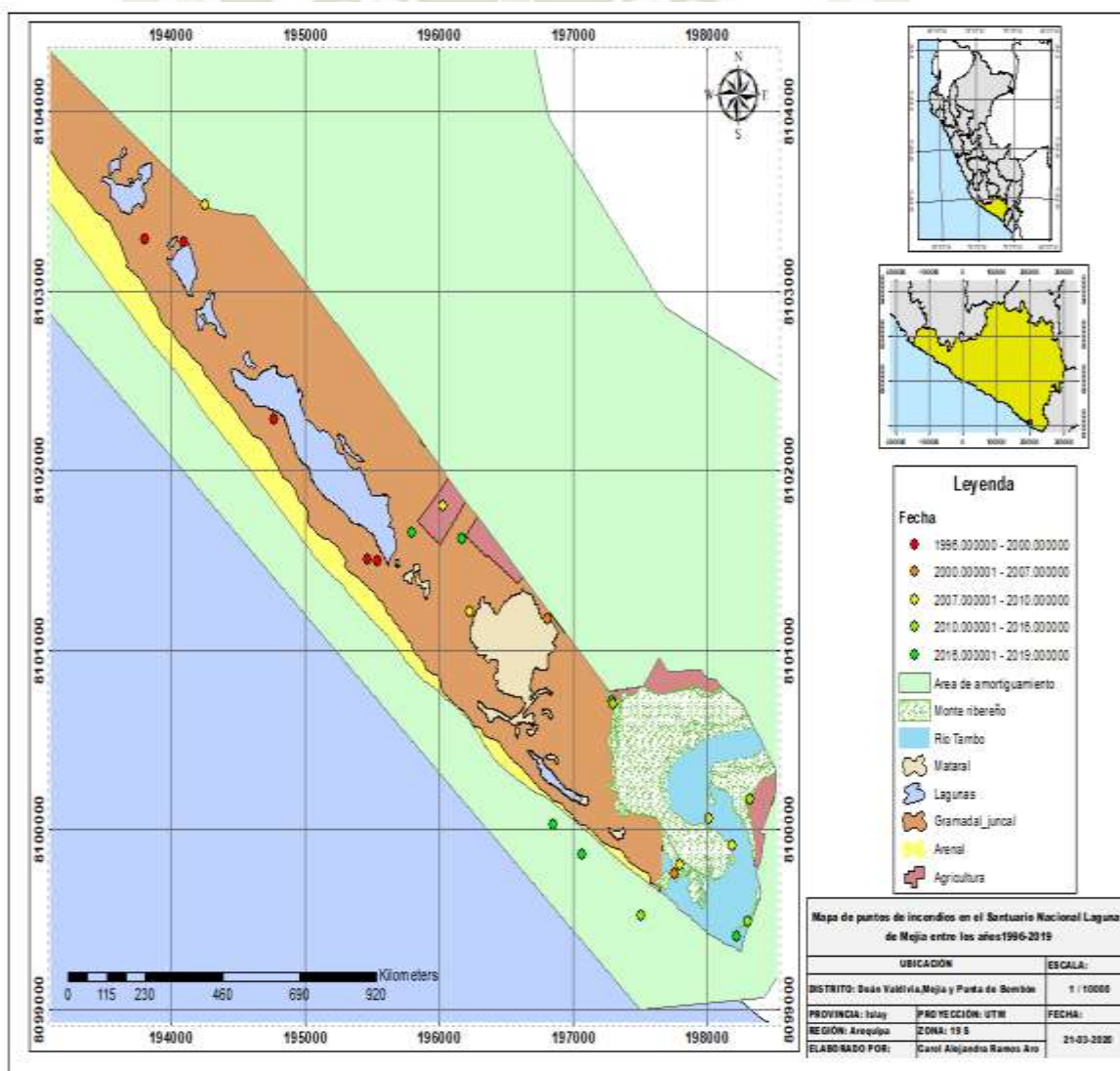
En el Perú, las extensiones de los bosques sufren una gran presión y permanentes acciones antrópicas, entre las principales se encuentra la agricultura y quema, la extracción de leña y sobrepastoreo, el pastoreo de ganado, la construcción de carreteras e infraestructura en la Amazonía, el aumento de la demanda por la tierra y los recursos debido al incremento demográfico (Paz, 2017).

Existen acciones, como las insostenibles prácticas de la agricultura para el cambio de uso del suelo, perjudicando significativas áreas forestales, alterando el uso natural de la superficie y el ciclo de corte y quema, lo que genera emisiones de GEI, en consecuencia, el 35% de estas emisiones en el Perú son de la tala indiscriminada, así mismo la transformación en tierras agrícolas de tierras forestales, humedales y

praderas produce una pérdida neta de C en el sistema (MINAM, 2016c).

En la figura 2, se observan los incendios que se han registrado entre los años 1996 y 2019, con ayuda del mapa de ecosistemas del SNLM (figura 3) podemos apreciar que en el ecosistema del mote ribereño se han presentado incendio entre los años 2002 al 2019. El incendio de mayor magnitud en el monte ribereño ocurrió el año 2018 se afectaron 9600 m² donde se presuponer que se llevó acabo para incrementar las parcelas de cultivo; frente a estos incendios se cuenta con el apoyo y participación de todo el personal del ANP, voluntarios, pescadores, agricultores, artesanos, bomberos y otras entidades.

Figura 2. Mapa de Incendios del Santuario Nacional Lagunas de Mejía entre los años 1996 -2019



Fuente: Elaboración propia

2.3.7. Valoración económica de servicios ecosistémicos

“Desde el punto de vista económico, los bienes y servicios ambientales son tratados como bienes públicos, bienes de libre acceso, y en su mayoría son bienes que sufren de algún tipo de externalidad”(Lecca, 2015). Dicho lo anterior, estas peculiaridades dificultan que el mercado sea representativo para determinar el nivel integral de precio y de cantidad a asignar en la sociedad, estas “fallas” llevan a la necesidad de optar e investigar sobre medidas alternativas de valoración económica (Raffo, 2015). Sucede que en muchos casos los mercados subestiman el valor económico total de los bienes y servicios ambientales, ya que el valor expuesto en el mercado representa sólo uno de los muchos usos que puede tener (Raffo, 2015).

El mercado no es capaz de captar todos estos valores, es por ello que el uso de metodologías para la valoración alternativa contribuye para obtener un valor eficiente de los mismos (Glave & Contreras, 2002). Mediante los métodos de valoración nos permiten tener un indicador el cual pueda integrarse en las disposiciones de los beneficios actuales y potenciales que tiene el servicio ecosistémico.

La oferta del servicio se da a través de interacciones entre los componentes de los ecosistemas y refleja los beneficios potenciales que las poblaciones pudieran obtener de éstos (Balvanera, 2012). La sociedad atribuye el valor cuando identifican la relación de su bienestar y su ambiente, dentro de los valores económico, social y cultural el que prevalece es la valoración económica, sin embargo, no establece su importancia relativa (Balvanera, 2012).

Es por ello que la estimación y valoración de los distintos SE, pueden ayudar a analizar el gran aporte de los ecosistemas naturales para la producción económica y al bienestar humano, así mismo nos ayude a recapacitar cómo las practicas insostenibles afectan a los ecosistemas naturales.

CAPITULO III

3.-METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

Investigación Descriptiva – Cuantitativa

3.2. Campo de verificación

3.2.1. Área de Investigación

El Santuario Nacional Lagunas de Mejía se ubica en los distritos de Mejía, Deán Valdivia y Punta de Bombón, en el departamento de Arequipa. Su ubicación geográfica a los siguientes rangos de coordenadas geográficas: 17°07'09'' y 17°10'03'' de Latitud Sur y 71°49'49'' y 71°53'19'' de Longitud Oeste. (INRENA, 2000)

Abarca una superficie de 690,6 ha, que comprende las denominadas Lagunas de Mejía hasta la desembocadura del río Tambo, es considerado como sitio Ramsar e IBA ya que alberga una importante cantidad de aves residentes y migratorias, la temperatura media anual dependiendo de la estación más cercana es de 19.8 °C y la precipitación media anual es de 10.8 mm; a causa de la Corriente Peruana, se presentan las garúas en consecuencia de las neblinas invernales, el clima es propio de la zona de vida desierto seco - Templado Cálido, una característica principal es que es extremadamente árido por la escasez de precipitaciones o su ausencia. (INRENA, 2000, como se citó en Condori & Ramos, 2016)

Respecto a la humedad relativa de esta zona es de 78.1%, en el verano registra 75% y llega a incrementarse a 81% en invierno estos datos son registrados en la estación Pampa Blanca; así mismo la velocidad de viento promedio es de 1.1 m/s mostrando un leve incremento en verano de 1.2 m/s y un descenso en el periodo de invierno con 0.9 m/s. En la cuenca del río Tambo la evapotranspiración es de 2641.25 hm³/año representando el 73.3% respecto a la precipitación. (ANA, 2019)

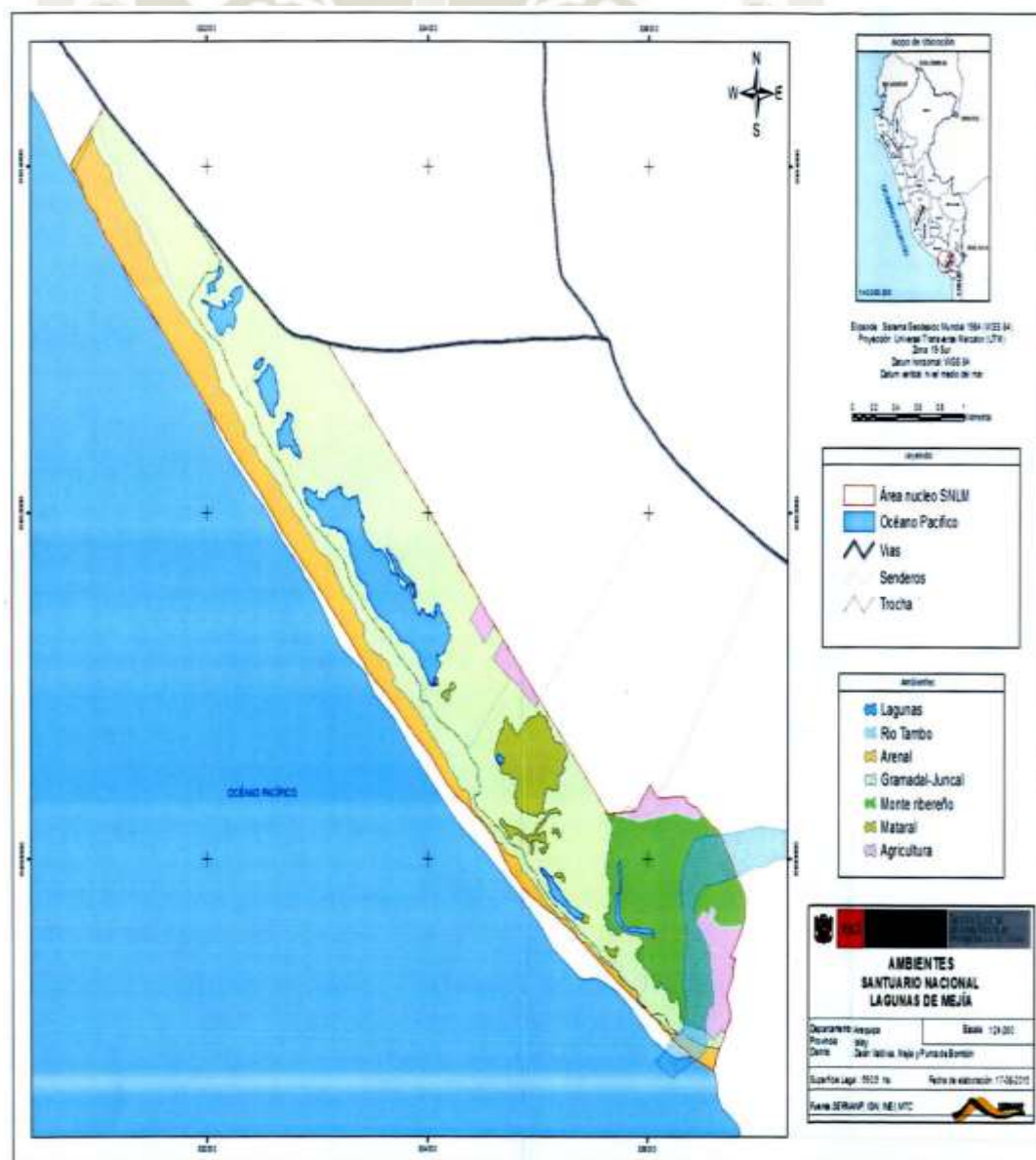
Alberga especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, su área es variable y se encuentra bordeando ambas márgenes del río, en una franja de 40 - 100 m de ancho (SERNANP, 2015). Su superficie aproximada es de 94 ha., esta área formó parte de una gran sedimentación por eventos geológicos, que condicionaron la evacuación de sedimentos marinos y continentales de la era cuaternaria, así mismo, no existe

afloramientos rocosos; presenta un suelo arenoso no obstante a un 1.5m de profundidad se puede encontrar suelos arcillo-arenoso (SERNANP, 2015).

