



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**“Evaluación económica del servicio ambiental de captura de carbono de tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, Distrito de Mejía – Islay, 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Alencastre Torres, Luis Enrique (ORCID: 0000-0002-4179-9512)

Zafra Salas, Joseph Efrain (ORCID: 0000-0002-9857-2677)

**ASESOR:**

Garzon Flores, Alcides (ORCID: 0000-0002-0218-8743)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

### **Dedicatoria (Luis)**

#### **A Dios,**

Por haber estado siempre a nuestro lado, por aumentar mi fe y mis fortalezas para poder lograr todos mis objetivos, por su infinita misericordia y amor.

#### **A mi Madre Nancy,**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me permitió ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

### **Dedicatoria (Joseph)**

#### **A mis Padres,**

con todo mi amor y cariño por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre estuvieron brindándome su compromiso, cariño y amor.

### **Agradecimiento (Luis)**

Agradezco a Nuestro padre celestial por su infinito amor y guía mi vida, por concederme la perseverancia necesaria para poder terminar nuestro trabajo.

Al Mgtr. Alcides Garzón Flores, por el tiempo y confianza dada durante el proceso de nuestra tesis.

A mi familia por su valioso apoyo financiero en los gastos que tuvimos durante todo el proceso de trabajo, el cual nos permitió llegar a nuestra meta.

### **Agradecimiento (Joseph)**

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que influye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

## Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MARCO TEÓRICO .....	15
III. MÉTODO .....	29
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2 Variables y operacionalización</b> .....	<b>31</b>
3.2.1. Variable Independiente .....	31
3.2.2. Variable Dependiente .....	31
3.2.3. Operacionalización de variables .....	31
<b>3.3 Población, muestra y muestreo</b> .....	<b>33</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	<b>36</b>
<b>3.5 Procedimientos</b> .....	<b>38</b>
<b>3.6 Método de análisis de datos</b> .....	<b>52</b>
<b>3.7 Aspectos éticos</b> .....	<b>53</b>
IV. RESULTADOS .....	54
<b>4.1. Determinación de la captura de carbono</b> .....	<b>55</b>
<b>4.2. Determinación de la captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente en diferentes especies de flora</b> .....	<b>56</b>
<b>4.3. Valoración económica de captura de carbono</b> .....	<b>58</b>
<b>4.4. Determinación de la disposición a pagar</b> .....	<b>59</b>
<b>4.5. Procesamiento de resultados</b> .....	<b>61</b>
V. DISCUSIÓN.....	65
VI. CONCLUSIONES .....	69
VII. RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS .....	73

## Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	32
Tabla 2. Proyección de la población hacia el 2019 .....	33
Tabla 3. Extensión en áreas de los estratos o zonas de estudio.....	33
Tabla 4. Características de las tres especies .....	36
Tabla 5. Distribución de zonas de estudio .....	37
Tabla 6. Calculo del peso seco en kg/m <sup>2</sup> .....	39
Tabla 7. Calculo de carbono en tC/ha .....	42
Tabla 8. Calculo de dióxido de carbono en tCO <sub>2</sub> /ha.....	44
Tabla 9. Calculo del peso seco en kg/m <sup>2</sup> .....	44
Tabla 10. Calculo de carbono en tC/ha .....	47
Tabla 11. Calculo de dióxido de carbono en tCO <sub>2</sub> /ha.....	48
Tabla 12. Calculo del peso seco en kg/m <sup>2</sup> .....	48
Tabla 13. Calculo de carbono en tC/ha .....	51
Tabla 14. Calculo de dióxido de carbono en tCO <sub>2</sub> /ha.....	52
Tabla 15. Captura de carbono en hojas en las tres especies (tC/Ha) .....	55
Tabla 16. Captura de carbono en raíces en las tres especies (tC/Ha) .....	55
Tabla 17. Captura de dióxido de carbono equivalente en hojas tCO <sub>2</sub> /ha .....	56
Tabla 18. Captura de dióxido de carbono equivalente en raíces tCO <sub>2</sub> /ha.....	57
Tabla 19. Valoración económica de captura de carbono en las especies de flora.....	58
Tabla 20. Conocimiento de captura de carbono.....	59
Tabla 21. Cuidado del humedal .....	60
Tabla 22. Género.....	61
Tabla 23. Nivel educativo .....	62
Tabla 24. Ingreso familiar mensual.....	63
Tabla 25. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio ecosistémico de captura de carbono del Humedal de la Laguna de Mejía? .....	64
Tabla 26. Matriz de operacionalización de variables.....	80

## Índice de figuras

Figura 1. Emisiones Globales de Carbono 2017 .....	25
Figura 2. Ciclo del Carbono.....	26
Figura 3. Diagrama del proceso de investigación.....	30
Figura 4. Diferencias en la captura de carbono y dióxido de carbono en hojas .....	56
Figura 5. Diferencias en la captura de carbono y dióxido de carbono en raíces Interpretación.....	57
Figura 6. Porcentaje conocimiento del servicio ecosistémico .....	59
Figura 7. Porcentaje del nivel de cuidado del humedal La Laguna de Mejía .....	60
Figura 8. Gráfico del porcentaje de género Interpretación.....	61
Figura 9. Gráfico del porcentaje de nivel educativo .....	62
Figura 10. Gráfico del porcentaje de ingreso familiar Interpretación .....	63
Figura 11. Porcentaje de disposición a pagar .....	64

## Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables .....	72
Anexo 2: Ficha de identificación de especies de flora.....	73
Anexo 3: Ficha de recolección de muestras.....	74
Anexo 4. Encuesta .....	75
Anexo 5. Mapa de ubicación del área de estudio.....	81
Anexo 6. Mapa de zonificación y uso de suelo.....	82
Anexo 7. Mapa de zonas de vida.....	83
Anexo 8. Mapa hidrográfico .....	84
Anexo 9. Mapa de recolección de muestras.....	85
Anexo 10. Mapa de especies de flora del humedal de la Laguna de Mejía .....	86
Anexo 11. Resumen de resultados de las encuestas .....	87
Anexo 12. Análisis de Laboratorio .....	89
Anexo 13. Galería fotográfica.....	92

## Resumen

La finalidad del presente trabajo de investigación es resaltar que tan importante son los humedales como sumideros de carbono y con ello, dar a conocer el aporte de los humedales el camino a la lucha contra calentamiento global revalorizando las especies en los humedales y promoviendo la conservación e incremento de fuentes de captura de carbono. Por lo cual, se utilizaron la metodología de valoración económica del Centro Mundial de Agroforestería – ICRAF, la Guía de evaluación de Fauna y flora silvestre, para la recolección de las muestras en biomasa aérea y radicular en tres especies representativas de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, llegando a determinar el contenido de carbono almacenado en cada especie estudiada. El valor económico de la captura de carbono atmosférico asciende a \$ 4425.45 el valor del costo social del carbono de acuerdo a estudios de este tipo de ecosistemas, se determinaron que el aporte a la mitigación, lucha contra el climático es de \$15 toneladas de CO<sub>2</sub>, las valores de captura de carbono en las tres especies de flora en estudio como la “totora” con 111.08 tCO<sub>2</sub>/ ha, “lechuga de agua” con 108.94 tCO<sub>2</sub>/ ha y por ultimo “junco” con 75.01 tCO<sub>2</sub>/ ha, por lo que resulta significativa la captura del dióxido de carbono en estas especies de flora. Siendo así, se puede referir que la captura de carbono en el Humedal de la Laguna de Mejía es significativa siendo justificable el posible ingreso en los mercados de carbono, los cuales permitirían conservar y aprovechar sosteniblemente los recursos de los ecosistemas en estado de fragilidad.

**Palabras clave:** Carbono, Humedal, Valoración económica, Valoración de recursos.

## **Abstract**

The purpose of the research is to highlight how important wetlands are as carbon sinks and thereby contribute to the mitigation of global warming through carbon conservation and capture. Therefore, methodologies proposed by the World Agroforestry Center - ICRAF, the Wild Fauna and Flora Evaluation Guide, were used to collect samples in aerial and root biomass in three representative species of flora of the Laguna de la Laguna de Mejía, finding the carbon content of each one. The economic value of the capture of atmospheric carbon amounts to \$ 4425.45 the value of the social cost of carbon according to studies of this type of ecosystems, it is estimated that the benefits of mitigation for climate change is \$ 15 tons of CO<sub>2</sub>, the carbon sequestration values in the three species of flora under study such as "reed" with 111.08 tCO<sub>2</sub> / ha, "water lettuce" with 108.94 tCO<sub>2</sub> / ha and finally "reed" with 75.01 tCO<sub>2</sub> / ha, resulting in carbon dioxide sequestration in these flora species is significant. Thus, it can be said that carbon capture in the Laguna de Mejía Wetland is significant, the possible entry into carbon markets being justifiable, which would allow the conservation and sustainable use of the resources of ecosystems in a state of fragility.

**Keywords:** Carbon, Economic valuation, Resource valuation, Wetland.

# **I. INTRODUCCIÓN**

A continuación se enuncian las principales problemáticas que conllevaron a la realización de esta investigación, además de los justificantes que significaron la elección de las variables de estudio, se plantean los objetivos e hipótesis del estudio.

El calentamiento causado por las emisiones provenientes de actividades humanas que datan desde la época preindustrial hasta nuestros días y la cual esta pronosticada que no tiene camino de vuelta y la tendencia es que durara por muchos años más, los cuales traerán como consecuencia nuevos cambios inesperados a mediano y largo plazo en el clima mundial, así como un aumento del nivel del mar, acompañados de impactos asociados. (IPCC, 2019a)

El calentamiento global generada por las actividades humanas se puede detener si se optan por las alternativas de emisiones cero de CO<sub>2</sub> y se redujera el consumismo desmedido que influye directamente en el aprovechamiento insostenido de nuestros recursos naturales. Por consiguiente, la temperatura estimada alcanzara niveles preocupantes ya que los niveles globales netas de CO<sub>2</sub> acumuladas hasta la actualidad generarán cambios insospechados. Cuando las emisiones netas de CO<sub>2</sub> sean iguales a cero y por debajo del nivel de forzamiento radiativo distinto del CO<sub>2</sub> en los decenios inmediatamente anteriores al momento en que se alcancen esas temperaturas máximas. (IPCC, 2019a)

Las personas en el mundo consumen entre un cuarto y un tercio de la producción primaria neta (PPN) potencial del planeta para productos alimenticios, piensos, fibra, madera y energía. El plante tierra tiene las condiciones de base para otros tipos de funciones como son los servicios ecosistémicos como: los servicios de provisión, almacenamiento, cultural y de regulación del clima y otros factores muchas otras funciones y servicios ecosistémicos, incluidos los servicios culturales y reguladores, de vital importancia para el balance de la tierra. Desde el punto de vista de la economía, se ha estimado que cada año los servicios ecosistémicos son iguales al producto interno bruto global anual. (IPCC, 2019b)

Aproximadamente una cuarta parte del planeta tierra está libre de hielo lo que es de responsabilidad directamente a las actividades antropogénicas. También el ser humana es responsable directo de la erosión del suelo de los campos de cultivo es actualmente de 10 a 20 veces (sin labranza) a más de 100

veces (labranza convencional) superior a la tasa de formación del suelo. El cambio de clima es responsable de la degradación acelerada de los campos de cultivo de la tierra, particularmente en las zonas costeras bajas, deltas fluviales, zonas áridas y en áreas de permafrost. (IPCC, 2019b)

Los aumentos en el área basal de las tierras altas y la evapotranspiración forestal asociada reducen la profundidad y duración de la inundación de los humedales. El potencial de calentamiento global de los humedales disminuye al aumentar el área basal de las tierras altas, impulsada por una menor producción de metano en los humedales más secos. (Jones et al., 2018)

Los humedales emiten una gran cantidad de GEI a la atmósfera y contribuyen significativamente al calentamiento global. Debido a las crecientes presiones inducidas por el hombre, como la recuperación, el pastoreo excesivo y el cambio climático, muchos humedales se han degradado o destruido. Hasta ahora, se desconoce la respuesta de las GEI del suelo a las temperaturas extremas del verano en los humedales. (Liu et al., 2017)

La tierra es considerada sumidero o fuente de almacenamiento de gases de efecto invernadero y juega un papel importante en los ciclos biogeoquímicos, Todos los ecosistemas están propensos a sufrir transformaciones por ende son más vulnerables un efecto de cambio climático y a los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos que son causa de las anomalías en los componentes de la atmósfera, en diferentes grados. El manejo sostenido de las tierras contribuye en la reducción de impactos perjudiciales en los ecosistemas y por ende en el deterioro o reducción de los servicios ecosistémicos. (IPCC, 2019b)

Los humedales representan la mayor fuente natural de flujo de metano a la atmósfera, que puede ocurrir a través de la interfaz sedimento / agua / planta-atmósfera. De estas tres fuentes potenciales de metano, el papel de la vegetación en este flujo es el que menos se comprende. Una comprensión más detallada de esta vía potencial para el flujo de metano a la atmósfera es importante dado el aumento previsto de las reservas de carbono muerto dentro de los ecosistemas de humedales, ya que el cambio climático global puede conducir a la conversión de estos ecosistemas en paisajes forestales fantasma. (Carmichael & Smith, 2016)

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más importantes en la estrategia de respuesta al cambio climático, a través del secuestro de carbono

(CS). Sin embargo, su potencial actual de CS está disminuyendo debido a la perturbación humana, y se espera una mayor disminución en los escenarios de crecimiento de la población mundial y cambio climático. La literatura ha documentado varias medidas que buscan mejorar la CS por los humedales y, por lo tanto, permitir que estos ecosistemas sigan siendo vitales en el equilibrio global de carbono (C) y la mitigación del cambio climático. Al hacer esto, nos esforzamos por abordar las preocupaciones de los científicos de humedales, administradores y otras partes interesadas relacionadas con la SC por humedales. (Were et al., 2019)

La Reducción de Emisiones por humedales se ha probado en países en desarrollo como una estrategia de mitigación del cambio climático, proporcionando incentivos financieros para el secuestro de carbono en estos ecosistemas. Los créditos de carbono a menudo pueden compensar los costos de oportunidad de los usos alternativos de la tierra. Los hallazgos pueden contribuir al diseño rentable de proyectos de secuestro de carbono. (Hou et al., 2019)

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Cuál es la valoración económica de captura de carbono en tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cuál es la cantidad de captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente en las tres especies diferentes de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019?
- **PE2:** ¿Cuál de las tres especies de flora tiene influencia significativa en la valoración económica de captura de carbono del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?
- **PE3:** ¿Cómo la disposición a pagar por la población cercana influye en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?

El objetivo general fue Determinar la valoración económica de captura de carbono en tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019. . Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Determinar la cantidad de captura carbono expresado en dióxido de carbono equivalente en tres especies de flora de estudio del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.
- **OE2:** Determinar la influencia significativa en la valoración económica en una de las tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.
- **OE3:** Determinar la disposición a pagar por la población cercana para que influya en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.

La hipótesis general fue: La captura de carbono en las tres especies de flora influye en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019. Las hipótesis específicas fueron las siguientes:

- **HE1:** Las tres especies de flora contribuyen en la captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.
- **HE2:** La captura de carbono de al menos una de las tres especies de flora tiene influencia significativa en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.

**HE3:** La disposición a pagar por la población la población cercana influye en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Este capítulo recoge el análisis de investigaciones que se han desarrollado tanto a nivel Nacional como Internacional, respecto a la evaluación económica del servicio ambiental de captura de carbono en especies de flora representativas de humedales, además de la importancia de estos procesos en la adaptación frente al cambio climático. Describe diversas herramientas e instrumentos aplicadas por los investigadores para el recojo de información, así como metodologías para la absolución de la problemática. Además, colecta las principales teorías que coadyuvarán al mejor entendimiento de la investigación.

Fang et al. (2018) determinaron la diferencia entre el intercambio neto de ecosistemas (NEE), la producción primaria bruta (GPP) y la respiración del ecosistema ( $R_{eco}$ ) entre humedales y pastizales. La técnica de flujo de covarianza de remolinos se combinó con el Modelo de Fotosíntesis y Respiración de Vegetación para mejorar los patrones espaciales del flujo de carbono. El valor del NEE (promedio:  $6.63 \pm 3.50 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) en pastizales fue aparentemente más alto que en humedales (promedio:  $0.86 \pm 1.69 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ), que sugirió que la capacidad de secuestro de carbono en los humedales era aún mayor que en los pastizales, incluso en condiciones de pérdida de carbono.

Duan et al. (2018) examinaron la descomposición de la hojarasca de *Phragmites australis* (*P. australis*) y *Spartina alterniflora* (*S. alterniflora*), del humedal Jiuduansha, devueltos al suelo in-situ y ex-situ, para aclarar su eficiencia en el secuestro de carbono. Tanto la masa como el contenido de carbono de *S. alterniflora* se perdieron más rápidamente que *P. australis* cuando las hojas de sus plantas se devolvieron al suelo. La tasa de descomposición se correlacionó negativamente con las relaciones lignina/N y C/N, y se correlacionó positivamente con el contenido de nitrógeno inicial. *P. australis* tenía bajo contenido de nitrógeno, altas relaciones lignina/N y C/N, por lo que tenía la menor tasa de descomposición y respiración del suelo.

Yan et al. (2018) seleccionaron dos halófitas en el humedal Jiuduansha, *Phragmites communis* y *Spartina alterniflora*, con el objetivo de aclarar la diferencia en el contenido de humus y carbono orgánico del suelo. El carbono más degradable en la hojarasca de *S. alterniflora* indujo proporciones más altas de la comunidad microbiana responsable de la mineralización en el suelo, lo que

condujo a una mayor respiración del suelo. *Phragmites communis*, debido a la mayor proporción inducida de una comunidad microbiana específica, que potencialmente debilitó la mineralización y aceleró la humificación, dio como resultado una menor respiración del suelo y, por lo tanto, un mayor contenido de carbono orgánico del suelo y humus.

Lolu et al.(2019) destacaron la eficiencia de secuestro de carbono de doce macrófitas en Hokersar Wetland, India. La biomasa seca total y el contenido de carbono (C) fueron más altos en las temporadas post-verano que en verano e invierno. El contenido de C fue mayor en el componente sobre el suelo (AG) que en el subterráneo (BG). Entre las doce especies estudiadas, el C en la biomasa seca total de *Phragmites australis* fue el más alto seguido por *Sparganium erectum* y *Typha angustata*. Se estimó que la cantidad total de carbono secuestrado por doce macrófitas fue de  $0,85 \text{ kg C m}^{-2}\text{años}^{-1}$  de las cuales macrófitas emergentes marginales secuestraron  $0,73 \text{ kg m}^{-2}\text{años}^{-1}$ , tipos flotantes arraigados  $0,08 \text{ kg m}^{-2}\text{año}^{-1}$  y especies macrofíticas sumergidas  $0.042 \text{ Kg m}^{-2}\text{año}^{-1}$ .

Villa & Bernal (2018) revisaron datos de 110 estudios de humedales de todo el mundo y brindaron una descripción general de las políticas y directrices actuales en las que la captura de C en los humedales se enmarca como una práctica de gestión de ecosistemas. Proporcionaron un resumen amplio y completo del secuestro de C en los humedales, desde la ciencia hasta la práctica. Este análisis puede mejorar los esquemas actuales de mitigación del clima y los marcos de pago por servicios de los ecosistemas, y fomentar la implementación mundial de proyectos de restauración, creación y conservación de humedales para el desarrollo sostenible y el clima mitigación y adaptación al cambio.

Cui et al. (2018), con el fin de comparar los diferentes mecanismos de secuestro de carbono en los ecosistemas de manglares y bosques terrestres, analizaron el flujo de  $\text{CO}_2$  por la técnica de covarianza de remolinos de cuatro ecosistemas forestales en la China subtropical: dos humedales y dos bosques terrestres. Sus resultados mostraron que los humedales de manglares podrían secuestrar mucho más carbono que los bosques terrestres cercanos debido a la

producción bruta del ecosistema significativamente más alta y los valores más bajos de respiración del ecosistema. Además, mostró que los manglares tenían un punto de compensación de luz más bajo pero tasas máximas de fotosíntesis más altas que los bosques terrestres.

Ji et al. (2020) buscaron comprender cómo los diferentes tipos de uso de la tierra y la vegetación de los humedales influyeron en el almacenamiento y la estabilidad del carbono orgánico del suelo (COS). Determinaron la concentración y la composición química del SOC tanto en densidad (incluido el carbono orgánico de fracción ligera (LFOC) como en el carbono orgánico de fracción pesada (HFOC)) y en las fracciones de tamaño de partícula en cuatro tipos de uso del suelo de humedales cubiertos con vegetación diferente: humedales de juncos lacustres, juncos, sauces y álamos. Los resultados mostraron que las concentraciones y existencias de COS y LFOC en los humedales de sauces y álamos fueron significativamente más altas que las de los lacustres y juncos. Es así que, Ji et al. (2020) concluyeron que los diferentes tipos de uso de la tierra y la vegetación de los humedales dieron lugar a cambios significativos en la concentración y la estructura química del COS, lo que podría afectar el secuestro y la dinámica del C del suelo y el ciclo del C en los ecosistemas de los humedales. Aunque tanto los bosques de sauces como los de álamos podrían incrementar el stock de COS, la estabilidad del COS en los humedales de sauces fue mayor. Por lo tanto, en conjunto (existencias y estabilidad), el uso de la tierra de los humedales para el bosque de sauces podría ser una forma más prometedora de mejorar el secuestro de C del suelo en los humedales.

Zhang et al. (2016) midieron el carbono orgánico del suelo (COS), el nitrógeno total (TN) y el fósforo total (TP) de 11 humedales de agua dulce típicos (provincia de Heilongjiang) y un humedal salino (provincia de Jilin), y estimaron las tasas de secuestro de carbono utilizando tecnología de datación  $^{137}\text{Cs}$ . También evaluaron los efectos del clima, la productividad primaria neta y la disponibilidad de nutrientes sobre las tasas de secuestro de carbono ( $R_{\text{carbono}}$ ). El  $R_{\text{carbono}}$  varió de 61,60 a 318,5  $\text{g C m}^{-2}\text{año}^{-1}$  y fue significativamente diferente entre los tipos de humedales. El  $R_{\text{carbono}}$  promedio fue 202.7  $\text{g C m}^{-2}\text{año}^{-1}$  en los humedales de agua dulce y 61.6  $\text{g C m}^{-2}\text{año}^{-1}$  en el pantano salino.

El análisis de correlación mostró poco impacto de la productividad primaria neta (NPP) y del suelo contenido de nutrientes en  $R_{\text{de carbono}}$ , mientras que el clima, específicamente la dinámica combinados de la temperatura y la precipitación, fue el factor predominante que afecta  $R_{\text{carbono}}$ . Se observaron relaciones positivas significativas entre la precipitación anual (P), el coeficiente hidrotermal (definido como  $P / AT$ , donde AT fue la temperatura acumulativa  $\geq 10^{\circ} \text{C}$ ), y  $R_{\text{de carbono}}$ , lo que indica que el clima húmedo mejoraría  $R_{\text{carbono}}$ . Zhang et al. (2016) concluyen que el cambio climático actual, puede generar retroalimentaciones positivas con el  $R_{\text{carbono}}$  en los humedales templados y acelerar la pérdida de carbono de los suelos de los humedales.

Dai et al. (2020) exploraron el potencial para mapear el secuestro de carbono de la vegetación en humedales herbáceos mediante el uso de una combinación serie temporal del índice de vegetación (VI) de detección remota y datos de observación de campo. Este método se aplicó de manera ejemplar para el humedal del lago Poyang mediante el uso de una serie de tiempo de índice de vegetación mejorado (EVI) de espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS) de 16 días. Los resultados mostraron que el secuestro de carbono de la vegetación en esta área estuvo en el rango de 193–1221  $\text{g C m}^{-2}\text{año}^{-1}$  con una media de 401  $\text{g C m}^{-2}\text{año}^{-1}$  y una desviación estándar de 172  $\text{g C m}^{-2}\text{año}^{-1}$ .

Huang et al. (2019) utilizaron un sistema NDIR para monitorear continuamente las emisiones de GEI de un humedal de manglar construido por mareas en tres hábitats (marisma, manglar y superficie del agua) en cuatro estaciones. El NDIR exploró la variación diurna y estacional de las emisiones de GEI del humedal de manglar construido por mareas y estimó con mayor precisión el balance de carbono basado en las emisiones de GEI del humedal. Las emisiones diurnas de  $\text{CO}_2$  siempre fueron menores que las nocturnas debido al proceso de fotosíntesis, mientras que se observó una tendencia opuesta para  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Así mismo, mostró que las mayores emisiones de GEI se observaron en verano y seguidas por el otoño, la primavera y el invierno.