La presencia de “Fringilo apizarrado”, passeriformes u otros relacionados con el ecosistema, este ecosistema está ligada al río Tambo, ya que cambia inundando áreas y dejando al descubierto otras las cuales se convierten nuevamente en monte ribereño (SERNANP, 2015).

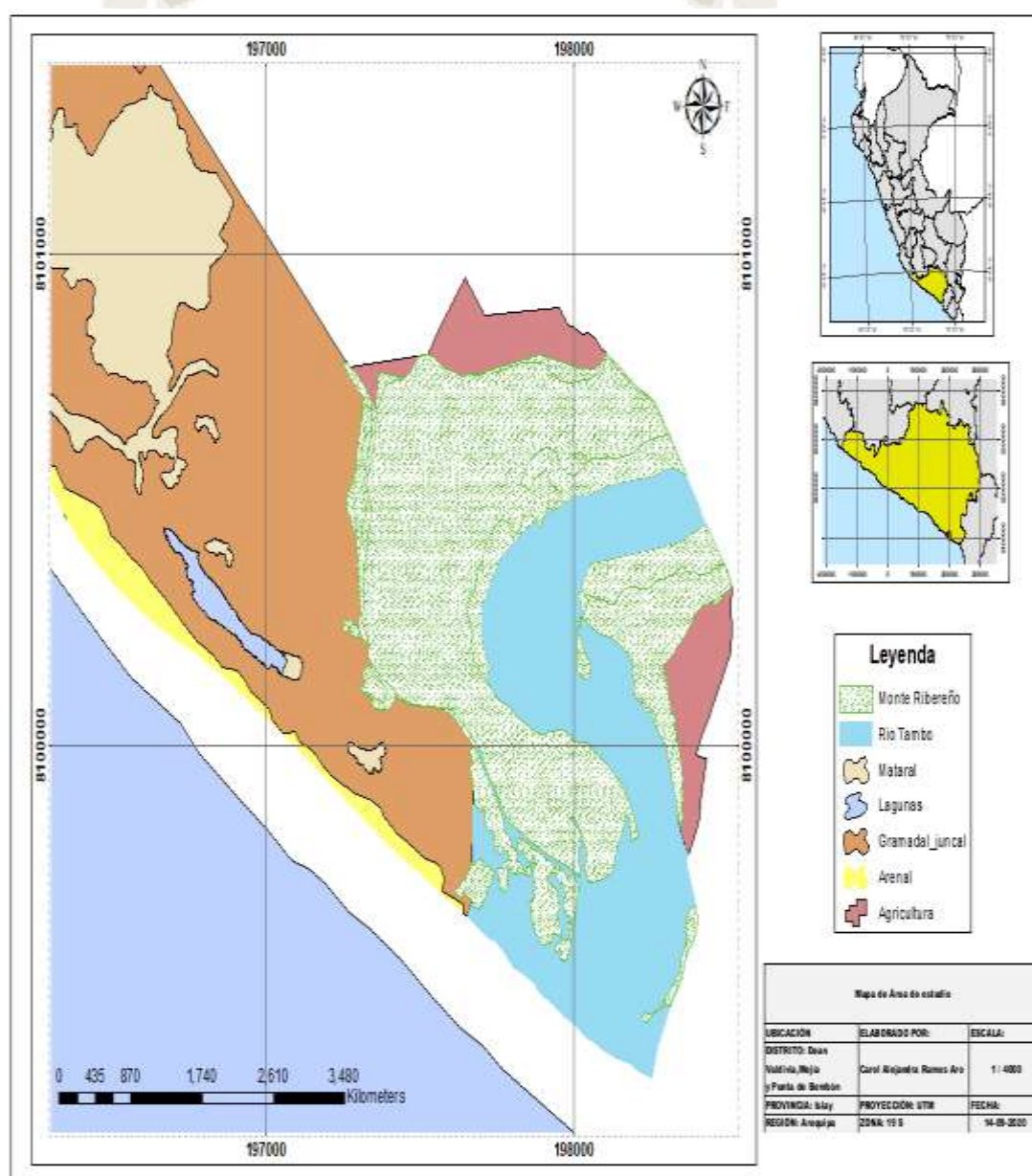
En la Figura 3 se muestran el mapa de ecosistemas del SNLM, son 6 ambientes en total (SERNANP, 2015).

Figura 3. Mapa de Ubicación de los ecosistemas del SNLM



Fuente: Santuario Nacional Lagunas de Mejía SERNANP (2015)

Figura 4. Mapa de área de estudio



Fuente: Elaboración propia

3.3. Materiales y equipos

Tabla 3
Materiales y equipos

Tipo	Material	Cantidad
Instrumentos y materiales	Campo	
	Libreta	1
	Lapicero	1
	Wincha x5m	1
	Wincha x 50m	1
	Bolsas de papel	80
	Costal	3
Equipos	Cilindro de plástico	1
	GPS Garmin	1
	Cámara fotográfica	1
	Balanza de mano (capacidad 200g y 5 kg)	2
Materiales	Gabinetes	
	Cuaderno	1
	Lapicero	2
Equipos y software	Laptop	1
	Impresora	1
	Microsoft Word	-
	Microsoft Excel	-
	ArcGis 10.5	-
Materiales	Laboratorio	
	Trozos de papel aluminio	40
	Papel vulky	40
Equipos y herramientas	Estufa	1
	Cocina eléctrica	1
	Tamizador	1
	Balanza de precisión (200g)	1

Fuente. Elaboración propia

3.4. Población, Muestra y Muestreo

3.4.1. Población

La población esencialmente es el Pájaro bobo *Tessaria integrifolia*”, comprendida entre los 17° 07’19” y 17°10’03” de latitud sur y 71°49’49” y 71°53’19” de longitud oeste, su superficie neta es de 60.22 ha según el mapa de área de estudio (figura 4). El área de estudio fue tomada en cuenta basándose en el estado actual de la zona. Por ello se procedió a hacer el reconocimiento en campo con relación a las coordenadas UTM WGS 84 Zona 19S.

3.4.2. Muestra

Las muestras se obtuvieron de áreas de investigación dispuestas por la jefatura del ANP, por experticia de los guardaparques del SNLM se tomó en cuenta la accesibilidad a los puntos de muestreo ya que hay zonas inundadas y fangosas de riesgo. En esta zona principalmente predomina la biomasa arbustiva principalmente la especie *Tessaria integrifolia*, pocos seres de *Salix humboldtiana*, *Baccharis Salicifolia*, *Phragmites australis*, entre otras y biomasa herbácea como *Csirpus olneyi* y Llantén macho, entre otras.

3.4.3. Muestreo

En este diseño de la metodología se usaron las pautas de la Guía Nacional de Valoración del Patrimonio Natural presentado por el Ministerio del Ambiente, el Manual de Valoración Económica del Patrimonio Natural y la Guía desarrollada por el Centro Mundial Agroforestal; se utilizó esta metodología ya que es práctica, aplicable para diferentes áreas, además los procedimientos son sencillos y los instrumentos de medición presentan un costo bajo.

Para estimar las reservas de dióxido de carbono como servicio ecosistémico del sistema suelo - vegetación en el monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, se seleccionaron las unidades más representativas en los meses de septiembre y octubre del 2019. De ellas se obtuvieron las muestras de biomasa vegetal y suelo derivadas al laboratorio para determinar el peso seco de biomasa por hectárea y finalmente se estimaron las reservas totales de carbono y dióxido de carbono en el sistema suelo vegetación del monte ribereño.

3.4.3.1. Distribución e implementación de parcelas en la zona de muestreo

El presente estudio, se trabajó con un reconocimiento preliminar del área, se tomó como referencia el mapa de ambientes (SERNANP, 2015) (figura 3), también, se utilizaron imágenes satelitales para identificar el área actual del monte ribereño (figura 4). Para la forma y distribución de las parcelas se delimitó el ámbito de interés según la Guía de inventario de la flora y vegetación, el cual menciona que, para las formaciones arbustivas o matorrales propiamente dichos, se puede utilizar (sin restricción alguna) cualquiera de las formas de las parcelas que se aplican para el componente arbóreo (cuadrada, rectangular o circular). (MINAM, 2015b)

En referencia al tamaño mínimo requerido para la unidad muestral, según la Guía de inventario de la flora y vegetación MINAM (2015b), es de 100 m² para la flora del estrato inferior del bosque o sotobosque conformado por comunidades de arbustos, herbáceas, palmeras de porte arbustivo, helechos de porte arbustivo y la propia regeneración natural de especies arbóreas. Para calcular el número de parcelas, se utilizó la ecuación de la versión modificada de la ecuación propuesta en los “Lineamientos para elaborar el Plan General de Manejo Forestal” para concesiones forestales con fines maderables, con el valor obtenido de la ecuación se la dividió entre 0,50 que es el tamaño mínimo de la unidad muestral para bosques regionales costeros, aprobado por la Resolución Jefatural N° 109-2003-INRENA y la actualización de los lineamientos según la Resolución de dirección ejecutiva N°046 -2016-SERFOR-DE.

$$N=a+b \times (S)$$

Donde:

N = superficie total de la muestra (ha)

S = superficie total a evaluar del área del proyecto (ha)

$a = 5$

$b = 0,001$

3.4.3.2. Muestreo y cálculos de biomasa arbustiva, herbácea y suelo en campo

Los muestreos de vegetación y suelo se realizaron durante los meses de septiembre y noviembre del 2019, meses en los cuales la dinámica fluvial del río Tambo es baja y se registró las especies de flora de acuerdo (Arce, 2010) y con la ayuda del especialista del SNLM, además se midió la altura y el DAP de cada individuo, según (MINAM, 2015b).

A. Biomasa Herbácea

La biomasa de la unidad herbácea se midió mediante el método destructivo, según la guía propuesta por Rüginitz, Chacón, & Porro (2009), se instaló una pequeña sub-parcela de 0.25 m² (50 cm x 50 cm). Toda la vegetación herbácea se cortó al ras del suelo, se juntó y pesó, posteriormente se recogió una muestra de aproximadamente 200 g almacenadas en bolsas de papel

correctamente identificadas para posteriormente ser llevadas al laboratorio, donde se serán secadas en horno-estufa para obtener un peso constante. Obteniendo el porcentaje de materia seca como producto final (%MS).

– **Peso seco total de materia seca en (T/Ha)**

$$B(T/Ha) = ((PSM/PFM) \times PFT)$$

Donde:

B= Peso seco total de materia seca (T/Ha)

PSM=Peso seco de la muestra colectada.

PFM=Peso fresco de la muestra colectada

PFT=Peso fresco total de la muestra.

– **Reservas de carbono almacenado en biomasa vegetal. (T/Ha)**

$$C=B \times FC$$

Donde:

C = Contenido de carbono (TC/ha).

B= Peso seco total de materia seca.

FC= Fracción de carbono en biomasa seca. El valor estándar del IPCC para CF = 0,5

B. Biomasa Arbustiva

La biomasa de la especie arbustiva *Tesaria integrifolia* se halló a partir de fórmulas matemáticas de las variables dasométricas, según la Guía de cubicación de madera No. 1” (Proyecto Gobernanza Forestal, Unión Europea & CARDER, 2013).

– **Cálculo del área basal**

Esta variable corresponde al área transversal del fuste de un árbol o arbusto.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$AB (cm^2) = \pi \times (DAP (cm))^2 / 4$$

Dónde:

DAP (cm)= Diámetro a la Altura del Pecho (cm)

$\pi = 3,1416$

– **Cálculo del volumen total**

El volumen total de los arbustos en pie se midió en metros cúbicos. Se calcula:

$$Vt = \pi/4 \times DAP^2 \times Ht \times Hf$$

Dónde:

Vt= Volumen total (m³)

$\pi = 3,1416$

DAP(m) = Diámetro a la altura del pecho a 1,30 m de altura

Ht= Altura total (m)

Hf=Factor de forma para fustes cilíndricos (0,75)

– **Cálculo de la biomasa total**

La biomasa aérea (B) se obtiene del producto del volumen de cada árbol por el factor de densidad de la madera de las especies registradas, el resultado se obtiene en Kg. La densidad de la madera del Pájaro bobo (*Tessaria integrifolia*) es de $\delta=330Kg/m^3$ (DFM Directorio Forestal maderero, 2016). seguidamente se aplica la siguiente ecuación:

$$B=(Vt) \times (\delta)$$

Dónde:

VT=Volumen total (m³)

δ =Kg/m³

La biomasa obtenida en Kg se transforma a toneladas, finalmente con la sumatoria de todos los individuos se obtendrá la biomasa total.