Gallant et al.(2020) tuvieron como objetivo asignar un valor a los humedales en Nueva Escocia. Los resultados mostraron que los humedales de Nueva Escocia secuestran  $6,45 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$  en promedio, y liberan  $1,46 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$  como metano. Los beneficios totales del secuestro de fueron aproximadamente  $\$ 124\text{--} \$ 373 \text{ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ , y oscilaron entre  $\$ 5105$  y  $\$ 39,795 \text{ ha}^{-1}$ . El beneficio social de los humedales en términos de secuestro de carbono es tan alto como  $\$ 9,66$  mil millones en Nueva Escocia. Los resultados indicaron que la protección de los humedales existentes puede justificarse por motivos económicos. Refieren que podría ser viable restaurar los humedales si se consideran los servicios de los ecosistemas junto con el secuestro de carbono.

Carr et al. (2018) estimaron el valor económico del carbono secuestrado por los humedales del Estuario de Delaware, es decir, el valor del stock actual de humedales y el valor de la pérdida histórica de humedales. Usaron mapas topográficos históricos e inventarios de cobertura terrestre para medir la superficie de humedales de marea en períodos desde 1778 hasta 2011. Así, estimaron una tasa anual de pérdida de humedales de  $1.03 \text{ km}^2$ . El cambio observado en la cobertura terrestre con factores exógenos incluyeron incremento del nivel de agua de mar por el rápido retroceso de glaciares, presión por parte de una población con crecimiento rápido y dragado de canales, estimaron cambios en el área de humedales de marea bajo una variedad de escenarios futuros para sus estimaciones de pérdidas económicas futuras esperadas.

Pinke et al.(2018) calcularon y compararon el valor monetario de los principales servicios de los ecosistemas de humedales, la rentabilidad del uso de la tierra y los costos adicionales en tierras en riesgo de inundación en la llanura húngara. Demostraron que los huertos y la silvicultura generan una rentabilidad mucho mayor en los antiguos humedales que la agricultura. Utilizando el método del costo de reemplazo, demostraron que la capacidad de reserva de los humedales restaurados con una profundidad de agua de  $0.5 \text{ m}$  podría reemplazar  $2150 \text{ € ha}^{-1}$  costo de inversión en protección contra inundaciones. Los costos calculados de protección de la tierra debajo de las dos categorías de mayor riesgo de agua subterránea entre fueron  $37,2 \text{ € ha}^{-1}$  y  $14,9 \text{ € ha}^{-1}$ , respectivamente.

Ward (2020) evaluó las tasas de secuestro de carbono en cinco sitios de humedales costeros del Ártico en Noruega, utilizando técnicas de datación radiométrica ( $^{210}\text{Pb}$  y  $^{137}\text{Cs}$ ) para establecer una geocronología para el desarrollo reciente de humedales. Las tasas promedio de secuestro de carbono variaron, tanto entre sitios como a lo largo del tiempo, oscilando entre 19 y 603 g C m<sup>2</sup>, y estas se correlacionaron con aumentos en la duración de la temporada de crecimiento. Lo más probable es que esto se deba a la elevación isostática y la acumulación de sedimentos que históricamente superan el aumento del nivel del mar, lo que da como resultado la progradación del humedal. Con el aumento de las tasas de aumento del nivel del mar esta tendencia podría continuar o revertirse.

Kroeger et al. (2017) mostraron que en la ocurrencia globalmente generalizada de marismas saladas con diques, embalses, drenados y restringidos por las mareas, sustancial metano ( $\text{CH}_4$ ) y  $\text{CO}_2$  las reducciones de emisiones se pueden lograr mediante la restauración de los flujos de marea salinos desconectados. Concluyen que, por lo tanto, como una intervención de cambio climático basada en el uso de la tierra, la reducción de  $\text{CH}_4$ , las emisiones son un concepto completamente distinto de los proyectos de secuestro de C biológico para mejorar el almacenamiento de C en la biomasa de los bosques o humedales o en el suelo, y no sufrirán el riesgo de no permanencia de que el C almacenado regrese a la atmósfera.

Los humedales costeros secuestran grandes cantidades de carbono en sus suelos, eliminando eficazmente el dióxido de carbono de la atmósfera y actuando como sumidero de carbono. (Carr et al., 2018)

El secuestro altamente eficiente de carbono en el suelo por parte de las plantas es crucial para los ecosistemas de humedales bajo el aumento del  $\text{CO}_2$  atmosférico. La capacidad de secuestro de carbono de los humedales se puede evaluar aproximadamente a partir de la cantidad de carbono fijado a través de la fotosíntesis de las plantas, pero las propiedades de descomposición de la basura vegetal que regresan al suelo también son esenciales para su evaluación. (Duan et al., 2018)

La capacidad de secuestro de carbono de la vegetación de los humedales determina las reservas de carbono y los cambios en los humedales. Sin embargo, modelar el secuestro de carbono de la vegetación de los humedales herbáceos sigue siendo problemático debido a los complejos procesos hidroecológicos y las fuentes almacenadas de carbono de la biomasa cambian rápidamente. Teóricamente, una serie temporal del índice de vegetación puede recuperar la dinámica de la formación de CO<sub>2</sub> de la biomasa y podría utilizarse para calcular el compuesto acumulativo del almacenamiento de CO<sub>2</sub> de la biomasa durante un intervalo determinado, es decir, el secuestro de carbono de la vegetación. (Dai et al., 2020)

Pese a ello, pocos estudios han explorado los impactos sucesivos de la composición de la hojarasca vegetal sobre la estructura y función microbiana del suelo, los patrones de desintegración de los residuos vegetales y el almacenamiento final de C en el suelo. (Yan et al., 2018)

Se calcula que el 23 % del total de emisiones a causa de la actividad humanas que generan GEI (2007 a 2016) son fuentes de sector agrícola, silvícola y ganadera y las demás actividades de aprovechamiento insostenible de los recursos naturales

Los manglares y los bosques terrestres se consideran importantes sumideros de carbono para aliviar los cambios climáticos, pero los procesos de secuestro y las regulaciones de los factores climáticos para controlar la variabilidad de los flujos de carbono de estos ecosistemas pueden diferir. (Cui et al., 2018)

Los humedales templados en el hemisferio norte por ejemplo, tienen altas tasas de secuestro de carbono a largo plazo y desempeñan la función principal en la reducción de CO<sub>2</sub> en la mitigación de los aumentos de CO<sub>2</sub> atmosférico regional y mundial en la escala temporal del siglo. (Zhang et al., 2016)

Aunque los beneficios de protección contra inundaciones de los antiguos humedales pueden proporcionar una base de valor adecuada para la restauración per se, combinados con las ventajas potenciales del cambio de uso

de la tierra, como por ejemplo, la de tierras de cultivo a bosques en los antiguos humedales y el beneficio de la captura de carbono brindan soluciones beneficiosas para los usuarios de la tierra y actores institucionales interesados en la prevención de inundaciones, la protección ambiental y la mitigación del clima. (Pinke et al., 2018)

La mitigación rentable del cambio climático a través de estrategias de eliminación de dióxido de carbono basadas en la naturaleza ha ganado una atención política sustancial. Los humedales continentales y costeros (específicamente turberas boreales, templadas y tropicales; tundra; llanuras aluviales; marismas de agua dulce; marismas y manglares) se encuentran entre los sumideros naturales de carbono a largo plazo más eficientes. Sin embargo, también liberan metano ( $\text{CH}_4$ ) que pueden compensar el carbono que capturan. (Pinke et al., 2018)

Dependiendo de las métricas, un humedal puede ser simultáneamente un sumidero neto de carbono (es decir, el balance neto de carbono del ecosistema de turberas boreales y templadas =  $-28,1 \pm 19,13 \text{ gC m}^{-2}$ ) pero tener un efecto de calentamiento neto sobre el clima en el período de 100 años- escala (es decir, potencial de calentamiento global sostenido de turberas boreales y templadas =  $298,2 \pm 100,6 \text{ gCO}_2 \text{ eq}^{-1}\text{m}^{-2}$ ). Esta situación crea ambivalencia con respecto al efecto de los humedales en la temperatura global. (Lolu et al., 2019)

Los humedales costeros contienen algunos de los depósitos más grandes de reservas de carbono biótico y pedológico, y es innegable que el calentamiento global producirá cambios en la capacidad de estos ecosistemas para secuestrar carbono. Estudios recientes han intentado proporcionar datos sobre el secuestro de carbono en los humedales costeros templados y tropicales. También es probable que se alteren las tasas de secuestro de carbono de los humedales árticos cuando los mecanismos de forzamiento costeros interactúan directamente con estos sistemas costeros. (Ward, 2020)

Los humedales costeros son sitios de rápido secuestro de carbono (C) y contienen grandes reservas de C del suelo. Por lo tanto, existe un interés creciente en esos ecosistemas como sitios para proyectos antropogénicos que

se utilicen como medios de contrarrestar las emisiones de GEI (a veces denominados “carbono azul”), mediante la preservación de las existencias de C existentes o la creación de nuevos humedales para aumentar el secuestro futuro. (Kroeger et al., 2017)

Las turberas y los humedales costeros con vegetación se encuentran entre los sumideros con más pureza de C del planeta tierra, ya que almacenan aproximadamente cantidades similares a los ecosistemas tropicales. Se considera que prevenir una mayor pérdida de humedales es importante para limitar las emisiones futuras a fin de cumplir los objetivos climáticos, pero rara vez se considera. (Moomaw et al., 2018)

El forzamiento climático modelado indica que la restauración de las mareas para reducir las emisiones tiene un impacto mucho mayor por unidad de área que la creación o conservación de humedales para mejorar el secuestro. Dado que las emisiones de GEI en humedales degradados y restringidos por las mareas son causadas por la actividad humana, se trata de emisiones antropogénicas y su reducción tendrá un efecto sobre el clima equivalente a la reducción de la emisión de una cantidad igual de GEI de combustibles fósiles. (Kroeger et al., 2017)

En los siguientes párrafos se precisan los conceptos que coadyuvarán al entendimiento de la presente investigación:

**Almacenamiento de carbono:** Capacidad del cuerpo vegetal de mantener una determinada cantidad de carbono por hectárea, que será liberado cuando la especie vegetal cumpla su ciclo de vida (IPCC, 2019b, pág. 20)

**Biomasa aérea:** Estructura leñosa aérea de especies vegetales y arbustos del sistema productivo (SERFOR, 2017, pág. 17)

**Biomasa:** Total de materia orgánica seca o el contenido almacenado de energía de los seres vivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016, pág. 19)

**Cambio Climático Global:** Es el fenómeno de cambios en la temperatura, clima

de origen natural que es comprobada por el paso del tiempo y artificial. Lo artificial es atribuido en su mayoría a las antropogénicas que es su mayoría proviene del proceso de industrialización que se vive en la actualidad (IPCC, 2019<sup>a</sup>, pág. 15)

**Carbono almacenado:** Es el carbono almacenado que relaciona a la capacidad de un área verde (vegetal) de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual está en función a su heterogeneidad y está determinada por las condiciones del suelo y clima. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016, pág. 22)

**Captura de carbono:** Es el almacenamiento del carbono que se encuentra en la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub> y por ende se convierten en sumideros de carbono como los océanos, los bosques a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016, pág. 21)