– **Carbono almacenado**

Es producto de la biomasa (B) y la fracción de carbono que es igual a Fc= 0,5. Esta última es equivalente a la proporción de carbono contenido en cualquier especie vegetal.

$$C= B \times FC$$

C. Suelo

En cada parcela de 100m² se ubicaron cuatro puntos para la obtención de muestras en cada esquina del cuadrante, se tomaron las muestras de suelo por cada unidad de estudio a una profundidad de 30 cm recomendado por (Rügnitz, Chacón, & Porro , 2009). Empleando un cilindro de plástico de volumen conocido, estas cuatro muestras se homogenizaron en un mismo contenedor, para enseguida retirar una muestra de 200 g de muestra, las cuales fueron colocadas en bolsas plásticas y correctamente identificadas finalmente fueron conducidas al laboratorio para su análisis.

– **Cálculo de las reservas de carbono de la unidad suelo (TC/ha).**

El laboratorio de Ensayo y Control de calidad de la Universidad Católica de Santa María utilizó el protocolo de Métodos de análisis para suelos y lodos de la Universidad de Concepción Facultad de Agronomía Chillán.

– **Cálculo de % de carbono**

$$\% \text{Materia Orgánica} = 1,724 \times \%C$$

Donde:

$\%C$ = Porcentaje de carbono

1,724= Factor Van Bemmelen

– **Cálculo de la densidad aparente del suelo**

$$DA = PSN / VCH$$

Donde:

DA=Densidad aparente en gr/cc

PSN=Peso seco del suelo dentro del cilindro gr

VCH=Volumen del cilindro cc.

– **Cálculo de las reservas de carbono en la unidad suelo**

$$CS = (DA \times PS \times \%C)$$

Donde:

$\%C$ = Resultado de % de carbono

DA= Densidad Aparente en gr/cc

PS= Profundidad del suelo en cm

D. Cálculo de las reservas totales de carbono almacenado en el sistema suelo

vegetación, expresado en (TC/ha).

$$CT = CBA + CBH + CS$$

Donde:

CT=Carbono Total del sistema (TC/ha)

CBA= Carbono de la biomasa arbustiva

CBH= Carbono de la biomasa herbácea

CS= Carbono en el suelo

E. Método para cuantificar las reservas de dióxido de carbono almacenado

Con los datos obtenidos de las reservas totales de carbono se estimó las reservas de dióxido de carbono. Con base a la relación química entre el carbono C y el dióxido de carbono CO₂, para ellos se consideraron los pesos atómicos de cada componente, el carbono representa un 27,3% del peso molecular del CO₂, es decir, una tonelada de carbono corresponde a 3.66 t CO₂ (Eggleston, *et ál.*, 2006). Entonces se considera el valor del Kr=44/12, como la constante equivalente de las reservas de C almacenado en CO₂.

$$CO_2 = C \times Kr$$

Donde

CO₂= Toneladas de dióxido de carbono

C= Carbono

Kr= 44/12

3.4.3.3. Valoración del servicio ecosistémico

Se realizará la valoración económica del servicio del secuestro y almacenamiento de carbono del monte ribereño con el Método de precios de mercado (MPM) de la Guía Nacional de Valoración del Patrimonio Natural (MINAM, 2016b).

Este método asigna valor a bienes y servicios, usando precios de un mercado ya

existente tanto nacional como internacional. Los precios son definidos a través de la oferta y la demanda (Figuerola E. , 2010).

Se debe elegir el mercado apropiado para que funcione de manera eficiente. Por eso se utiliza el promedio del valor de los bonos de carbono de 10 años, debido a que el 90% de las transacciones mundiales de derechos de emisión se realizan en Europa (Sarcca, 2017).

Se utilizará la ecuación:

$$VE = TCO_2 \times P$$

Donde:

TCO_2 : toneladas de dióxido de carbono

P: precio de toneladas de dióxido de carbono

Conforme a la Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural (MINAM, 2016b), se desarrolla de la siguiente manera:

Tabla 4
Fase I de la Valoración Económica

Preparación de la valoración económica	
Identificación del objetivo de la valoración	Para identificación del objetivo planteado se vio por conveniente usar los problemas principales de la pérdida del monte ribereño. Así mismo se relacionará con algún programa o proyecto que permita conservar este ecosistema de manera sostenible.
Definición del ámbito	Mediante el mapa de ecosistemas del Santuario Nacional Lagunas de Mejía 2019 se delimitará el ámbito de estudio.
Identificación de los bienes y servicios ambientales	Para la identificación de los bienes y servicios ambientales del monte ribereño se tomó en cuenta los servicios ecosistémicos descritos en la Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural (MINAM,2016b), utilizando una lista de chequeo rápido.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5
Fase II de la Valoración Económica

Valoración económica	
Identificación y caracterización de los actores involucrados	Se utilizará el mapa de actores dispuesto en el Plan Maestro 2015-2019 del Santuario Nacional Lagunas de Mejía SERNANP (2015). para identificar y describir los actores principales que participan en la conservación de este ecosistema y los que son beneficiarios.
Priorización y caracterización de los bienes y servicios ecosistémicos	Se priorizará el servicio de secuestro y almacenamiento de carbono.
Identificación de los tipos de valor económico	Se identificará a qué tipo de servicio pertenece y el valor de uso del servicio de secuestro y almacenamiento de carbono.
Elección y aplicación de los métodos de valoración económica	Se evaluará dentro de los métodos de la guía un método que nos brinde un valor representativo, que tenga un seguro sistema de negociación y una larga trayectoria y experiencia en el mercado de bonos de carbono.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6
Fase III de la Valoración Económica

Post valoración económica	
Aplicación del valor económico en la toma de decisiones	Se propondrán programas donde se pueda utilizar eficientemente esta información para la conservación del monte ribereño.
Análisis del aporte a la solución del problema	Se analizará como mediante la información obtenida los tomadores de decisiones pueden solucionar el principal problema de la degradación del monte ribereño.

Fuente: Elaboración propia



CAPITULO IV

4.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.- Determinación de la zona de muestreo y delimitación de parcelas

La delimitación de la zona de muestreo del monte ribereño se seleccionó sobre la base de tres (03) criterios como son:

-Accesibilidad: El área de estudio se ve influenciada por el dinamismo del río Tambo, existiendo zonas fangosas de alto riesgo, vegetación densa y pocos senderos para transitar fácilmente.

-Tamaño: Tiene una extensión aproximada de 60.22 hectáreas

-Áreas de investigación disponibles de acuerdo a la jefatura del ANP: Al ser un Santuario Nacional se protege con carácter intangible los recursos naturales, es por ello que hay áreas de investigación que son designadas por la jefatura.

Se determinó mediante la ecuación descrita en los “Lineamientos para elaborar el Plan General de Manejo Forestal”, para un área total del proyecto de 60.22 ha.

$$N=a+b \times (S)$$

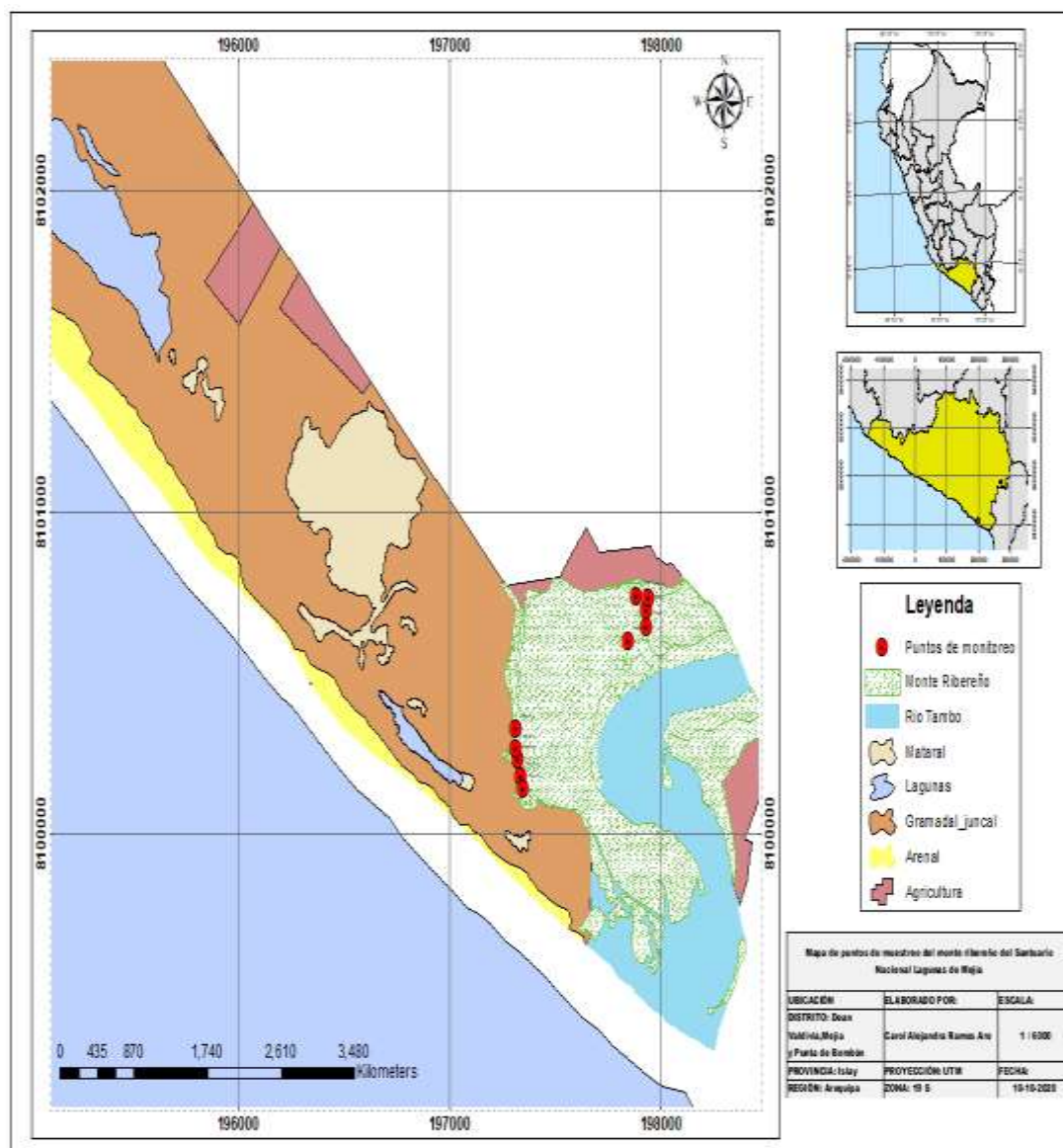
$$N= 5+0.001*60.22$$

$$N= 5.05$$

Este valor fue dividido entre 0,50 que es el tamaño mínimo de la unidad muestral para bosques de la región costa obteniendo un total de 10 parcelas. En el Anexo A se muestran las coordenadas de los puntos de muestreo del monte ribereño.

En la (figura 5) se observa los puntos de muestreo distribuidos en la parte norte y sur de este ecosistema del monte ribereño, (Ver Anexo A, tabla N°14 y N°15).

Figura 5. Mapa de ubicación de puntos de muestreo del monte ribereño



Fuente: Elaboración propia

Los puntos de monitoreo de la zona norte estuvieron más cercanos al río Tambo sobre todo los puntos P1 Y P5, en esta área de muestreo se observó la regeneración de la especie *Tessaria integrifolia*, también se encontraron especies como *Ambrosia peruviana*, *Myrica pavonis*, *Sesovium potulacastrum*(L). L, *Baccharis salicifolia* y *Equisetum giganteum*.

En la zona sur, los puntos de muestreo estuvieron ubicados en el recorrido turístico del SNLM el cual colinda con un dren, se observaron especies como *Tessaria integrifolia*, *Baccharis salicifolia*, *Ambrosia peruviana*, *Chenopodium ambrosioides* L. y *Spilanthes urens*L.