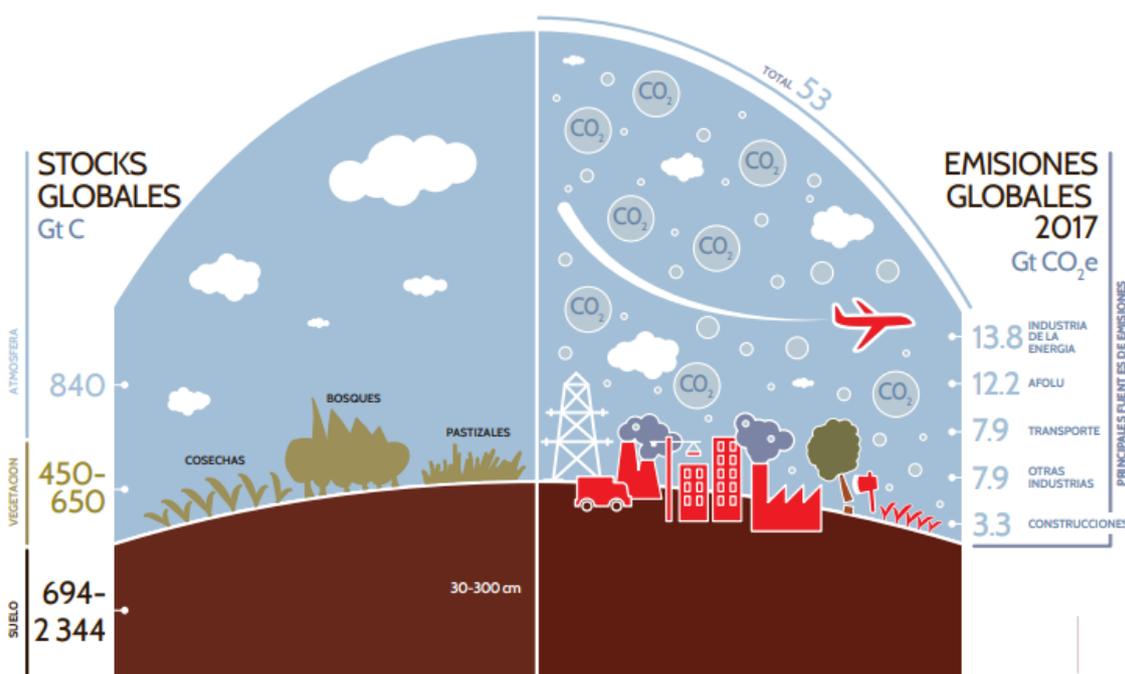


Figura 1. Emisiones Globales de Carbono 2017  
Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020, pág. 3)

**Ciclo del carbono:** El aire de la atmosfera está compuesta por  $\text{CO}_2$ , el cual se encuentra disuelto en el agua y es utilizado por los organismos autótrofos para incorporar el carbono al ciclo en forma de carbohidratos ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), y transformarlos en alimentos, que sirven de alimento a los herbívoros y carnívoros y estos a su vez a los omnívoros de la cadena trófica; una vez muertos estos organismos las bacterias y hongos descomponedores incorporan el  $\text{CO}_2$  al aire por la respiración, fermentación y putrefacción. Otra forma de incorporar el  $\text{CO}_2$  al aire es por la respiración de las plantas, animales y bacterias aeróbicas. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017, pág. 13)

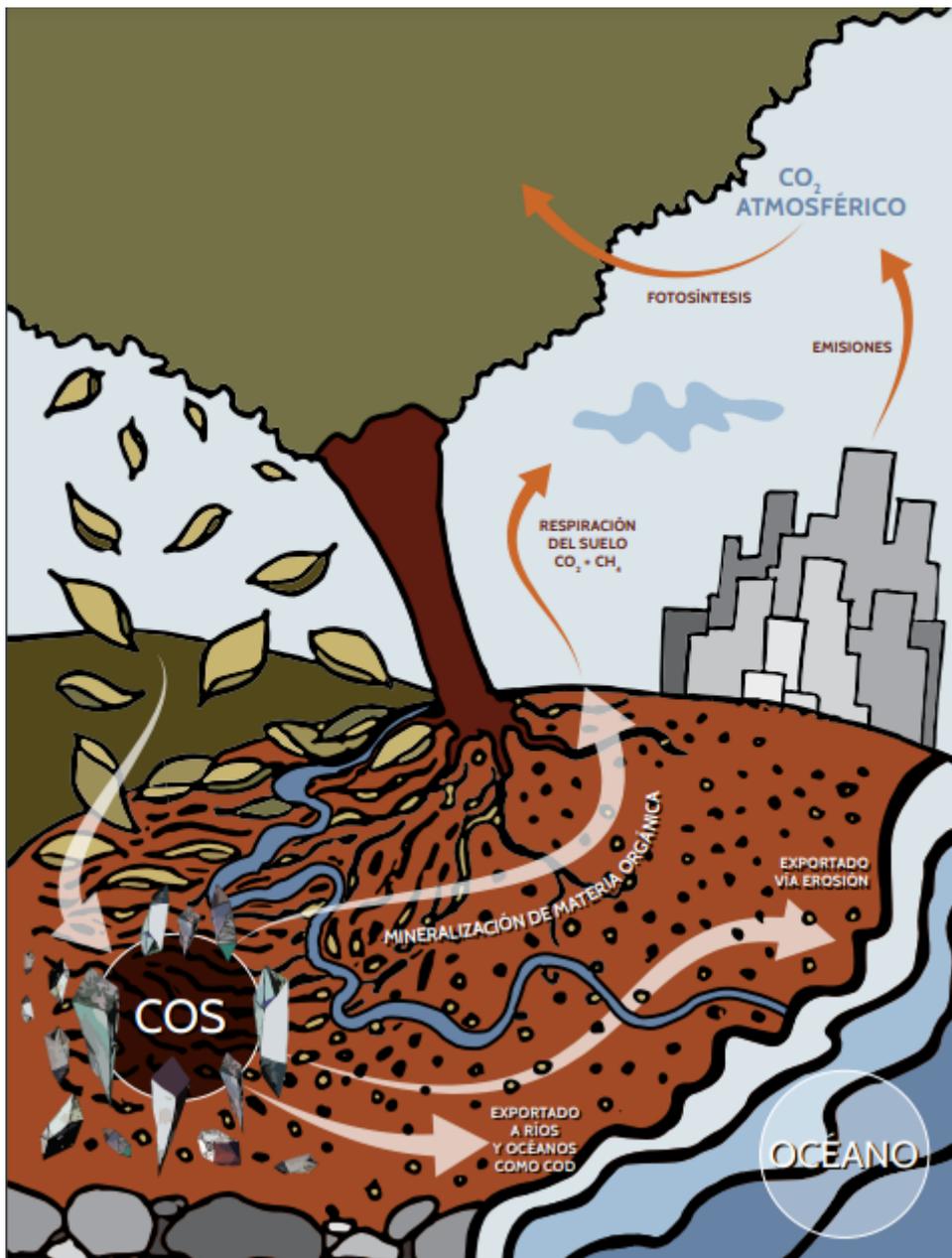


Figura 2. Ciclo del Carbono

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017, pág. 17)

**Factor de expansión de biomasa (FEB):** Relación que existe entre la biomasa total del fuste y el volumen total del árbol (Kauffman et al., 2013, pág. 11)

**Fotosíntesis:** Es un proceso mediante el cual los seres vivos autótrofos convierten la energía solar almacenada en los fotones de la radiación solar, en energía química, que permite que los cloroplastos y las moléculas de clorofila absorban y usen el CO<sub>2</sub> como fuente de carbono, para ser incluido en la biosíntesis de carbohidratos. (S, Alonso., Á, Babino., y V, 2020, pág. 3)

**Gases de Efecto Invernadero:** Gases integrantes de la atmósfera de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y metano (CH<sub>4</sub>) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además, existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, y CH<sub>4</sub>, el Protocolo de Kyoto aborda otros gases de efecto invernadero, como el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC). (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020, pág. 3)

**Humedales:** áreas cubiertas con agua, destacan las extensiones de marismas, bofedales, pantanos que pueden ser originados de manera natural y artificial, alguna son temporales y otras permanentes. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017, pág. 27)

**Inventario forestal:** El coteo del 100% de especies forestales en un área determinado cuyo objetivo principal es la extracción de información de los recursos maderero para tomar decisiones sustentables. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018, pág. 3)

**Marisma:** Extensión de agua de mar hacia a la superficie terrestre, que se forma como parte de las mareas altas. (MINAM, 2012, pág. 216)

**Pantano:** Terreno inundado y cenagoso. Es un de las variantes de humedal que por lo general están la zona continental. (MINAM, 2012, pág. 67)

**Plantación forestal:** Bosque establecido mediante plantación y/o siembra en el proceso de forestación o reforestación. Está integrada por especies introducidas o en algunos casos autóctonos. (SERFOR, 2017, pág. 20)

**Reserva municipal:** Los consejos municipales tiene la potestad de declarar lugares de interés ecológico como una zona de reserva municipal con fines de turismo, ecológico para asegurar la perpetuidad de los recursos (Ministerio del Ambiente de Chile, 2018)

**Reserva regional:** Reserva o área de interés regional, establecida mediante resolución de los gobiernos regionales, con autorización del ministerio del Ambiente. (SERNANP, 2013)

**Secuestro de CO<sub>2</sub>:** Acumulación y extracción del CO<sub>2</sub> de la atmósfera por los seres autótrofos. (S, Alonso., Á, Babino., y V, 2020, pág. 13)

**Servicio Ambiental:** Resultado de os procesos ecológicos de los ecosistemas que brindan servicios al ser humano como son la regulación, aprovisionamiento, soporte y fines culturales. (Lanly, 2016, pág. 36)

**Stock:** Material almacenado de C en un lugar determinado, puede ser la madera . (SERFOR, 2017, pág. 19)

**Sumidero:** Es el proceso, de absorción de gases contaminantes presentes en la atmosfera (Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura, 2017, pág. 8)

**Turba:** Porción de la superficie terrestre rica en carbono, resultado de la descomposición de las especies vivientes. (Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura, 2017, pág. 17)

**Valoración económica ambiental:** El valor que en términos económicos se le asignan a los servicios ambientales que los ecosistema brindan al ser humano. (SERFOR, 2017, pág. 27)

### **III. MÉTODO**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es del tipo de cuantitativo, en la cual emplea información y así demostrar la hipótesis, en función a las mediciones numéricas y análisis estadístico para poder determinar patrones y a la vez probar las teorías. (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, pág. 286)

A la vez es descriptivo, ya que determina las características de las variables que se va a estudiar en cuanto al almacenamiento de CO<sub>2</sub> en las tres especies estudiadas. Para poder obtener la información que se desea, en dicha investigación se usó un tipo de diseño el cual es la no experimental, por lo cual no se realizaran pruebas experimentales, como también, es de carácter descriptivo puesto que, se puede observar situaciones ya acontecidas, y en lo que respecta a la temporalidad es de tipo transversal ya que solo se tomaron datos una sola vez. (Hernández et al., 2014, pág. 205)

Seguido, en la figura 3 se puede observar etapas en las que se desarrollaron y analizaron las reservas de CO<sub>2</sub> y posterior a eso realizar su valoración en la investigación:

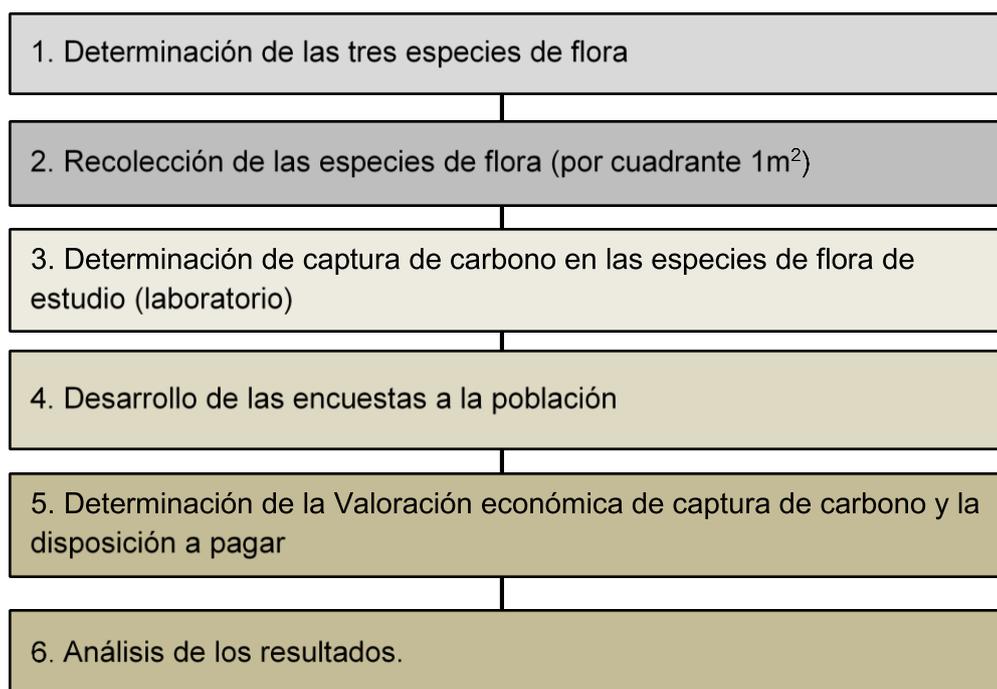


Figura 3. Diagrama del proceso de investigación  
Fuente: propia

## 3.2 Variables y operacionalización

### 3.2.1. Variable Independiente

Captura de carbono

**Definición conceptual:** Referido a toda especie vegetal de los de los humedales la cual desarrollan características únicas tanto morfológicas o fisiológicas propias de las que les permiten realizar la captura de carbono atmosférico, constituyendo la función del humedal (tCO<sub>2</sub>/ha).