Tabla 7

Especies de flora del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i> R.&P.	Pájaro bobo
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (R.&P.) Pearson	Chilca o Callacaz
Asteraceae	<i>Ambrosia peruviana</i> Willd.	Altamisa o Artemisa
Myricaceae	<i>Myrica pavonis</i> C. DC	Carza o Huaracán
Aizoaceae	<i>Sesovium portulacastrum</i> (L.) L.	Verdola de la playa
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i> L.	Cola de caballo
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Paico
Asteraceae	<i>Spilanthes urens</i> L.	Venadillo

Fuente: Elaboración propia

4.2.- Reservas de carbono y dióxido de carbono (CO₂) almacenado en el sistema

suelo – vegetación

La variabilidad de almacenamiento de carbono entre las tres diferentes unidades del monte ribereño nos indica la capacidad de captura de C de cada uno. El sistema suelo presenta mayor acumulación de carbono con 417.82 TC/ha, seguidamente de la especie arbustiva predominante en el monte ribereño *Tessaria integrifolia* con 15.129 TC/ha y finalmente el estrato con menor acumulación de carbono el de herbáceas con 8.631TC/ha.

En la tabla N°8, se presentan los promedios de las reservas de carbono y su equivalente en dióxido de carbono (CO₂) almacenado para la especie *Tessaria integrifolia*, estratos herbáceo y suelo; afirmando que este ecosistema tiene un gran potencial como sumidero de carbono y dióxido de carbono.

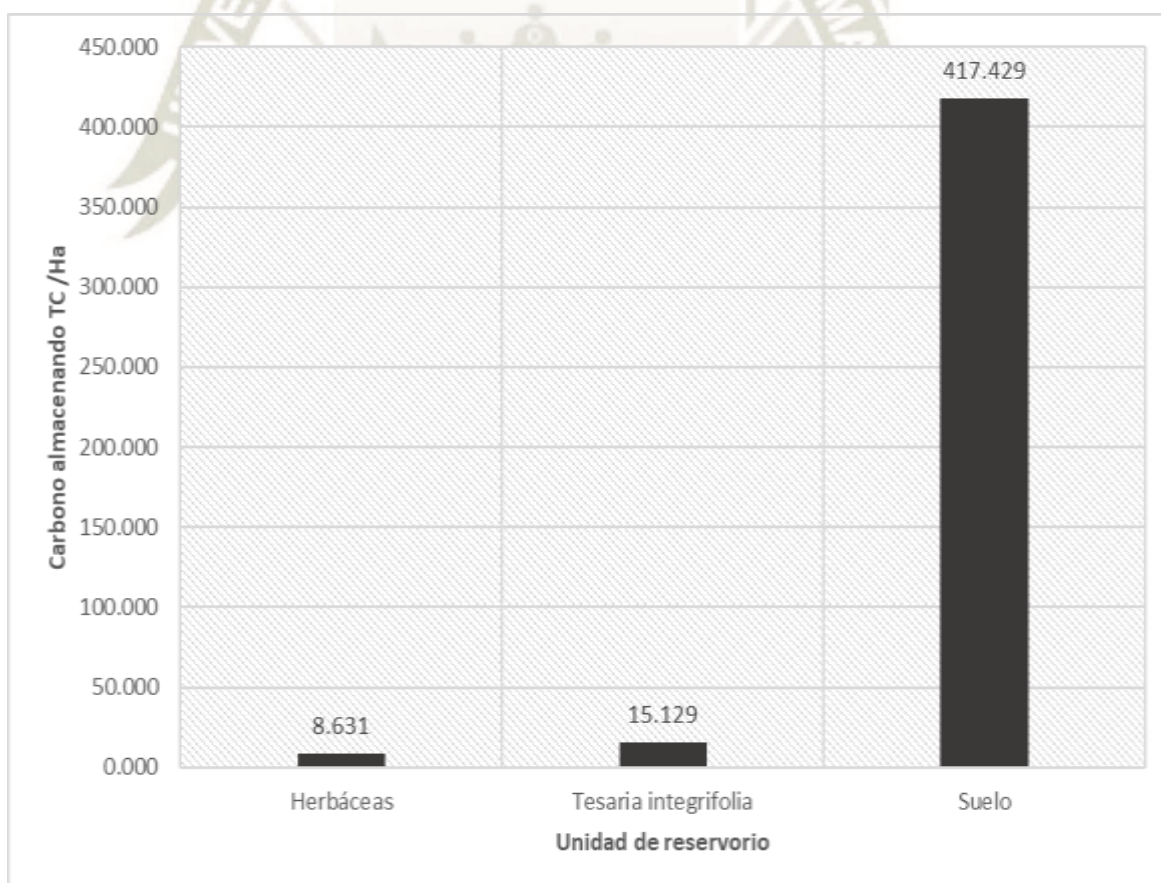
Tabla 8

Resultados de la estimación de las reservas de carbono almacenado y su equivalente en CO₂ en la unidad herbáceas, suelo y especie *Tessaria integrifolia* en el monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.

Unidad de reservorio	Reservas de carbono almacenado en (TC/ha)	Reservas de carbono almacenado en 60.22ha	Dióxido de carbono almacenado en (TCO ₂ /ha)
Herbáceas	8.631	519.759	31.646
<i>Tessaria integrifolia</i>	15.129	911.068	55.475
Suelo	417.429	25137.574	1530.574
Carbono total del monte ribereño	441.189	26568.401	1617.695

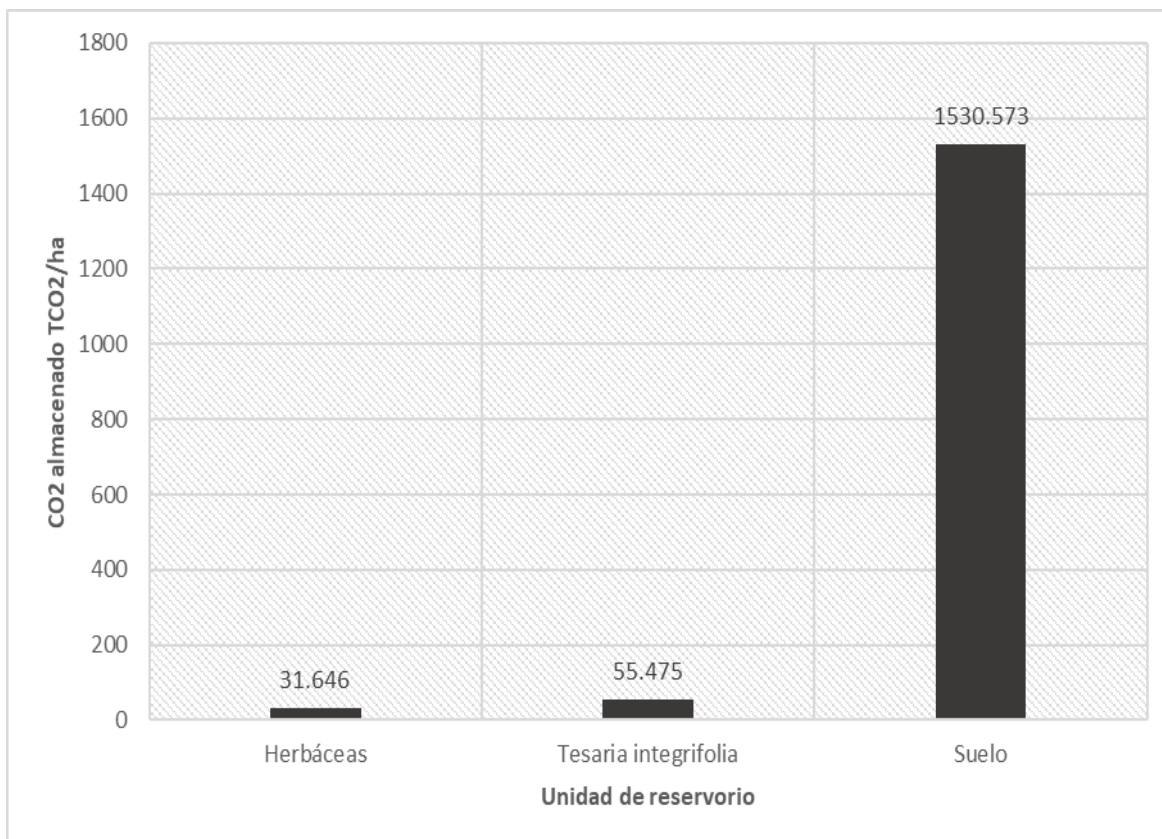
Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Reservas de carbono en (TC/ha) almacenado del sistema suelo - vegetación en el monte ribereño del SNLM.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Reservas de dióxido de carbono almacenado en (TCO_2/ha) almacenado en el sistema suelo - vegetación en el monte ribereño del SNLM.



Fuente: Elaboración propia

En ecosistemas ribereños los compartimentos de mayor acumulación de carbono (C) son los suelos y la vegetación, sin embargo, la degradación y reducción de la vegetación natural expone al suelo y provoca pérdidas de carbono por erosión. Así mismo, la distribución de las reservas de carbono es muy variable en la superficie por los diferentes factores abióticos como (clima, suelo, hidrología, geología) y bióticos (actividades humanas, estructura de las diferentes comunidades).

a) Unidad Herbáceas

Los contenidos de carbono almacenados obtenidos en esta investigación para la unidad herbácea (figura 6) son mayores a los estimados por Palomino & Cabrera (2007), quien reporta 3.3 TC/ha para la vegetación salicornial; Arévalo et ál. (2018) reporta un almacenamiento de carbono de 1.1TC/ha para el ecosistema tillandsiales ubicado en zonas desérticas costeras de Lima y también con la investigación de

Morocco (2014) quien reporta 2.85 TC/ha en la vegetación gramadal en el SNLM, sin embargo, la vegetación salicornial de la investigación antes mencionada almacena una mayor cantidad de carbono con 13.66 TC/ha en la vegetación salicornial. Estas diferencias podrían estar relacionadas a las diferentes condiciones ambientales de cada zona, las características edáficas, la estación en la toma de muestra, la circulación del agua y parámetros meteorológicos etc. Así mismo, es preciso resaltar que a pesar que la investigación de Morocco (2014) se encuentra en la misma ANP que la presente investigación, el dinamismo del río Tambo es un factor muy importante en monte ribereño a diferencia de la influencia de los 3 humedales del SNLM.

En relación con bosques andinos, como el bosque de Tuma en Yungay - Ancash el cual se encuentra aproximadamente a 3656.5 msnm, Tacarpo (2018), reporta 2.808 TC/ha para la biomasa arbustiva y herbácea las cuales estaban representadas por arbustos con un diámetro menor a 2.5 cm; al igual que los resultados de Sarcca (2017) quien obtiene un almacenamiento de 0.587 TC/ha en la biomasa aérea herbácea ; en cambio en la presente investigación la zona de estudio se sitúa a 3.40 msnm la unidad herbácea compuesta por *Distichlis apicata* (L) “Grama salada”, *Heliotropium curassavicum* “alacrancillo de playa”, *Sesuvium portulacastrum* (L) “verdolaga de la playa” y otras hierbas almacena 8.631 TC/ha, estos resultados distan ya que son ecosistemas distintos con sus características peculiares, el primero está ubicado en la sierra y la segunda a la costa.

b) Especie *Tessaria integrifolia*

La especie *Tessaria integrifolia* almacena 15 TC/ha (figura 6), según los datos obtenidos por Gonzales (2017) la especie *Oreopanax oroyanus* almacena 14.66 TC/ha, los resultados exponen una gran similitud y esto podría deberse a la correlación entre el DAP y la reserva de carbono; los árboles *Oreopanax oroyanus* presentaban DAP aproximadamente entre 3 - 20 cm y la especie *Tessaria integrifolia* entre 3 y 9cm, por cuanto se afirma que las clases diamétricas menores tienen un rol primordial en la captura del carbono, en vista que están en crecimiento. El argumento de (Gayoso, J; Guerra, J. 2005, como se citó en Gonzales, 2017), es que los tejidos del fuste poseen una mayor capacidad de capturar carbono, mientras que estos

árboles no sean viejos, así como tuvieron un tiempo como capturadores estos pueden saturarse y emitir CO₂ a la atmosfera.

En cuanto a lo estimado por Tacarpo (2018), la biomasa arbórea acumula (37.953 TC/ha) siendo superiores, esto podría deberse a la ubicación en diferentes regiones; asimismo la altitud se relaciona con la temperatura (pues la temperatura desciende a mayor altitud), es una variable ambiental fundamental en el desarrollo de las plantas (Grubb, 1977; como se citó en Taparco, 2018).