### 3.2.2. Variable Dependiente

Valoración económica

**Definición conceptual:** Es el valor cuantitativos en términos monetarios que se les asigna a los bienes o servicios.

### 3.2.3. Operacionalización de variables

Abarca las definiciones tanto conceptuales, operacionales, las dimensiones, indicadores y la escala de medición, siendo lo siguiente:

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Formulación del Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Escala de medición	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General	General	General	Independiente				
¿Cuál es la valoración económica de captura de carbono en tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?	Determinar la valoración económica de captura de carbono en las tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019.	La captura de carbono en las tres especies de flora influye en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019.	Captura de carbono	Razón	Captura de carbono en las tres especies de flora	Especies de flora Cantidad de CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> /ha)	
Específica	Específica	Específica	Dependiente				
¿Cuál es la cantidad de captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente en las tres especies diferentes de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?	Determinar la cantidad de captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente en las tres especies diferentes de flora de estudio del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019.	Las tres especies de flora contribuyen en la captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019.	Valoración económica	Razón	Captura de dióxido de carbono en las tres especies de flora	Cantidad de C (tC/ha) Cantidad de CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> /ha)	<b>Tipo de investigación:</b> No Experimental. <b>Población:</b> Humedal de la Laguna de Mejía (690.6ha) y los pobladores (334)
¿Cuál de las tres especies de flora tiene influencia significativa en la valoración económica de captura de carbono del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?	Determinar la influencia significativa en la valoración económica en una de las tres especies de flora Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019.	La captura de carbono en una de las tres especies de flora tiene influencia significativa en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019.		Razón	Valoración económica	Asignación económica de la captura de carbono	<b>Muestra:</b> 1 ha que comprende la flora del humedal y 179 personas.
¿Cómo la disposición a pagar por la población cercana influye en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?	Determinar la disposición a pagar por la población cercana para que influya en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?	La disposición a pagar por la población cercana influye en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019.		Nominal	Disposición a pagar	Conocimiento de captura de carbono Cuidado del Humedal Voluntad de pago Aceptación de compensación	Ordinal 1= Si 0= No

Fuente: propia

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### Población

La investigación se realiza en el humedal de la Laguna de Mejía, la cual abarca un área de 690.6 hectáreas, de esa área un 442 ha corresponde al área verde.

La población abarca los hogares que se encuentran contiguas del Humedal de la Laguna de Mejía; según al censo 2017 por el (Instituto Nacional de Estadística e Informática), donde el Asentamiento Humano La Curva conformado por 323 hogares, para dicha investigación se realizó una proyección para el año actual (2019), usando la Metodología de Proyección de la población, usando la siguiente fórmula:

$$Pt = Po * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Dónde: Pt = Población en el año “t”, que se va a estimar  
Po = Población en el “año base” (conocida)  
r = Tasas de Crecimiento: 1.70%  
n = Números de años entre el “año base” (año cero) y el año “n”;  
2019 – 2017 = 2

Tabla 2. Proyección de la población hacia el 2019

Po = N° viviendas 2017	Fórmula $Po*(1+r)^n$	Pt= N° viviendas 2019
323	$323 * (1 + 0.017)^2$	334.0753

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017)

En la cual se obtiene que la población está constituida por 334 viviendas.

Las muestras consideradas para el Humedal de la Laguna de Mejía se encuentran comprendidas por 1 ha; en donde se ubicaron parcelas de 1m<sup>2</sup>, con tres repeticiones en la zona estratificada; La estratificación se realizó considerando el criterio fisonómico: la cual es la apariencia externa de vegetación, criterio florístico: el nivel de comunidades de las plantas según a las

especies dominantes) en la Guía de evaluación de la flora silvestre (Ministerio del Ambiente, 2010, pág. 8), como punto para hallar las parcelas.

La estratificación se realizó tomando en cuenta las características del Humedal de la Laguna de Mejía, el cual se halló mediante el muestreo del tipo estratificado, en la cual en las zonas que se han delimitado de forma proporcional en los tres estratos de análisis, por lo cual solamente se tomará en consideración 1 ha como delimitación del área de dicha investigación:

Tabla 3. Extensión en áreas de los estratos o zonas de estudio

	ZJ - 01	ZT - 02	ZL - 03	TOTAL (ha)
Extensión en el Humedal (ha)	106	159	177	442
Extensión de estudio	X	Y	Z	1

Fuente propia

Expresando la proporcionalidad:

$$\frac{106}{X} = \frac{159}{Y} = \frac{177}{Z} = \frac{442}{1}$$

Para poder calcular dichas incógnitas, se realizara una proporción donde se podrá conocer 2 de los 3 datos:

$$\frac{106}{X} = \frac{442}{1} \Rightarrow X = \frac{106}{442} = 0.24 \text{ ha}$$

$$\frac{159}{Y} = \frac{442}{1} \Rightarrow Y = \frac{159}{442} = 0.36 \text{ ha}$$

$$\frac{177}{Z} = \frac{442}{1} \Rightarrow Z = \frac{177}{442} = 0.40 \text{ ha}$$

De la formula desarrollada, se identificaron tres estratos, en las que se establecerán tres sub parcelas de 1m<sup>2</sup> cada uno.

### Muestra de la población

Realizadas por las viviendas que están más próximas al Humedal de la Laguna de Mejía, donde el AA.HH. La Curva, conformado 334 viviendas de las cuales fueron reemplazadas en la siguiente fórmula que es de tipo probabilístico:

$$n = \frac{z^2 * p * (1 - p) * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * (1 - p)}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra de viviendas

$z^2$  = Nivel de confianza del 95% siendo el Z correspondiente de 1.96

p = Probabilidad esperada (en este caso 50% = 0.5)

e = Error aceptado, se tolera un error del 5%, igual a 0.05

N = Tamaño de la población (viviendas)

Se obtiene:

$$n = \frac{(1.96)^2 * (0.5) * (1 - 0.5) * 334}{(0.05^2) * (333) + (1.96^2) * (0.5) * (1 - 0.5)} = 178.91 \cong 179$$

El total de encuestados fueron 179 a quienes se les aplicó la encuesta correspondiente, realizado en el mes de noviembre.

## **Muestreo**

a) Muestreo de la flora del Humedal de la Laguna de Mejía.

Abarcan la técnica del muestreo aleatorio estratificado constante (afijación simple) en la cual se identificaron 3 áreas de análisis, según la cobertura de dicha vegetación (Hernández et al., 2014, pág. 35). Las unidades de análisis de las especies estuvieron conformadas por 2 kg de las diferentes partes de las especies, como son de hojas, y la raíz que fueron enviados al laboratorio para su análisis correspondiente

b) Muestreo para la población

El muestreo es de tipo aleatorio simple enfocado al asentamiento humano de La Curva. La unidad de estudio; es el ciudadano por vivienda de dicho asentamiento La Curva.

análisis; es una persona por vivienda del Asentamiento Humano La Curva.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes técnicas:

#### Identificación de las tres especies

Se realizó mediante la observación directa, utilizando la guía técnica de flora según a la Guía de evaluación de flora y fauna silvestre (Ministerio del Ambiente, 2010). Se consideró: la extensión de las especies (cobertura vegetal en un área determinada de acuerdo a la extensión de estudio anteriormente calculada), comportamiento (de la especie en la extensión del área de estudio), el criterio fisonómico: la apariencia de manera externa de la vegetación y por último el criterio florístico; el cual determinada por las características externas que son dominantes de las plantas por las formas que tiene de crecimiento.

Tabla 4. Características de las tres especies

Código de zona	Nombre científico	Nombre común	Características
ZJ - 01	<i>"Scirpus americanus Pers"</i>	Junco	Tamaño: 1.50m – 1.80m Planta herbácea que crece en agua que posee tallo delgado tiene una inflorescencia del tipo umbella en forma de cilindro.
ZT - 02	<i>"Typha domingensis"</i>	Totora	Tamaño: 2 m Planta herbácea acuática de tallo delgado tiene una inflorescencia del tipo umbella en forma de cilindro, espiguilla erecta y liso.
ZL - 03	<i>"Pistia stratiotes L"</i>	Lechuga de agua	Tamaño: 0.10m – 0.15m Planta acuática flotante, la distribución de las especies de lechuga de agua, se observa en la totalidad del Humedal La Laguna de Mejía hasta tal punto que no deja ver el agua.

Fuente: propia

## Recolección de las muestras

En cuanto a la recolección de muestras según a las 3 parcelas de 1m. x 1m. en función al método de la Guía de la determinación de carbono en propiedades pequeñas rurales realizadas por el (Ministerio del Ambiente, 2010, pág. 15) Centro Internacional de Investigación Agroforestal e ICRAF y de la Segunda Comunicación Nacional del Perú a la CMNUCC, por referirse a la biomasa del nivel herbácea, las que fueron recolectadas aleatoriamente.

Las muestras de las especies flora se ubican en el mapa adjuntado en el Anexo N° 11.

Tabla 5. Distribución de zonas de estudio

Zonas de estudio	Especie a coleccionar		Extensión del área de estudio de los estratos (ha)	Cantidad de muestras de cada parcela (1m <sup>2</sup> )
	Nombre científico	Nombre común		
ZJ - 01	<i>Scirpus americanus Pers.</i>	“Junco”	0.25	5
ZT - 02	<i>Typha domingensis</i>	“Totora”	0.35	5
ZL - 03	<i>Pistia stratiotes</i>	“Lechuga de agua”	0.40	5
	<b>Total</b>		1	15

Fuente propia

## Método de valoración económica de captura de carbono

Se halló por medio del producto del valor de captura de carbono, la cantidad monetario para la emisión del CO<sub>2</sub> por cada tonelada y el área seleccionada del Humedal de la Laguna de Mejía.

Se realizó empleando la fórmula según el (INIA) INSTITUTO de Investigación de la Amazonía Peruana (2009):

$$VEE_c = \text{Contenido de dióxido de carbono en humedal} \left( \frac{tCO_2}{ha} \right) \\ * \text{Costo social del C} \left( \frac{\$}{tCO_2} \right)$$

El valor del CO<sub>2</sub> en el humedal, se fundamenta en los hallazgos realizados en laboratorio de las muestras determinadas anteriormente. Y la cantidad del valor social del carbono va acorde a los análisis que estiman el beneficio de mitigación del cambio climático según al (Obermeister, 2017) que es de \$15 toneladas de CO<sub>2</sub>.

### **Encuesta**

Aquí se recopiló la información mediante las preguntas y respuestas exactas, tomando en referencia lo siguiente:

Introducción: Se basó en la naturaleza de dicha investigación, la cual da los materiales suficientes al entrevistado para identificar al bien deseado a valorar

Preguntas: Consistió en 21 preguntas; para la obtención de información sobre las características socioeconómicas de los ciudadanos que participaron en la encuesta, y la frecuencia del pago

### **Instrumentos Hojas de campo**

Para poder realizar la correcta identificación y la colecta de dicha flora, se utilizó la ficha de encuesta (ver Anexo N° 4): Ficha para la identificación de especies de flora y Anexo N° 5: Ficha de recolección de muestras.

Constituida por preguntas dicotómicas (preguntas tipo: si/no) y los tipos de preguntas ; la encuesta se hizo a los pobladores del Asentamiento Humano La Curva (Anexo N° 6).

### **3.5 Procedimientos**

Para poder realizar la recolección de dichas muestras por cada especie de flora, se hizo lo siguiente: la recolección de las muestras (1m<sup>2</sup>) de manera azar según a las características de las especies, recopiladas cada 100 metros de distancia de una parcela entre otra.

Sin embargo, para la recopilación de las muestras para el Laboratorio: se recolectó 2kg de cada muestra de las hojas y las raíces de cada especie de flora contenidas en bolsa de papel, también, para el constituyente suelo se realizó

la extracción del suelo a una profundidad de 20 cm. se recolecto una submuestra y se procedió a registrar el peso de los 2 kg correctamente identificadas y emitidas al Laboratorio.

### Determinación de carbono en las muestras

Realizado por el laboratorio, el cual efectuó lo siguiente:

Secaron las muestras en estufas calientes a una temperatura de 75°C por un tiempo de 24 horas hasta poder obtener un peso constante, el peso seco se multiplico por el factor que halla el valor en porcentaje de carbono en dichas muestras. Asimismo, para hallar el carbono se hizo mediante el método de Walkley & Black Modificado, la dilución concentrada se calentó con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> es la fuente exclusiva de calor, el exceso de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> es hallado por la titulación con FeSO<sub>4</sub> o con (NH<sub>4</sub>Fe)<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, realizando una estimación fácilmente oxidable de carbono orgánico y es utilizado como una medida de carbono orgánico total. Para poder obtener el valor en porcentaje de carbono se procede a multiplicar por el factor de 1.724 el porcentaje de materia orgánica, ya que contiene un 58% de carbono

Tomando en cuenta que el valor final del peso de dicha muestra (kg), se determina el carbono en su respectivo cuadrante, en el cual, se determina empleando la aspa simple:

#### a) Scirpus Americanus Pers (Junco)

Tabla 6. Calculo del peso seco en kg/m<sup>2</sup>

Nombre científico	Código de zona	Muestras de hojas	Biomasa herbácea peso fresco (kg/m <sup>2</sup> )	Peso fresco submuestra (kg)	Resultado de laboratorio Peso seco submuestra (kg)	Biomasa herbácea peso seco (kg/m <sup>2</sup> )
"Scirpus americanus Pers"	ZJ - 01	MZ1 - 01	9.30	3.10	1.25	3.75
		MZ1 - 02	10.60	3.55	1.35	4.03
		MZ1 - 03	10.90	3.10	1.15	4.04
		MZ1 - 04	11.10	3.20	1.10	3.82
		MZ1 - 05	11.60	3.10	1.12	4.19

Fuente propia

Si en 3.10 kg de muestra de biomasa, se obtuvo 1.25 kg de peso seco, para los 9.30 kg/m<sup>2</sup> de biomasa se obtiene 3.75 kg/m<sup>2</sup> de peso seco, dicho cálculo se efectuó para las demás muestras.

(Peso fresco de muestra)            3.10 kg ----- 1.25 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 9.30 kg -----    X

$$X = (1.25 * 9.30) / 3.10 = 3.75 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra)            3.55 kg ----- 1.35 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 10.60 kg -----    X

$$X = (1.35 * 10.60) / 3.55 = 4.03 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra)            3.10 kg ----- 1.15 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 10.90 kg -----    X

$$X = (1.15 * 10.90) / 3.10 = 4.04 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra)            3.20 kg ----- 1.10 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 11.10 kg -----    X

$$X = (1.10 * 11.10) / 3.20 = 3.82 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra)            3.10 kg ----- 1.12 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 11.60 kg -----    X

$$X = (1.12 * 11.60) / 3.10 = 4.19 \text{ kg}$$

A la vez, para poder hallar la captura de carbono (tC/ha); se realiza a multiplicar el factor de conversión (%C) obteniendo en laboratorio por la cantidad del peso en seco en cada una de las muestras realizadas y se determino la conversión en unidades; según (Ministerio del Ambiente, 2009, pág. 58) se usa la siguiente fórmula:

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = PS_{muestras} \left( \frac{kg}{m^2} \right) * C(\%) * ha * t$$

En donde:

$PS_{muestras}$  = Peso seco de las muestras (kg/m<sup>2</sup>)

C (%) = Cantidad de carbono determinado en laboratorio (%),

$C_{muestras}$  = Es el peso de carbono en las muestras (para determinar en t/ha se realizó la conversión de unidades).

Reemplazando en la fórmula anterior:

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{3.75 \text{ kg}}{m^2} * 44.47(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 16.68 \text{ t/ha}$$

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{4.03 \text{ kg}}{m^2} * 49.93(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 20.12 \text{ t/ha}$$

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{4.04 \text{ kg}}{m^2} * 47.15(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 19.05 \text{ t/ha}$$

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{3.82 \text{ kg}}{m^2} * 49.60(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 18.95 \text{ t/ha}$$

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{4.19 \text{ kg}}{m^2} * 46.25(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 19.38 \frac{t}{ha}$$

Tabla 7. Calculo de carbono en tC/ha

Nombre científico	Código de zona	Muestras de hojas	Biomasa herbácea peso fresco (kg/m <sup>2</sup> )	Resultado de laboratorio C(%)	Carbono (tC/ha) (Biomasa herbácea peso seco (kg/m <sup>2</sup> ) * C(%) * 1000m <sup>2</sup> * 1t/1000kg)
		MZ1 – 01	9.30	44.47%	16.68
"Scirpus americanus Pers"		MZ1 – 02	10.60	49.93%	20.12
	ZJ – 01	MZ1 – 03	10.90	47.15%	19.05
		MZ1 – 04	11.10	49.60%	18.95
		MZ1 – 05	11.60	46.25%	19.38

Fuente propia

En el caso específico de la obtención del carbono en el suelo resulta del producto del peso del suelo (volumen de la muestra del suelo: 2000m<sup>3</sup>) con la densidad aparente: siendo 1.65 t/m<sup>3</sup> del suelo arenoso) a la vez con el resultado de carbono medido valor porcentual analizado en el laboratorio entre el factor de conversión (Ministerio del Ambiente, 2009, pág. 58), es decir la siguiente fórmula:

$$Ps = V \times Dap$$

Dónde:

Ps = Peso del suelo,

V = Volumen del suelo (se sabe que: 1 ha (10000m<sup>2</sup>) a 0.2 m de profundidad, resulta: 0.2\*10000 = 20000m<sup>3</sup>)

Dap = Densidad aparente del suelo arenoso (1.65 t/m<sup>3</sup>)

Por lo tanto, el carbono total obtenido del suelo, se halla mediante la siguiente fórmula:

$$C = Ps \times \%C$$

Dónde:

C = Carbono total capturado tC/ha,

Ps = Peso del suelo (anteriormente hallado)

%C = Porcentaje del carbono (obtenido en laboratorio)

Finalmente, para hallar el dióxido de carbono, se realiza el producto del contenido de carbono total en el humedal y el factor de conversión (de carbono a dióxido de carbono) usando la siguiente fórmula (López, 2015, pág. 38):

$$CO_2e = C\ total\left(\frac{tc}{humedal}\right) * Kr, \text{ donde } Kr = 44/12$$

Reemplazando; se obtuvo lo siguiente:

$$CO_2e = 16.68\left(\frac{tc}{humedal}\right) * 3.67 = 61.22$$

$$CO_2e = 20.12\left(\frac{tc}{humedal}\right) * 3.67 = 73.84$$

$$CO_2e = 19.05\left(\frac{tc}{humedal}\right) * 3.67 = 69.91$$

$$CO_2e = 18.95\left(\frac{tc}{humedal}\right) * 3.67 = 69.44$$

$$CO_2e = 19.38\left(\frac{tc}{humedal}\right) * 3.67 = 71.12$$

Primordialmente consiste, en realizar la conversión de la captura de carbono (tc/ha) y transformarla a dióxido de carbono (3.67), y en la cual se usó el mismo procedimiento para los resultados posteriores.

Tabla 8. Calculo de dióxido de carbono en tCO<sub>2</sub>/ha

Nombre científico	Código de zona	Muestras de hojas	Carbono (tC/ha) (Biomasa herbácea peso seco (kg/m <sup>2</sup> ) * C(%) * 1000m <sup>2</sup> * 1t/1000kg)	Dióxido de Carbono (tCO <sub>2</sub> /ha) (C (tC/ha)*3.67)
"Scirpus americanus Pers"	ZJ – 01	MZ1 – 01	16.68	61.22
		MZ1 – 02	20.12	73.84
		MZ1 – 03	19.05	69.91
		MZ1 – 04	18.95	69.44
		MZ1 – 05	19.38	71.12

Fuente propia

#### b) *Typha dominguensis* (Totora)

Tabla 9. Calculo del peso seco en kg/m<sup>2</sup>

Nombre científico	Código de zona	Muestras de hojas	Biomasa herbácea peso fresco (kg/m <sup>2</sup> )	Peso fresco submuestra (kg)	Resultado de laboratorio Peso seco submuestra (kg)	Biomasa herbácea peso seco (kg/m <sup>2</sup> )
"Typha dominguensis (Totora)	ZT –02	MZ1 – 01	14.28	4.20	1.75	5.95
		MZ1 – 02	15.99	4.65	1.85	6.36
		MZ1 – 03	16.21	4.20	1.65	6.37
		MZ1 – 04	16.21	4.30	1.60	6.03
		MZ1 – 05	17.21	4.20	1.62	6.64

Fuente propia

Si en 4.20 kg de muestra de la biomasa, se pudo obtener 1.75 kg del peso seco, para los 14.28 kg/m<sup>2</sup> de biomasa se obtuvo 5.95 kg/m<sup>2</sup> del peso seco, los cálculos mencionados se realizo para las demás muestras.

(Peso fresco de muestra) 4.20 kg ----- 1.75 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 14.28 kg ----- X

$$X = (1.75 * 14.28) / 4.20 = 5.95 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra) 4.65 kg ----- 1.85 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 15.99 kg ----- X

$$X = (1.85 * 15.99) / 4.65 = 6.36 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra) 4.20 kg ----- 1.65 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 16.21 kg ----- X

$$X = (1.65 * 16.21) / 4.20 = 6.37 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra) 4.30 kg ----- 1.60 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 16.21 kg ----- X

$$X = (1.60 * 16.21) / 4.30 = 6.03 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra) 4.20 kg ----- 1.62 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 17.21 kg ----- X

$$X = (1.62 * 17.21) / 4.20 = 6.64 \text{ kg}$$

Por lo cual, para poder hallar la captura de carbono (tC/ha); se realiza el producto entre el factor de conversión (%C) arrojado en laboratorio por la cantidad del peso seco en cada una de las muestras y se determinó la conversión de las unidades respectivas; según (Ministerio del Ambiente, 2009, pág. 58) se usa la siguiente fórmula:

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = PS_{muestras} \left( \frac{kg}{m^2} \right) * C(\%) * ha * t$$

En donde:

$PS_{muestras}$  = Peso seco de las muestras (kg/m<sup>2</sup>)

C (%) = Cantidad de carbono determinado en laboratorio (%),

$C_{muestras}$  = Es el peso de carbono en las muestras (para determinar en t/ha se realizó la conversión de unidades).

Reemplazando en la fórmula anterior:

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{5.95 \text{ kg}}{m^2} * 42.27(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 25.15 \text{ t/ha}$$

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{6.36 \text{ kg}}{m^2} * 47.73(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 30.36 \text{ t/ha}$$

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{6.37 \text{ kg}}{m^2} * 45.05(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 28.70 \text{ t/ha}$$

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{6.03 \text{ kg}}{m^2} * 47.40(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 28.58 \text{ t/ha}$$

$$C_{muestras} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{6.64 \text{ kg}}{m^2} * 44.05(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 29.25 \text{ t/ha}$$

Tabla 10. Calculo de carbono en tC/ha

Nombre científico	Código de zona	Muestras de hojas	Biomasa herbácea peso fresco (kg/m <sup>2</sup> )	Resultado de laboratorio C(%)	Carbono (tC/ha) (Biomasa herbácea peso seco (kg/m <sup>2</sup> ) * C(%) * 1000m <sup>2</sup> * 1t/1000kg)
"Scirpus americanus Pers"	ZT-02	MZ1 - 01	14.28	42.27%	25.15
		MZ1 - 02	15.99	47.73%	30.36
		MZ1 - 03	16.21	45.05%	28.70
		MZ1 - 04	16.21	47.40%	28.58
		MZ1 - 05	17.21	44.05%	29.25

Fuente propia

Finalmente, para hallar el dióxido de carbono, se multiplicó el valor del contenido de carbono total en el humedal con el factor de la conversión (de carbono para dióxido de carbono) el cual se empleó la siguiente fórmula (López, 2015, pág. 28):

$$CO_2e = C_{total} \left( \frac{tC}{humedal} \right) * Kr, \text{ donde } Kr = 44/12$$

Reemplazando; se obtuvo lo siguiente:

$$CO_2e = 25.15 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 92.30$$

$$CO_2e = 30.36 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 111.42$$

$$CO_2e = 28.70 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 105.33$$

$$CO_2e = 28.58 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 104.89$$

$$CO_2e = 29.25 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 107.35$$

Primordialmente consiste, en realizar el cambio mediante la conversión de captura de carbono (tC/ha) hacia dióxido de carbono (3.67), por lo que para los siguientes resultados se usó el mismo procedimiento.