Conforme a los valores obtenidos por el Departamento Ambiental de FG Mining Group Corporation CI LTDA (2019) , obtiene un volumen de 0.009 m³ en la especie *Tessaria integrifolia* , en comparación a los hallados que fue de 0.005 m³, estas diferencias podrían estar relacionadas a las diferencias ambientales de cada desembocadura como el tipo de suelo, la época de evaluación, las condiciones climatológicas y meteorológicas, el sistema de circulación del río, etc (Albrecht & Kandji, 2003). Finalmente, los resultados de Baca (2017) en cuanto a las especies *Schinus molle*, *Eucaliptus globulus* y *Ficus benjamina* con 9.68 TCO₂/ha, 189.73 TCO₂/ha y 8.2 TCO₂/ha respectivamente, siendo la especie *Eucaliptus globulus* la que tiene mayor capacidad de fijación de CO₂ superando al valor obtenido en el diagrama de la (figura 6), no obstante, las especies *Schinus molle* y *Ficus benjamina* tienen menor capacidad de captura de CO₂.

La trascendencia de esta especie en el monte ribereño es citada por varios autores entre ellos, Montesinos-Tubée *et ál.* (2019) quienes consideran que la familia Asteraceae se encuentra ampliamente distribuida en los ecosistemas ribereños como especie colonizadora, al igual que (Galán *et ál.*, 2004). Por otra parte, mencionan que esta especie contribuye a la retención del suelo, tan alterado por las inundaciones (Müller & Gutte, 1985; Galán *et ál.*, 2004, como se citó en Montesinos & Mondragón, 2014).

Por lo descrito anteriormente esta especie contribuye y brinda protección contra inundaciones, brinda recursos forestales, sirve como un reservorio de fauna vertebrada e invertebrada y también tienen un efecto considerable en la temperatura del agua corriente lo que favorece al desarrollo de la vida acuática (Granados – Sánchez *et ál.*, 2006).

c) Unidad Suelo

Los resultados obtenidos en la unidad suelo fueron más altos que los determinados por Morocco (2014), quien obtuvo 195.93 TC/ha en el reservorio suelo de la vegetación Totoral en el SNLM; también por la investigación de Tacarpo (2018), quien encontró un almacenamiento de 383.800 TC/ha a una profundidad de 1 m en el suelo del bosque de la comunidad Tumpa. Igualmente, Palomino (2007) estimó 99 TC/ha en el suelo de la unidad de vegetación Juncal y Arévalo (2018) cuantificó 23.68 TC/ha en la parte del suelo del ecosistema Los tillandsiales ubicados en el desierto de Lima.

Según el Plan Maestro 2015-2019 SERNANP (2015), el suelo del monte ribereño se distingue por tener grava, limo y arena debido al régimen del río Tambo que lleva consigo sedimentos ricos en minerales, nutrientes. Según las pruebas realizadas el suelo del monte ribereño del SNLM tiene en promedio 37.92% de (MO) y 22% de carbono (C), la significancia reside en la época del muestreo el cual se realizó en temporada de estiaje durante el período septiembre - noviembre ya que régimen del río Tambo es baja y se mantiene concentrado una considerable cantidad de materia orgánica en ese periodo.

Es primordial resaltar la variabilidad de los datos de (C) acumulado en esta unidad, mostrándonos la relevancia del monte ribereño. Primero, los puntos de la zona norte P1, P2 Y P5 (Figura 5) se localizaban cerca del río Tambo y los puntos de muestreo P3 Y P4 estaban más alejados en consecuencia hay una diferencia en lo concerniente a la humedad, así como las muestras de la zona sur ubicada a lado de un dren con agua permanente.

El promedio de C en las muestras es de 22% y presenta también variabilidad por las capas de sedimentos ricos en nutrientes y minerales provenientes de las épocas de avenida, la materia sobrante cuando se realiza en limpieza de los drenes, otorgamiento de permiso de ciertas zonas del monte ribereño para el pastoreo, además de los incendios forestales; todos lo mencionado anteriormente permite que se obtenga una considerable cantidad de C en el suelo del monte ribereño. En efecto este trabajo sólo se evidencia al carbono presente a una profundidad de 0 a 30 cm,

que se considera el horizonte del suelo más sensible por ser la capa arable y estar expuesto a diferentes procesos.

El contenido de cenizas en el suelo alcanza un promedio de 42.28%, lo que indica su gran importancia por su gran aporte en elementos cruciales principalmente Mg, Ca Al, Mg y Fe (Kartlun *et ál.*, 2008). Además, al tener un ph alcalino permite que los minerales y nutrientes puedan moverse y trasladarse para nutrir los bosques (Omil *et al.*, 2007). Incluso llega ejercer influencia en el proceso de descomposición de la MO por ende también favorece el desarrollo de los microorganismos, dicho lo anterior se podría decir que la fijación de C aumenta y estimula el crecimiento de la vegetación. De igual forma contribuye incrementando la permeabilidad, la porosidad, la estructura y retención hídrica con el fin de atenuar las fuertes corrientes. (Downie, Crosky, & Munroe, 2009).

Así mismo, los resultados (Anexo E) muestran que el suelo tiene una extraordinaria capacidad de fijación de C, resulta trascendental para mitigar, en parte, el efecto del cambio climático en distrito de Dean Valdivia y Mejía. Debido a lo expresado anteriormente es de vital importancia que la unidad suelo sea considerada como almacén principal en el monte ribereño, por las TC que tiene estabilizado ahora y que aún puede almacenar en cantidades significativas en un futuro cercano.

La capacidad que dispone cada unidad en incorporar en el interior de sus estructuras carbono y dióxido de carbono va a depender de diferentes factores, respecto al sistema vegetación será el tipo de especie, capacidad fotosíntesis, mecanismos internos y factores ambientales externos. No obstante, existen factores ambientales estresantes como principal el aumento de CO₂, así como la mezcla con otros gases contaminantes, la variación de la temperatura, cambios en las precipitaciones (Yepes & Silveira, 2011) que conllevan a procesos adaptativos utilizado procesos de compensación en sus mecanismos.

La literatura sobre estimación/cuantificación de carbono que pueden almacenar los montes ribereños y los distintos bienes y SE que brindan en el Perú son pocos. Esta investigación evidencia la importancia ambiental-social que cumplen estos ecosistemas no solo por el secuestro y almacenamiento de C sino de igual forma en numerosos bienes y servicios cumpliendo roles de estabilización, refugio de fauna,

filtro de nutrientes, regulador de T° y productividad del agua, conexión entre paisajes y protección contra la erosión, entre otros. En el mapa de ecosistemas del Perú el Bosque estacionalmente seco ribereño ocupan el 0.04% de superficie, representan un área pequeña en comparación de los Bosque de colina baja que ocupan un 24.58 % de superficie, sin embargo, estas zonas ribereñas son sistemas de alta complejidad por sus distintivas características, en consecuencia, es necesario comprender la importancia de existencia, su localización y función en el ambiente circundante.

En tal sentido, los montes ribereños son utilizados como corredores para desplazarse en sus rutas migratorias desde la sierra hacia la costa para alimentarse de la vegetación ribereña; sirviendo de conexión entre ambas regiones. Estos corredores ribereños brindan hábitats de alimentación, lugares de anidación y reproducción para aves de aves y refugio (Whaley et al., 2010). En el SNLM la especie que sirve como indicador de conservación del monte ribereño es el fringilo apizarrado (*Xenospingus concolor*), así mismo brindan sombra a las cochas donde se reproducen los Camarones de río (*Cryphiops caementarius*) vitales en el Valle Tambo y sustento de muchas familias, también ayuda en el manejo integrado de plagas en zonas colindantes, los pájaros que anidan son depredadores de roedores e insectos que atacan los cultivos cercanos y, en regiones con climas estacionales, durante el periodo seco, el bosque ribereño sirve de refugio (Granados, Hernández, & López, 2006).

El uso fórmulas matemáticas y de ecuaciones alométricas en base a datos dasométricos permiten medir y cuantificar variables volumétricas y estadísticas en la vegetación de sistemas forestales (Douterlungne et al., 2013), la ventaja de este tipo de herramientas permite que los resultados sean confiables y representativos. Con los datos evaluados en campo en áreas de estudio que sean intangibles o donde las especies evaluadas estén amenazadas este tipo de muestreo es el adecuado ya que permite la permanencia de la especie sin realizar métodos destructivos tal es el caso de este estudio; sin embargo, existen otras tecnologías que permiten obtener los mismos resultados mediante la extracción de muestras y su procesamiento.

Una tecnología a destacar es el equipo Li – cor 6800 que tienen la capacidad de medir el flujo de CO₂ la capacidad de medir el carbono que almacenan plantas, arbustos, árboles y suelo a partir de estos datos se estima el carbono total, este instrumento es

de fácil manejo y transporte, al no ser un método invasivo permite que la vegetación muestreada no se vea afectada en cuanto a su cobertura.

4.3.-Estimacion del servicio ecosistémico

El servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono en monte ribereño para las 60.22 ha es de:

$$TCO_2 = \text{carbono ecosistema} \times (44/12)$$

$$TCO_2 = 26568.401 \times 3.67$$

$$TCO_2 = 97506.032 \text{ TCO}_2$$

Las toneladas de dióxido de carbono para el monte ribereño son de 97506.032 TCO₂, esto demuestra la importancia y la capacidad de almacenamiento de C del monte ribereño y por consiguiente su preservación es vital para un ecosistema equilibrado. Los resultados de esta estimación son menores a los reportados por Sarcca (2017); Tacarpo (2018); Palomino (2007), esto podría relacionarse a la facultad que tiene diferentes bosques para mantener cantidades considerables de MO y C, también influyen aspectos climáticos, geográficos, características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas presentes en las especies forestales.

Según el mapa de vegetación del SNLM (Figura 8) el monte ribereño cuenta con vegetación estacional y de transición por los fluctuantes regímenes del río Tambo donde en épocas lluviosas se desborda transportando sedimentos finos, semillas y nutrientes hacia zonas lejanas del monte ribereño y permite la accesibilidad de los nutrientes del suelo a la biota del río. Gracias a la cantidad de MO y de nutrientes que arrastran las inundaciones periódicas al monte ribereño, se convierte en área muy fértil, en efecto, monte ribereño constituiría un recinto de decantación de los sedimentos finos que la corriente transporta en suspensión.

4.4.-Valoración del servicio de secuestro y almacenamiento de carbono

Desarrollo de las fases de la valoración económica resuelta:

Tabla 9

Desarrollo de la Fase I

Preparación de la valoración económica	
Identificación del objetivo de la valoración	El desconocimiento de los bienes y servicios ecosistémicos que brinda el monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía ha ocasionado que este ecosistema sea notablemente degradado por la extracción de leña y la extensión permanente de zonas agrícolas lo que ha llevado la pérdida de diversidad vegetal y pérdida de la defensa ribereña , es por ello que es primordial estimar la cantidad de carbono que amacena este ecosistema y poder llevarlo a términos monetarios para que puedan ser integrados en los acuerdos y decisiones para establecer planes, políticas, proyectos y programas que permitan la conservación de este importante ambiente del SNLM.
Definición del ámbito	Monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.
Identificación de los bienes y servicios ambientales	-Servicio de provisión brinda recursos maderables y medicinas naturales. -Servicio de Regulación brinda regulación de la calidad del aire, regulación del clima, regulación del agua, regulación de la erosión, purificación de agua, polinización y regulación de eventos de riesgos naturales. -Servicio Cultural brinda valores estéticos del paisaje, recreación - aprendizaje y ecoturismo. -Servicio de soporte contribuye con la formación y estructura del suelo, ciclo de nutrientes holístico y producción primaria. En esta investigación se ha considerado que el servicio más importante es el secuestro y almacenamiento de carbono.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10
Desarrollo de la Fase II

Valoración económica	
Identificación y caracterización de los actores involucrados	Servicio Nacional de Áreas Naturales protegidas por el Estado (SERNANP), El comité de Gestión del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, Asociación de artesanos, Asociación de pescadores, pobladores y agricultores de la cuenca baja del río Tambo, Instituciones públicas, Empresas o asociaciones de productores o prestadores de servicios e Instituciones de apoyo y cooperación. (Tabla 8)
Priorización y caracterización de los bienes y servicios ecosistémicos	El servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono.
Identificación de los tipos de valor económico	El valor económico del servicio desarrollado es de uso indirecto porque beneficia a una comunidad extensa. En esta investigación el monte ribereño contribuye a la calidad de aire mediante la captura de dióxido de carbono en beneficio de los pobladores de los distritos de Mejía, Dean Valdivia y Punta de Bombón.
Elección y aplicación de los métodos de valoración económica	El método de precios de mercado (MPM) fue utilizado debido que a nivel internacional existe un mercado de bonos de carbono el cual contiene sistema que permiten enriquecer la oferta de proyectos que reduzcan las emisiones de CO ₂ y que puedan generar ingresos adicionales en favor a la conservación de diferentes ecosistemas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11
Identificación de actores

Actores	Descripción
Servicio Nacional de Áreas Naturales protegidas por el Estado (SERNANP).	Asegura la conservación de las Áreas Naturales Protegidas, su diversidad biológica y el mantenimiento de sus servicios ambientales, en el marco de su gestión participativa y articulada a una política integral de desarrollo sostenible del país.
Comité de Gestión del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.	Conserva el hábitat con condiciones ambientales óptimas para el normal desarrollo de las poblaciones de aves residentes y migratorias.
Asociación de artesanos, pescadores y extractores de leña	Utilizan los bienes que brinda el Área Natural Protegida
Empresas de servicios e Instituciones de apoyo y cooperación	Contribuyen con la conservación del SNLM y desarrolla activadas de educación ambiental y sensibilización.

Fuente: Plan Maestro del Santuario Nacional Lagunas de Mejía 2015 – 2019 SERNANP (2015).

Se procedió a calcular:

$$VE = t \text{ CO}_2 \times P$$

Donde:

VE: Valor Económico

t CO₂: toneladas de dióxido de carbono

P: precio de toneladas de dióxido de carbono (€)

Se utilizó el promedio de las medias anuales desde el año 2010 hasta el 2019

Tabla 12
Precios de t CO₂ de las medias anuales

Años	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Precios	24.84	15.88	5.83	5.35	7.68	5.96	4.45	7.33	12.89	14.32

Fuente: Sistema europeo de negociaciones de CO₂, SENDECO2

$$VE = 97506 \text{ t CO}_2 \times 10.45\text{€ / t CO}_2$$

$$VE = 1018938.031 \text{ € / US \$ 1192157.496}$$

Tipo de cambio 1€ a 1.17\$ octubre 2020

Tabla 13
Desarrollo de la Fase III

Post valoración económica	
Aplicación del valor económico en la toma de decisiones	Los valores estimados de este estudio podrán ser utilizados en planes, proyectos u convenios para conservar el monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía. Existen también otros mecanismos que permitirán contribuir con el mantenimiento y conservación de este ecosistema como REDD (reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y degradación de los bosques en los países en desarrollo) y REDD+ (conservación, gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono) los cuales contribuirán a disminuir la degradación del monte ribereño.
Análisis del aporte a la solución del problema	Esta valoración económica del servicio de secuestro y almacenamiento de carbono del monte ribereño permitirá que los actores comprometidos puedan incluir dentro de sus criterios y decisiones las soluciones para evitar la pérdida de este ecosistema y analicen las alternativas que contribuyan a la preservación del mismo.

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

5.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

- Se determinó 10 parcelas a través de la Guía de inventario de la flora y vegetación, para la toma de muestras en el monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.
- Las reservas de carbono fueron mayores en el suelo (417.429 TC/ha), representado así el principal reservorio de carbono del mote ribereño, seguido por la biomasa aérea de la especie *Tessaria integrifolia* (15.13 TC/ha) y la biomasa herbácea (8.63 TC/ha).
- El monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía tiene almacenado en su sistema suelo vegetación 441.189 TC/ha.
- El valor económico del servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono asciende a 1192157.496 dólares, este valor monetario equivale a 97506.032 TCO₂ para el monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.

5.2.- Recomendaciones

- Realizar una mayor cantidad de muestras en cuanto al sistema vegetación y suelo del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, para establecer diferencias significativas.
- Realizar estudios para otras especies vegetales del monte ribereño, así mismo considerar la biomasa bajo suelo y la necromasa para alcanzar resultados más representativos del ecosistema.
- Aplicar a Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MERESE) con la información generada para mantener el servicio ecosistémico y orientar acciones para la conservación y manejo sostenible del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.
- Es necesario resaltar la importancia primordial que poseen los montes ribereños, no solamente por los bienes que brinda, también por los resaltantes servicios ecosistémicos, por esto es importante, preservar los montes ribereños a nivel nacional y posibilitar el ingreso al mercado de bonos de carbono.

CAPITULO VI

REFERENCIAS

- Acosta Mireles, M., Carrillo Anzures, F., & Gómez Villegas, R. G. (2011). Estimación de biomasa y carbono en dos especies de bosque mesófilo de montaña. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(4), 529-543
- Albrecht, A., & Kandji, S. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1-3.
- ANA. (2019). Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica de Tambo. Arequipa.
- Arce, K. (2010). Guía para la flórmula del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.
- Arévalo, J., Aponte, H., Arévalo, J., & Aponte, H. (2020). Almacenamiento de carbono y agua en *Tillandsia latifolia* Meyen en un sector del Tillandsial de Piedra Campana (Lima / Perú). *Ecología Aplicada*, 19(1), 9-15.
<https://doi.org/10.21704/rea.v19i1.1441>
- Burbano Orjuela, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 82.
<https://doi.org/10.22267/rcia.183501.85>
- Baca, J. (2017). Captura de dióxido de carbono (CO₂) de especies forestales como mecanismo de compensación ambiental en una vía de alta presión vehicular (Avenida Separadora Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. Obtenido de <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=709>

Carpio, K. (2019). *Caracterización de las Formaciones de Scirpus americanus "Junco" y su relación con la reducción de los espejos lagunares del Santuario Nacional de Arequipa-2017*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

CI LTDA, D. A. (2019). *Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales*. Colombia.

Condori, B., & Ramos, K. (2016). *Análisis del turismo en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía, Arequipa - 2016*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.

Cutini, A., Chianucci, F., & Manneti, M. (2013). Allometric relationships for volume and biomass for stone pine (*Pinus pinea* L.) in Italian coastal stands. *IForest* 6.

Daily, G. (1997). *Introduction: What are ecosystem services*. Washington, D.C: Island Press.

Douterlungne, D., Herrera-Gorocica, A. M., Ferguson, B. G., Siddique, I., & Soto-Pinto, L. (2013). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono de cuatro especies leñosas neotropicales con potencial para la restauración. *Agrociencia*, 47(4), 385-397.

Downie, A., Crosky, A., & Munroe, P. (2009). Physical properties of biochar . In: Lehmann J, Joseph S (eds) *Biochar for environmental management: science and technology*. *Earthscan*, 13-31.

Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
<https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20880391>

Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. (2020). FAO.

<https://doi.org/10.4060/ca8753es>

Figuerola, C., Angeles, G., Velazquez, A., & Santos, H. (2010). Estimación de a biomasa en un bosque bajo manejo de *Pinus patula* Schltdl. et Cham. en Zacualtipán, Hidalgo. *Rev. mex. de cienc. forestales*, 105-112.

Figuerola, E. (2010). Valoración económica detallada de las áreas protegidas de Chile. Proyecto GEFMMAPNUD - Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile: Estructura Financiera y Operacional.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (2020).

EL ESTADO DE LOS BOSQUES DEL MUNDO 2020: Los bosques, la biodiversidad y las personas. FOOD & AGRICULTURE ORG.

Galán, A., Baldeón, S., Beltran, H., Benavente, M., & Gómez, J. (2004). Datos sobre la vegetación del centro del Perú. *Acta botánica malacitana*, ISSN 0210-9506, Nº 29, 2004, pags. 89-115, 29. <https://doi.org/10.24310/abm.v29i0.7227>

Galán de Mera, A., Linares , E., Campos de la Cruz, J., & Vicente, J. (2009). Nuevas observaciones sobre la vegetación del sur del Perú del desierto pacífico al altiplano. *Acta Botánica Malacitana* 34, 107-144.
doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3257503>

Glave, M., & Contreras, C. (2002). Estado y mercado en la historia del Perú. 437.

Gonzales, F. (2017). *Acumulación de carbono en la biomasa aérea de la planta (Oreopanax oroyanus) del Bosque de Zarate – Huarochirí para los servicios*

ecosistémicos 2017. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

Granados, D., Hernández, M., & López, G. (2006). Ecología de las zonas ribereñas .

Revista Chapingo, 55-69.

H., H. I., & McDonnell , J. (1979). *Biomass measurement: a synthesis of the literature*. In:
workshop proceeding: forest resources inventories. Usa.

Haddad, N., Brudvig, L., Clobert, J., Davies, K., Gonzales, A., Holt, R., & Lovejoy, T.

(2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*.

INRENA. (2000). Plan Maestro del Santuario Nacional Lagunas de Mejía. Lima.

Jururo, M. (2018). *Valoración económica de los servicios ecosistémicos de almacenamiento de agua y carbono en los bosques de queñua (polylepis) del distrito de Chiguata de la provincia de Arequipa*. Tesis de pregrado. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.

Kartlun, E., Saarsalmi, A., Ingerslev, M., Mandre, M., Andersson, S., Gaitnieks, T., & State, L. (2008). Wood ash recycling - Possibilities and risks. *Sustainable Use of Forest Biomass por Energy*, 79-108.

Lebel, C. (2010). *Caracterización Dendrológica de las especies leñosas del distrito de Pacarán, Cañete, Lima*. Lima.

Lecca, E. R. (2015). Valoración económica ambiental: El problema del costo social. *Industrial Data*, 18(1), 108-118.

- López, G. (2015). *Valoración Económica del Servicio Ambiental de captura de Carbono en el Fundo Violeta (distrito de Tahuamanu – Madre de Dios)*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Manson, R., Contreras, A., & López, F. (2008). Estudios de la biodiversidad en cafetales. *Agrosistemas Cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad Manejo y Conservación . Instituto de Ecología A.C.(INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)*, 1-14.
- Millennium Ecosystem Assessment (Program) (Ed.). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press.
- MINAGRI. (2013). Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. *Decreto Supremo N°009*.
- MINAM. (2011). *Ley forestal y de fauna silvestre*.
- MINAM. (2014). Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos.
- MINAM. (2015a). Lineamientos de Política de Inversión Pública en materia de Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos 2015-2021. *Resolución N° 199*.
- MINAM. (2015b). Guía de inventario de la flora y vegetación. *Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*.
- MINAM. (2016a). Estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático. *Decreto*

Supremo N° 007.

MINAM. (2016b). Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural. *Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.*

MINAM. (2016c). Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura. Categorías Cambios en Biomasa y otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y.

MINAM. (2018). *Ley General del Ambiente.*

MINAM. (2019). Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión para las tipologías de ecosistemas, especies y apoyo en el uso sostenible de la biodiversidad. *Resolución Ministerial N° 178.*

MINAM. (2020). *DecretoSupremo que amplía el plazo de vigencia del Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático.* Decreto Supremo N° 003.

Miranda Ramos, I. A. (2018). *Valoración económica del servicio de secuestro de carbono aportado por la vegetación existente en el centro ecoturístico de Seccsachaca, Huancavelica, Perú - 2017.* Huancavelica: Universidad Continental.

Montesinos, D., & Mondagron, L. (2014). Flora y vegetación en tres localidades de una cuenca costeña: río Acarí, provincia de Caravelí (Arequipa, Perú). *Zonas Aridas,*

11-30.

Montesinos-Tubée, D., Nuñez del Prado, H., Toni, B., Álvarez, E., Borgoño, A., Zegarra, J., . . . Guillén, D. (2019). Diversidad florística, comunidades vegetales y propuestas de conservación del monte ribereño en el río Chili (Arequipa, Perú). *Arnaldoa*, 97-130.

Morocco, N. (2014). *Reservas de dióxido de carbono almacenado en el sistema suelo – vegetación como parte del servicio ambiental de los humedales del Santuario Nacional Lagunas de Mejía*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.

Mostacero, J., Mejia, F., & Gamarra, O. (2009). Fenerógamas del Perú: Taxonomía, utilidad y ecogeografía. *Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación*.

Muñoz, F., & Querevalú, J. (2017). *Flora fanerogámica del Monte Ribereño del Río Chico - Chincha, diciembre 2014 mayo 2015*. Ica: Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.

Naiman, R., Dé campus, H., & Pollock, M. (1993). *The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity*. *Ecological Applications*.

Nijnik, M. (2009). Carbon Capture and Storage in Forests. *Royal Society of Chemistry*, 203–239.

Oliva, M., Perez, R., Salas, R., Gamarra, O., Leiva, S., Collazos, R., & Maicelo, J. (2017). Cuantificación del área de pajonal de las microcuencas de Gocta y Chinata y su potencial como reserva de carbono. *Scientia Agropecuaria*, 233-241.

Omil, B., Piñeiro, V., & Merino, A. (2007). Trace elements in soils and plants in temperate forest plantations subjected to single and multiple applications of mixed wood ash. *Science of The Total Environment*, 381(1), 157-168.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.04.004>

Orlando, B., Baldock, D., Canger, S., Mackensen, J., Maginnis, S., Socorro, M., . . .