Tabla 11. Calculo de dióxido de carbono en tCO<sub>2</sub>/ha

Nombre científico	Código de zona	Muestras de hojas	Carbono (tC/ha) (Biomasa herbácea peso seco (kg/m <sup>2</sup> ) * C(%) * 1000m <sup>2</sup> * 1t/1000kg)	Dióxido de Carbono (tCO <sub>2</sub> /ha) (C (tC/ha)*3.67)
"Scirpus americanus Pers"	ZT – 02	MZ1 – 01	25.15	92.30
		MZ1 – 02	30.36	111.42
		MZ1 – 03	28.70	105.33
		MZ1 – 04	28.58	104.89
		MZ1 – 05	29.25	107.35

Fuente propia

**c) Pistia straiotes (Lechuga de agua)**

Tabla 12. Calculo del peso seco en kg/m<sup>2</sup>

Nombre científico	Código de zona	Muestras de hojas	Biomasa herbácea peso fresco (kg/m <sup>2</sup> )	Peso fresco submuestra (kg)	Resultado de laboratorio Peso seco submuestra (kg)	Biomasa herbácea peso seco (kg/m <sup>2</sup> )
"Pistia straiotes (Lechuga de agua)	ZL –03	MZ1 – 01	14.67	4.00	1.65	6.05
		MZ1 – 02	16.38	4.45	1.75	6.44
		MZ1 – 03	16.67	4.00	1.55	6.46
		MZ1 – 04	16.81	4.10	1.50	6.15
		MZ1 – 05	18.15	4.10	1.52	6.73

Fuente propia

Si en 4.00 kg de muestra recolectada de biomasa, se logró obtener 1.65 kg de peso seco, para los 14.67 kg/m<sup>2</sup> de biomasa se obtiene 6.05 kg/m<sup>2</sup> de peso seco, el mencionado cálculo se realizó para las siguientes muestras.

(Peso fresco de muestra)            4.00 kg ----- 1.65 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 14.67 kg -----    X

$$X = (1.65 * 14.67) / 4.00 = 6.05 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra)            4.45 kg ----- 1.75 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 16.38 kg -----    X

$$X = (1.75 * 16.358) / 4.45 = 6.44 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra)            4.00 kg ----- 1.55 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 16.67 kg -----    X

$$X = (1.55 * 16.67) / 4.00 = 6.46 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra)            4.10 kg ----- 1.50 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 16.81 kg -----    X

$$X = (1.50 * 16.81) / 4.10 = 6.15 \text{ kg}$$

(Peso fresco de muestra)            4.10 kg ----- 1.52 kg

(Peso fresco del cuadrante 1m<sup>2</sup>) 18.15 kg -----    X

$$X = (1.52 * 18.15) / 4.10 = 6.73 \text{ kg}$$

A la vez, para hallar la captura de carbono (tC/ha); se realizó el producto entre el factor de conversión (%C) arrojado en el laboratorio por la valor de la cantidad del peso seco en cada una de las muestras halladas y se determino la conversión de unidades; según (Ministerio del Ambiente, 2009, pág. 58) se usa la formula siguiente:

$$C_{muetsra} \left( \frac{tC}{ha} \right) = PS_{muestras} \left( \frac{kg}{m^2} \right) * C(\%) * ha * t$$

En donde:

$PS_{muestras}$  = Peso seco de las muestras ( $kg/m^2$ )

$C(\%)$  = Cantidad de carbono determinado en laboratorio ( $\%$ ),

$C_{muestras}$  = Es el peso de carbono en las muestras (para determinar en t/ha se realizó la conversión de unidades).

Reemplazando en la fórmula anterior:

$$C_{muetsra} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{6.05 \text{ kg}}{m^2} * 41.27(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 24.97 \text{ t/ha}$$

$$C_{muetsra} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{6.44 \text{ kg}}{m^2} * 46.73(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 30.09 \text{ t/ha}$$

$$C_{muetsra} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{6.46 \text{ kg}}{m^2} * 44.05(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 28.46 \text{ t/ha}$$

$$C_{muetsra} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{6.15 \text{ kg}}{m^2} * 46.40(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 28.54 \text{ t/ha}$$

$$C_{muetsra} \left( \frac{tC}{ha} \right) = \frac{6.73 \text{ kg}}{m^2} * 43.05(\%) * \frac{10000m^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = 28.97 \text{ t/ha}$$

Tabla 13. Calculo de carbono en tC/ha

Nombre científico	Código de zona	Muestras de hojas	Biomasa herbácea peso fresco (kg/m <sup>2</sup> )	Resultado de laboratorio C(%)	Carbono (tC/ha) (Biomasa herbácea peso seco (kg/m <sup>2</sup> ) * C(%) * 1000m <sup>2</sup> * 1t/1000kg)
		MZ1 – 01	14.67	41.27%	24.97
"Pistia straiotes (Lechuga de agua)"		MZ1 – 02	16.38	46.73%	30.09
	ZL – 03	MZ1 – 03	16.67	44.05%	28.46
		MZ1 – 04	16.81	46.40%	28.54
		MZ1 – 05	18.15	43.05%	28.97

Fuente propia

Finalmente, para hallar el dióxido de carbono, se realizó el producto del contenido de carbono total en el humedal con el factor de conversión (de carbono a dióxido de carbono) empleando la siguiente fórmula (López, 2015, pág. 38):

$$CO_2e = C_{total} \left( \frac{tC}{humedal} \right) * Kr, \text{ donde } Kr = 44/12$$

Reemplazando; se logro obtener lo siguiente:

$$CO_2e = 24.97 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 91.64$$

$$CO_2e = 30.09 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 110.43$$

$$CO_2e = 28.46 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 104.45$$

$$CO_2e = 28.54 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 104.74$$

$$CO_2e = 28.97 \left( \frac{tC}{humedal} \right) * 3.67 = 106.32$$

Primordialmente, en la conversión desde la captura de carbono (tc/ha) hacia dióxido de carbono (3.67), en la cual para los siguientes resultados se usó el mismo procedimiento.

Tabla 14. Calculo de dióxido de carbono en tCO<sub>2</sub>/ha

Nombre científico	Código de zona	Muestras de hojas	Carbono (tC/ha) (Biomasa herbácea peso seco (kg/m <sup>2</sup> ) * C(%) * 1000m <sup>2</sup> * 1t/1000kg)	Dióxido de Carbono (tCO <sub>2</sub> /ha) (C (tC/ha)*3.67)
		MZ1 – 01	24.97	91.64
“Pistia straiotes (Lechuga de agua)”		MZ1 – 02	30.09	110.43
	ZL – 03	MZ1 – 03	28.46	104.45
		MZ1 – 04	28.54	104.74
		MZ1 – 05	28.97	106.32

Fuente propia

### 3.6 Método de análisis de datos

El método de análisis para la captura de carbono en las especies de flora mencionadas, usadas para realizar el estudio fueron emitidas al laboratorio el cual se usó el método de Walkley & Black Modificado, asimismo, los análisis realizados fueron asignadas por el (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2009), la CMNUCC (Ministerio del Ambiente, 2009) y REDD (Reducción de las Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques); los cuales son instituciones a nivel nacionales e internacional que se refieren acerca de la valoración de carbono, siendo como sigue:

$$VEE_c = \text{Contenido de dióxido de carbono en humedal} \left( \frac{tCO_2}{ha} \right) \\ * \text{Costo social del C} \left( \frac{\$}{tCO_2} \right)$$

El valor contenido del dióxido de carbono en dicho humedal, está basado principalmente en los valores y/o resultados obtenidos en laboratorio de las muestras determinadas anteriormente. Y la medida arrojada del costo social del

carbono en relación a los estudios que proyectan y estiman cual será el beneficio que conllevara a la mitigación del cambio climático según al IPCC (Obermeister, 2017) es de \$15 tCO<sub>2</sub>. Es importante señalar que el mencionado valor es referido principalmente por ser considerado de un ecosistema con características de igual similitud, es decir de acuerdo con el estudio de (Obermeister, 2017), el ambiente consiste en un humedal y referenció dicho monto monetario según el IPCC.

### **3.7 Aspectos éticos**

El cumplimiento de los aspectos está dispuesto en los Anexos, respectivamente:  
Respeto a la autoría de las fuentes de información el Anexo N°1 y el Anexo N°2  
Cumplimiento de los principios éticos del colegio profesional al que pertenecerán los autores

## **IV. RESULTADOS**

#### 4.1. Determinación de la captura de carbono

Las muestras de hojas, raíz y el suelo que fueron recolectadas pasaron el por el proceso de identificación, de los cuales se tuvo como resultado lo siguiente; *Typha dominguensis* “Totorá”, *Scirpus americanus pers* “Junco” y *Pistia stratiotes L* “Lechuga de agua”, de la cual se obtuvo lo siguiente:

Tabla 15. Carbono almacenado en las hojas de tres especies (tC/Ha)

<b>Nombre científico</b>	<b>Promedio tC/ha</b>
"Scirpus americanus Pers"	18.84
"Typha dominguensis"	28.41
"Pistia stratiotes L"	28.21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Captura de carbono en raíces en las tres especies (tC/Ha)

<b>Nombre científico</b>	<b>Promedio tC/ha</b>
"Scirpus americanus Pers"	1.41
"Typha dominguensis"	1.66
"Pistia stratiotes L"	1.30

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N° 15 y N° 16, se muestran la cantidad de carbono que se obtuvo luego de los análisis en las cuales se realizaron la conversión de las unidades a tC/ha

#### 4.2. Determinación de la captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente en diferentes especies de flora

Según con los resultados hallados de carbono en las distintas especies de flora se determinó el dióxido de carbono equivalente, realizando la multiplicación del factor de conversión (de carbono a dióxido de carbono) que da como valor de 3.67.

$$CO_2e = C_{total} \left( \frac{tc}{humedal} \right) * Kr, \text{ donde } Kr = 44/12$$

A continuación, se presenta los resultados:

Tabla 17. Captura de dióxido de carbono equivalente en hojas tCO<sub>2</sub>/ha

Nombre científico	Promedio tC/ha	Promedio tCO <sub>2</sub> /ha
"Scirpus americanus Pers"	18.84	69.11
"Typha dominguensis"	28.41	104.26
"Pistia stratiotes L"	28.21	103.52

Fuente propia

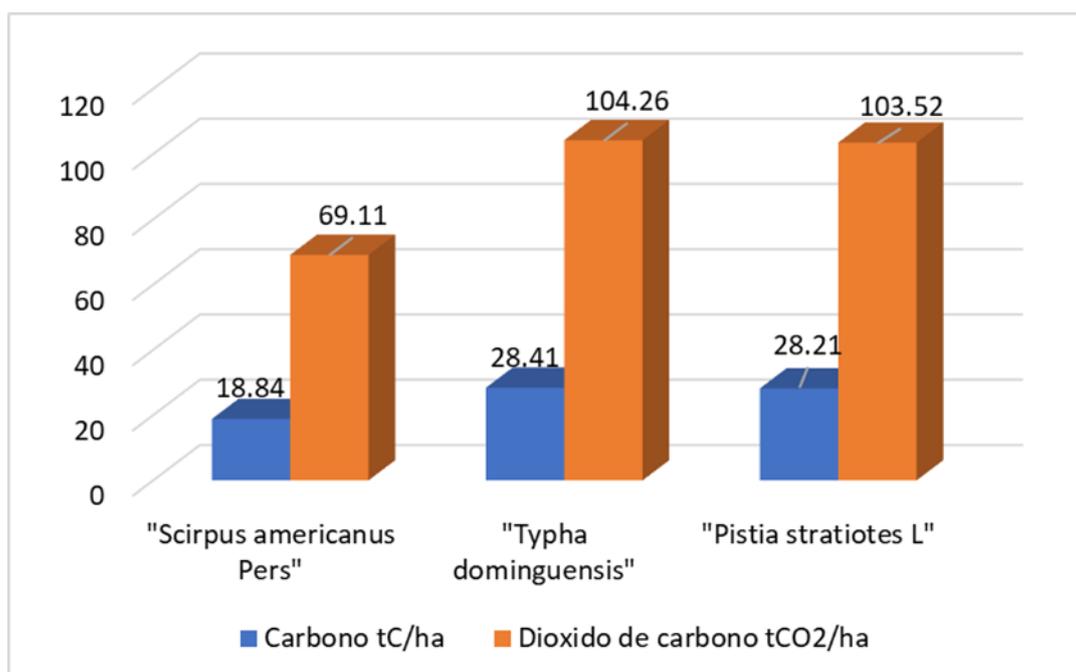


Figura 4. Diferencias en la captura de carbono y dióxido de carbono en hojas  
Fuente propia

La Tabla N° 17 y de la Figura N° 4, muestran que la mayor cantidad de CO<sub>2</sub> se encuentran en las hojas de *Typha dominguensis* con un valor 104.26 tCO<sub>2</sub> /ha.