Schneider, N. (2003). *Carbono, Bosques y Gentes: Hacia el manejo integrado del secuestro del carbono, el medio ambiente y la subsistencia sostenible*. Reino Unido: Medios de Vida y Paisajes.

Palomino, D., & Cabrera, C. (2007). Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de los humedales de Puerto Viejo. *Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Geología, Minas, Metalurgia Y Ciencias Geográficas*, 49-59.
[doi:https://doi.org/10.15381/iigeo.v10i20.494](https://doi.org/10.15381/iigeo.v10i20.494)

Paz, B. (2017). Bosques en el Perú: importancia, gestión y perspectivas en el contexto del cambio climático. *Investigaciones Sociales*, 41-51.

Perey C. Jiménez, J. F. (2003). Ecosistemas de Arequipa. Oferta Ambiental y Desarrollo Sostenible. *Revista Zonas áridas*, 119-133.

Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas—Estrategia Nacional. (s. f.). [Text].

SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. Recuperado 13 de enero de 2021, de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-director-las-areas-naturales-protegidas-estrategia-nacional>

Rau, A. W. (2018). Temporal Dynamics of Ecosystem Services. *Ecological Economics*,

151, 122-130. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.009>

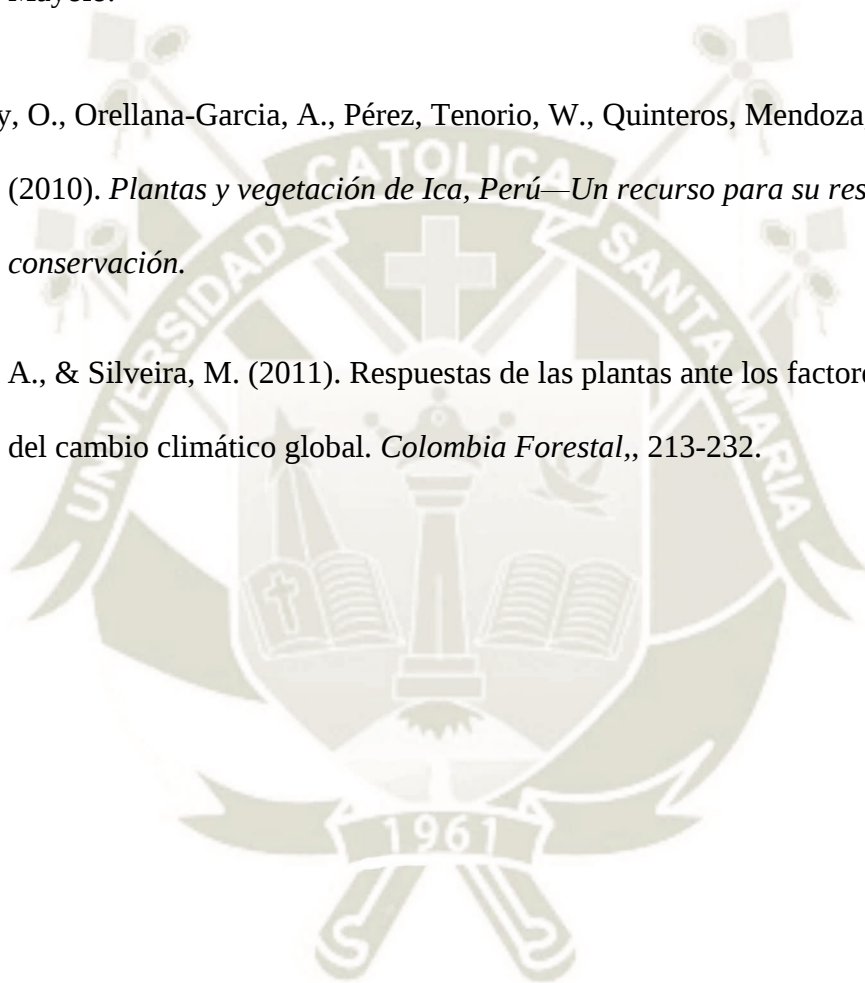
- Recabarren, P., Delgado, M., Angulo, M., León, A., & Castro, A. (2011). Proyecto REDD en Áreas Naturales Protegidas de Madre de Dios, Insumos para la elaboración de la línea base de carbono. Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral. *AIDER*.
- Rheinhardt, R., Brinson, M., Meyer, G., & Miller, K. (2012). Carbon storage of headwater riparian zones in an agricultural landscape. *Carbon Balance and Management*, 1-5.
- Rügnitz, M., Chacón, M., & Porro, R. (2009). Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales -1. ed. -Lima, Perú.: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) . *Consorcio Iniciativa Amazónica (IA)*. .
- Sagástegui, A., & Leiva, C. (1993). *Flora invasora de los cultivos del Perú - Trujillo*. Trujillo.
- Sarcca, Y. (2017). *Valoración Económica del servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono en el bosque de Polylepis del Pichu Pichu, Arequipa - 2016*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín .
- SERNANP. (2011). Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado . *Memorial Institucional* , 145.
- SERNANP. (2015). Plan Maestro del Santuario Nacional Lagunas de Mejía 2015 – 2019 . *Resolución Presidencial N°238-2015-SERNANP*.
- Soriano-Luna, M. Á.-P.-T.-E.-Z. (2015). Estimación de biomasa aérea por componente

estructural en Zacualtipán. *Agrociencia*, 423-438.

Tacarpo, A. (2018). *Estimación del potencial de captura de carbono de las especies de flora predominante de la parte alta del bosque de la comunidad campesina de Tumpa – provincia de Yungay, 2018*. Ancash: Universidad Santiago Antuñez de Mayolo.

Whaley, O., Orellana-Garcia, A., Pérez, Tenorio, W., Quinteros, Mendoza, & Pecho, O. (2010). *Plantas y vegetación de Ica, Perú—Un recurso para su restauración y conservación*.

Yepes, A., & Silveira, M. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global. *Colombia Forestal*, 213-232.



ANEXOS

Anexo A. Ubicación en coordenadas WGS84 de puntos de muestreo del monte ribereño del SNLM.

Tabla 14

Puntos de muestreo de la zona norte del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.

Localidad	Parcela	Cuadrante	Coordenadas UTM WGS 84 19K	
			Este	Norte
Monte ribereño del SNLM, zona norte	P1	19k	197939	8100642
	P2		197938	8100642
	P3		197945	8100733
	P4		197887	8100736
	P5		197849	8100595

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Puntos de muestreo de la zona sur del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.

Localidad	Parcela	Cuadrante	Coordenadas UTM WGS 84 19K	
			Este	Norte
Monte ribereño del SNLM, zona sur	PC1	19k	197330	8100227
	PC2		197319	8100261
	PC3		197319	8100323
	PC4		197342	8100173
	PC5		197351	8100135

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. Determinación de las reservas de C almacenado en las unidades herbácea, suelo y la especie *Tesaria integrifolia*.

Unidad de vegetación “Herbácea”

Tabla 16

Datos para determinar la cantidad de carbono TC/ha en la biomasa herbácea.

Parcela	Peso fresco Kg/0.25m ²	Peso Fresco de muestra (g)	Peso seco de muestra (g)	Factor de conversión	Carbono TC/ha
P1	0.750	200	89.4	0.5	6.705
P2	0.700	200	93.8	0.5	6.566
P3	1.300	200	72.32	0.5	9.402
P4	0.660	200	127.28	0.5	8.400
P5	0.650	200	139.44	0.5	9.064
PC1	1.000	200	98.25	0.5	9.825
PC2	0.800	200	92.3	0.5	7.384
PC3	1.100	200	96.48	0.5	10.613
PC4	0.700	200	130.2	0.5	9.114
PC5	0.650	200	142.09	0.5	9.236
Promedio					8.631

Fuente: Elaboración propia

Especie *Tessaria integrifolia*

Tabla 17

Datos para determinar la cantidad de carbono TC/ha de la especie *Tessaria integrifolia*

Parcela	#	Altura (m)	DAP (cm)	Área Basal (cm ²)	Volumen Total (m ³)	Biomasa Aérea total (kg)	Biomasa (kg/4m ²)	Biomasa (T/ha)	Carbono (TC/ha)
P1	1°	1.77	7.2	40.715	0.005	1.784	11.559	28.896	14.448
	2°	1.55	8.5	56.745	0.007	2.177			
	3°	1.73	7.4	43.009	0.006	1.842			
	4°	1.69	6.7	35.257	0.004	1.475			
	5°	1.58	6.5	33.183	0.004	1.298			
	6°	1.78	7.4	43.009	0.006	1.895			
	7°	1.61	5.9	27.340	0.003	1.089			

P2	1°	1.56	5.7	25.518	0.003	0.985	10.997	27.493	13.746
	2°	1.65	6.2	30.191	0.004	1.233			
	3°	1.65	6.7	35.257	0.004	1.440			
	4°	1.68	7.1	39.592	0.005	1.646			
	5°	1.67	6.3	31.173	0.004	1.288			
	6°	1.65	6.4	32.170	0.004	1.314			
	7°	1.7	7.3	41.854	0.005	1.761			
	8°	1.67	6.4	32.170	0.004	1.330			
P3	1°	1.72	7.5	44.179	0.006	1.881	13.842	34.604	17.302
	2°	1.94	8.2	52.810	0.008	2.536			
	3°	1.73	7.4	43.009	0.006	1.842			
	4°	1.86	7.8	47.784	0.007	2.200			
	5°	1.75	6.7	35.257	0.005	1.527			
	6°	1.82	7.2	40.715	0.006	1.834			
	7°	1.85	7.5	44.179	0.006	2.023			
P4	1°	1.96	8.6	58.088	0.009	2.818	13.92	34.8	17.4
	2°	1.78	8.2	52.810	0.007	2.327			
	3°	1.89	8.1	51.530	0.007	2.410			
	4°	1.95	8.9	62.212	0.009	3.002			
	5°	2	9.3	67.929	0.010	3.362			
P5	1°	1.62	5.8	26.421	0.003	1.059	11.227	28.068	14.034
	2°	1.58	5.1	20.428	0.002	0.799			
	3°	1.73	6.5	33.183	0.004	1.421			
	4°	1.75	7.3	41.854	0.005	1.813			
	5°	1.68	6.1	29.225	0.004	1.215			
	6°	1.75	7.1	39.592	0.005	1.715			
	7°	1.69	6.2	30.191	0.004	1.263			
	8°	1.73	7.6	45.365	0.006	1.942			
PC1	1°	1.73	7.3	41.854	0.005	1.792	10.558	26.396	13.198
	2°	1.72	6	28.274	0.004	1.204			
	3°	1.54	5.4	22.902	0.003	0.873			
	4°	1.76	7.2	40.715	0.005	1.774			
	5°	1.63	5.8	26.421	0.003	1.066			
	6°	1.65	5.3	22.062	0.003	0.901			
	7°	1.74	6.7	35.257	0.005	1.518			
	8°	1.69	6.6	34.212	0.004	1.431			

PC2	1°	1.15	3.6	10.179	0.001	0.290	11.344	28.360	14.180
	2°	1.62	6.4	32.170	0.004	1.290			
	3°	1.83	7.6	45.365	0.006	2.055			
	4°	1.66	5.9	27.340	0.003	1.123			
	5°	1.67	5.8	26.421	0.003	1.092			
	6°	1.68	6.2	30.191	0.004	1.255			
	7°	1.72	7.1	39.592	0.005	1.685			
	8°	1.67	5.6	24.630	0.003	1.018			
	9°	1.76	6.7	35.257	0.005	1.536			
PC3	1°	1.85	8.1	51.530	0.007	2.359	13.738	34.344	17.172
	2°	1.98	8.4	55.418	0.008	2.716			
	3°	1.88	7.7	46.566	0.007	2.167			
	4°	1.83	7.2	40.715	0.006	1.844			
	5°	1.87	6	28.274	0.004	1.309			
	6°	1.74	7.1	39.592	0.005	1.705			
	7°	1.77	6.9	37.393	0.005	1.638			
PC4	1°	1.84	7.7	46.566	0.006	2.121	12.174	30.435	15.217
	2°	1.72	7.4	43.009	0.006	1.831			
	3°	1.77	7.1	39.592	0.005	1.734			
	4°	1.68	6.3	31.173	0.004	1.296			
	5°	1.67	6.6	34.212	0.004	1.414			
	6°	1.63	7.2	40.715	0.005	1.643			
	7°	1.76	7.9	49.017	0.006	2.135			
PC5	1°	1.65	5.3	22.062	0.003	0.901	11.677	29.194	14.597
	2°	1.77	7.8	47.784	0.006	2.093			
	3°	1.64	6.4	32.170	0.004	1.306			
	4°	1.74	6.9	37.393	0.005	1.610			
	5°	1.69	6.5	33.183	0.004	1.388			
	6°	1.65	6.7	35.257	0.004	1.440			
	7°	1.69	7	38.485	0.005	1.610			
	8°	1.67	6.4	32.170	0.004	1.330			
							Promedio	15.1294	

Fuente: Elaboración propia

Unidad Suelo

Tabla 18

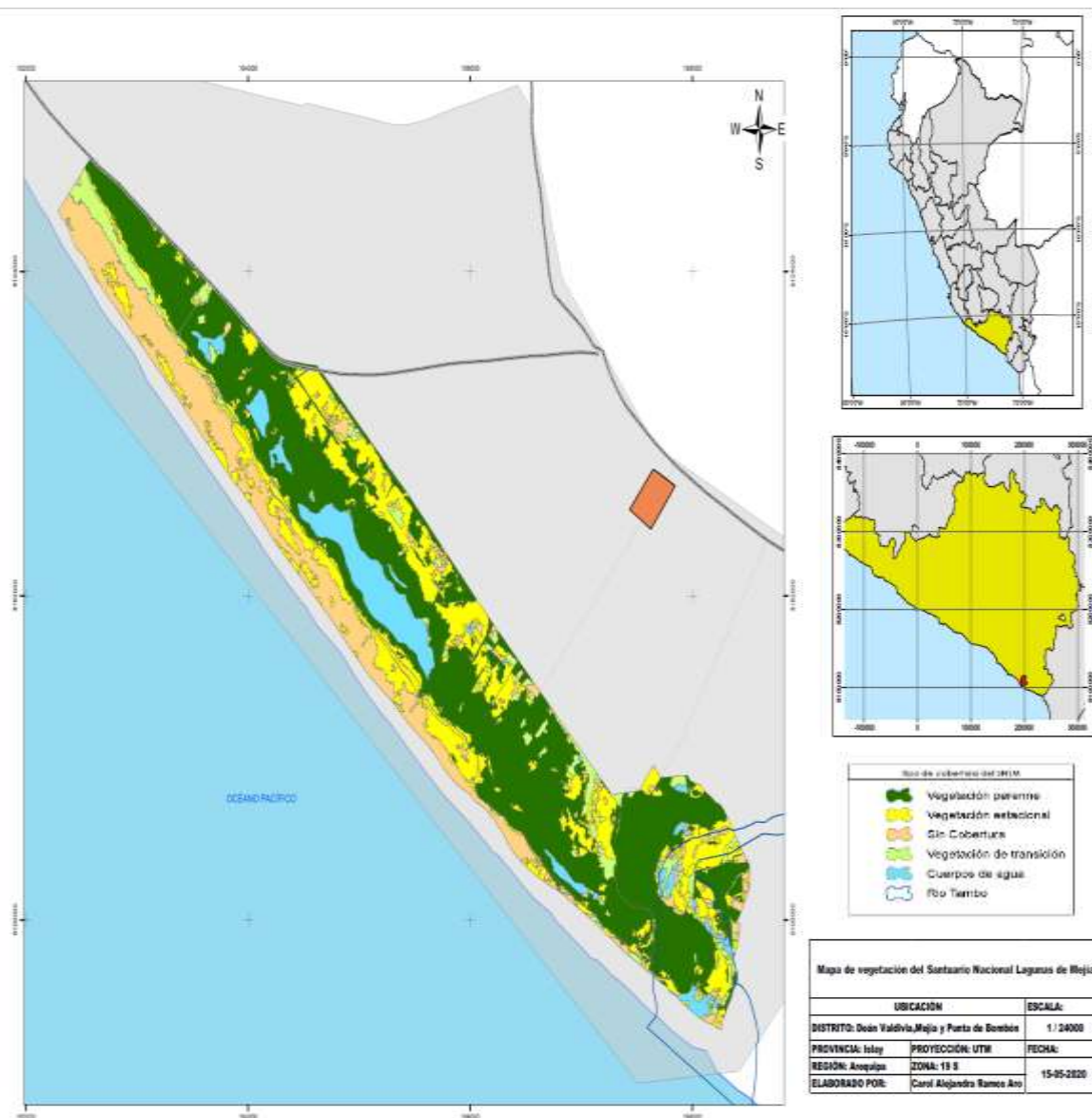
Datos para determinar la cantidad de carbono TC/ha del estrato Suelo

Parcela	Peso fresco g/1325.34 cm ³	Peso seco g/1325.34c m ³	Densidad aparente (g/cm ³)	Profundidad (cm)	%M O	%C	Carbono TC/ha
P1	1498	901.2	0.6800	30	30,72	17,8 2	363.515
P2	1576	869.1	0.6558	30	23,54	13,6 5	268.532
P3	1746	824.5	0.6221	30	52,50	30,4 5	568.292
P4	1415	801.3	0.6046	30	50,33	29,1 9	529.448
P5	1637	827.5	0.6244	30	44,84	26,0 1	487.194
PC1	1679	826.4	0.6235	30	46,33	26,8 7	502.634
PC2	1529	918.2	0.6928	30	19,50	11,3 1	235.068
PC3	1599	819.5	0.6183	30	35,63	20,6 7	383.428
PC4	1562	905.3	0.6831	30	33,76	19,5 8	401.235
PC5	1523	787.5	0.5942	30	42,07	24,4 0	434.945
Promedio							417.429

Fuente: Elaboración propia

Anexo D. Mapa de clasificación vegetación del SNLM - 2019

Figura 8. Mapa de clasificación de vegetación del Santuario Nacional Lagunas de Mejía 2019



Fuente: Elaboración propia

Anexo E. Análisis de contenido de materia orgánica en muestras de suelo del monte ribereño del Santuario Nacional Lagunas de Mejía



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José 591 Urb. San José CAMPUS UNIVERSITARIO N° 204225 • 51 94 362228 ANEXO 1188
laboratorioensayo@ucsm.edu.pe • http://www.ucsm.edu.pe • 1500 Agto. 1392
AREQUIPA - PERU




INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428A

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Victor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra P1

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO - QUIMICO:

ANÁLISIS				UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION	DE	MATERIA	ORGANICA (CARBONO)		
Método gravimétrico, análisis de suelos				%	30,72
DETERMINACION DE HUMEDAD					
Método gravimétrico, análisis de suelos				%	26,94
DETERMINACION DE CENIZA					
Método gravimétrico, análisis de suelos				%	42,34

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez
CGFDA 00524
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José de Ycaza CAMPUS UNIVERSITARIO H-204206 • 81 54 382038 ANEXO 1186
E2 laboratorioensayo@ucsm.edu.pe • http://www.ucsm.edu.pe • Apdo. 1380
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428B

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Víctor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra P2

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO - QUIMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA (CARBONO)	%	23,54
Método gravimétrico, análisis de suelos	%	31,11
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	%	45,35
Método gravimétrico, análisis de suelos	%	
DETERMINACIÓN DE CENIZA	%	
Método gravimétrico, análisis de suelos	%	

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez
COFDA 00524
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José 8M Urb. San José CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382238 ANEXO 1166
✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📍 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428C

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Victor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra P3

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO - QUIMICO:

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA (CARBONO)	%	52,50
Método gravimétrico, análisis de suelos		
DETERMINACION DE HUMEDAD	%	4,30
Método gravimétrico, análisis de suelos		
DETERMINACION DE CENIZA	%	43,20
Método gravimétrico, análisis de suelos		

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
COFDA 00624
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO N-204/205 ☎ + 51 54 382036 ANEXO 1186
✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428D

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Victor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra P4

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS		UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA (CARBONO)	Método gravimétrico, análisis de suelos	%	50,33
DETERMINACION DE HUMEDAD	Método gravimétrico, análisis de suelos	%	3,87
DETERMINACION DE CENIZA	Método gravimétrico, análisis de suelos	%	45,80

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez
CQFDA 00624
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Unicentro CAMPUS UNIVERSITARIO H-304206 • T: 051 84 352038 AREYO 1186
E: laboratorioensayo@ucsm.edu.pe • http://www.ucsm.edu.pe • Apto: 1390
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428E

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Victor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra P5

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO - QUIMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGANICA (CARBONO)	%	44,84
Método gravimétrico, análisis de suelos		
DETERMINACION DE HUMEDAD	%	12,84
Método gravimétrico, análisis de suelos		
DETERMINACION DE CENIZA	%	42,32
Método gravimétrico, análisis de suelos		

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez
COPDA 00024
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Urucachi CAMPUS UNIVERSITARIO H-304205 • T. 051 84 352035 ANEXO 1158
E: laboratorioensayo@ucsm.edu.pe • http://www.ucsm.edu.pe • Apto. 1250
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428F

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Victor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra PC1

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS				UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION	DE	MATERIA	ORGANICA (CARBONO)	%	48,33
Método gravimétrico, análisis de suelos					
DETERMINACION DE HUMEDAD				%	10,33
Método gravimétrico, análisis de suelos					
DETERMINACION DE CENIZA				%	43,34
Método gravimétrico, análisis de suelos					

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Morli Ramírez
COFIDA 40524
ESPECIALISTA EN CONTROL DE
CALIDAD LECC





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Unidad Campus UNIVERSITARIO H-204-205 ☎ + (51) 54 382008 ANEXO 1188
E2 laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe ✉ Apdo. 1300
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428G

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Victor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra PC2

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS				UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION	DE	MATERIA	ORGANICA (CARBONO)	%	45,10
Método gravimétrico, análisis de suelos					
DETERMINACION DE HUMEDAD				%	19,50
Método gravimétrico, análisis de suelos					
DETERMINACION DE CENIZA				%	35,40
Método gravimétrico, análisis de suelos					

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
CQFDA 00624
ESPECIALISTA EN CONTROL DE
CALIDAD LECC





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 04 360038 ANEXO 1168
✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428H

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Victor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra PC3

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO - QUIMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA (CARBONO) Método gravimétrico, análisis de suelos	%	35,63
DETERMINACION DE HUMEDAD Método gravimétrico, análisis de suelos	%	22,03
DETERMINACION DE CENIZA Método gravimétrico, análisis de suelos	%	42,34

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez
COFDA 00524
ESPECIALISTA EN CONTROL DE
CALIDAD LECC





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umasillo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 34 362338 ANEXO 1166
✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1300
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428I

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Victor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra PC4

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA (CARBONO)		
Método gravimétrico, análisis de suelos	%	33,76
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD		
Método gravimétrico, análisis de suelos	%	26,01
DETERMINACIÓN DE CENIZA		
Método gravimétrico, análisis de suelos	%	40,23

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


F. Ricardo A. Abril Ramírez
CQFDA 00624
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José B'n Linacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-004/026 ☎ + 51 54 362038 ANEXO 1188
✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Ayacucho 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA10L19.004428J

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Carol Alejandra Ramos Aro
Dirección del cliente : Víctor Andrés Belaunde A-26 Cerro Colorado
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Carol Alejandra Ramos Aro
Descripción de la muestra : Muestra PC5

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

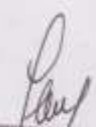
Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 10/12/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 10/12/2019 al 17/12/2019
Fecha de emisión de informe : 19/12/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO - QUIMICO:

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA (CARBONO)	%	42.07
Método gravimétrico, análisis de suelos		
DETERMINACION DE HUMEDAD	%	15.41
Método gravimétrico, análisis de suelos		
DETERMINACION DE CENIZA	%	42.52
Método gravimétrico, análisis de suelos		

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez
COFDA 00624
ESPECIALISTA EN CONTROL DE
CALIDAD LECC



Anexo F. Galería de fotos

a. Determinación de las áreas de muestreo en el monte ribereño



Monte ribereño



Especie *Tessaria integrifolia*



Zona Norte del monte ribereño



Vegetación cerca del rio Tambo



Zona Sur del monte ribereño



Delimitación de parcelas

b. Toma de muestras de biomasa y suelo por cada parcela



Toma de muestra de suelo en la zona sur
del Monte ribereño



Toma de muestra de suelo en la zona
norte del Monte ribereño



Muestras empaquetadas y rotuladas



Registro del peso fresco de cada
submuestra



Vegetación arbustiva



Vegetación herbácea de la zona norte
del monte ribereño



Vegetación herbácea de la zona sur
del monte ribereño

c. Tratamiento de muestras de biomasa y suelo obtenidas en campo



Secado de las muestras en la estufa



Registro del peso seco constante de todas
las muestras