Tabla 18. Captura de CO<sub>2</sub>e en raíces tCO<sub>2</sub>/ha

Nombre científico	Promedio tC/ha	Promedio tCO <sub>2</sub> /ha
"Scirpus americanus Pers"	1.41	5.90
"Typha dominguensis"	1.66	6.82
"Pistia stratiotes L"	1.30	5.42

Fuente propia

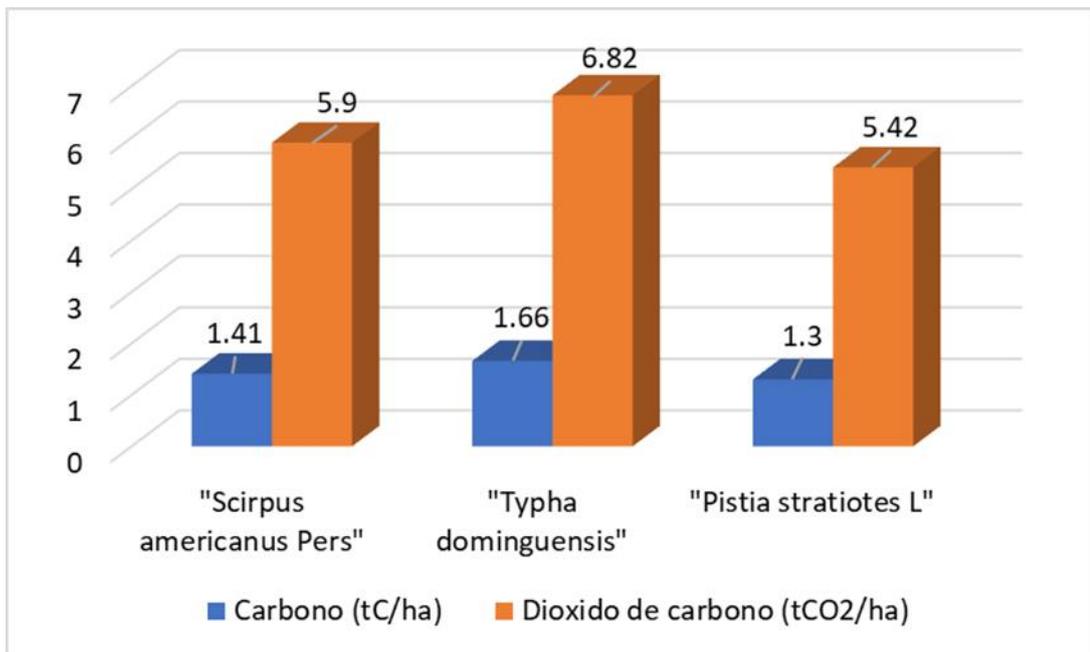


Figura 5. Diferencias en la captura de carbono y dióxido de carbono en raíces  
Fuente propia

De la Tabla mostrada (N° 18) y la (Figura N° 5), se puede observar que la especie *Typha dominguensis* presenta mayor cantidad en las raíz con 6.82 tCO<sub>2</sub> /ha en la especie

### 4.3. Valoración económica de captura de carbono

En cuanto a la VE que fue se obtuvo empleando el método del costo del daño evitado a nivel global; es decir, este costo es el resultado del valor en cuanto al beneficio social a nivel global que se origina de mitigar el cambio climático, en donde evita los daños que se vendrán en el futuro, dicho valor fue determinado en función a los modelos de equilibrio que capturaron este costo social de carbono de 15\$/ha según al IPCC (Obermeister, 2017).

Dicha valoración económica de la captura de carbono en las especies mencionadas de la flora en el área de análisis, el cual se muestra a continuación:

Tabla 19. Valoración económica de captura de carbono en las especies de flora

Nombre científico	Promedio cantidad de dióxido de carbono (tCO <sub>2</sub> eq)	Valoración económica (tCO <sub>2</sub> eq *\$*ha)
"Scirpus americanus Pers"	75.01	$75.01 * 15 * 0.25 = 281.29$
"Thypa dominguensis"	111.08	$111.08 * 15 * 0.35 = 583.17$
"Pistia stratiotes L"	108.94	$108.94 * 15 * 0.40 = 653.64$
<b>Total</b>	295.03	$295.03 * 15 * 1 = 4425.45$

Fuente propia

La Tabla N° 19, muestra el valor final de la valoración económica de captura de carbono, de la especie Scirpus americanus Pers en un área de 0.25 ha el valor de \$281.29, "Thypa dominguensis" en un área de 0.35 ha el valor de \$ 583.17, "Pistia stratiotes L" en un área de 0.40 ha el valor de \$ 653.64.

Por lo consiguiente el vVE en cuanto a la captura de C de las especies de flora estudiadas en el área de investigación (1 ha), asciende en total a \$4425.45.

#### 4.4. Determinación de la disposición a pagar

**Estadística descriptiva de los indicadores: Se da a conocer el conocimiento** en cuanto al servicio ecosistémico que brinda producto de la captura de carbono del Humedal de la Laguna de Mejía

Tabla 20. Conocimiento de captura de C

Niveles	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Bajo	9	5,0	5,0	5,0
Medio	14	7,8	7,8	12,8
Alto	156	87,2	87,2	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fuente propia

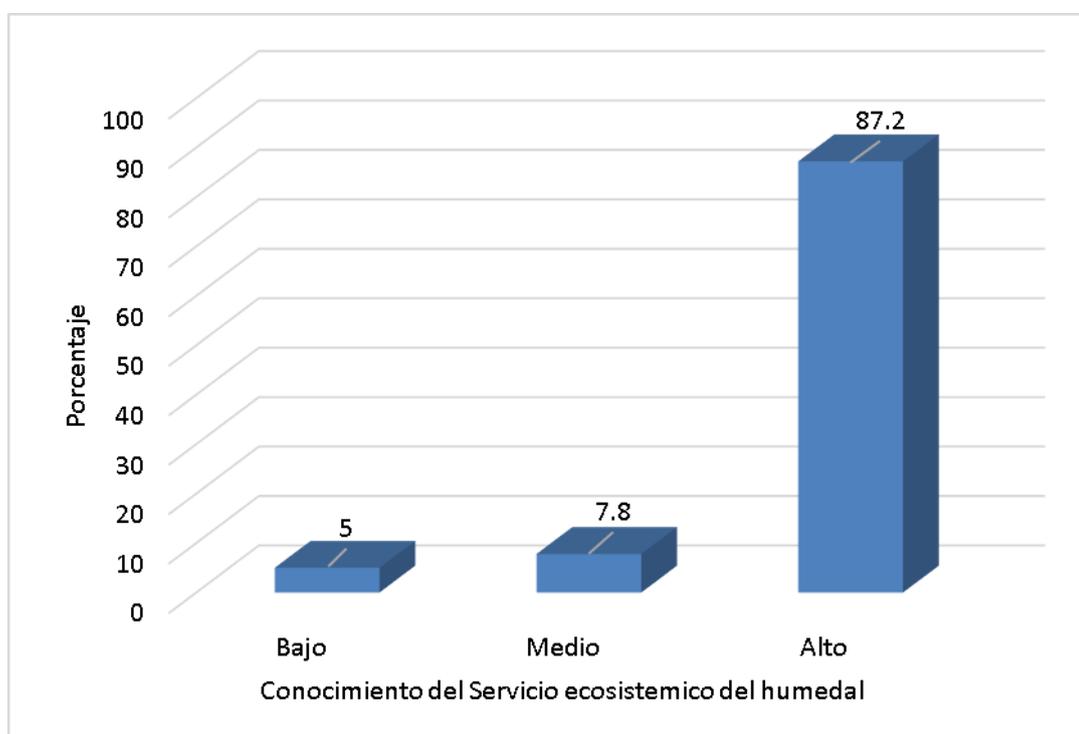


Figura 6. Porcentaje conocimiento del servicio ecosistémico  
Fuente propia

La Tabla N° 20 y Figura N° 6 muestran que el 100% de los entrevistados, 156 (87.2%) poseen un nivel de conocimiento alto, con 14 (7.8%) de ciudadanos con conocimiento que es considerado medio y solo 9 (5.0%) de los ciudadanos con nivel de conocimiento considerado bajo. Es importante señalar, que previo a la

encuesta se elaboró una introducción en cuanto al servicio del ecosistema según la captura de carbono en la cual los encuestados respondieron positivamente a lo solicitado.

Tabla 21. Cuidado del humedal

Niveles	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Malo	6	3,4	3,4	3,4
Regular	10	5,6	5,6	9,0
Bueno	163	91,0	91,0	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fuente propia

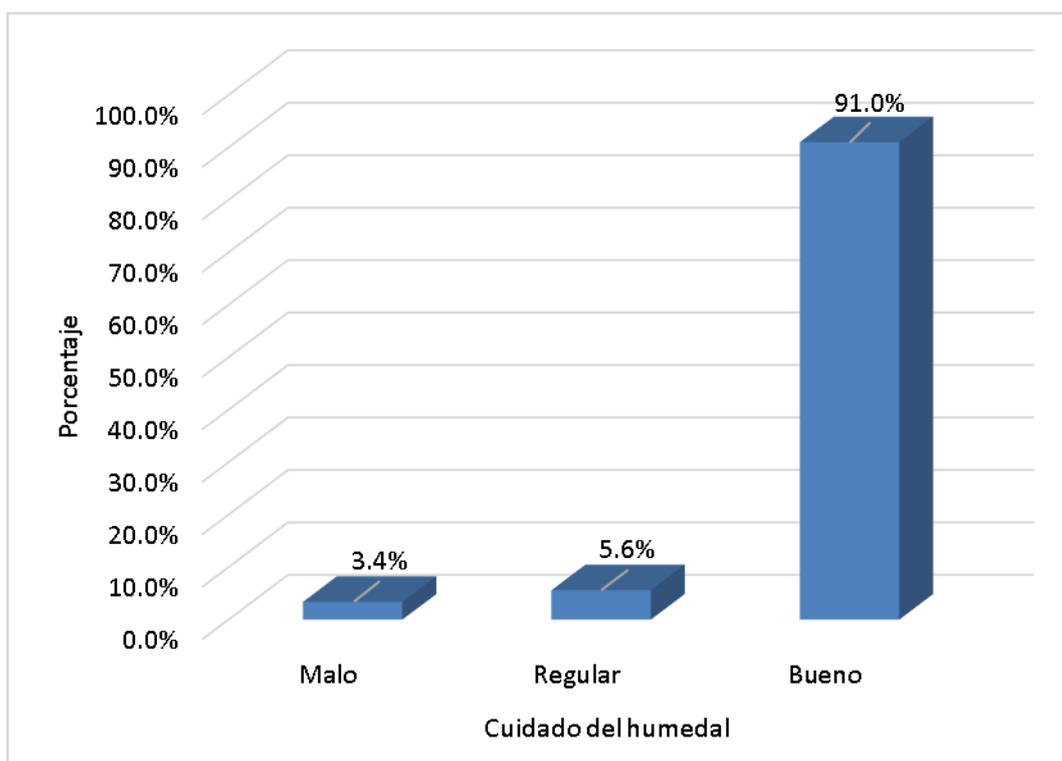


Figura 7. Porcentaje del nivel de cuidado del humedal La Laguna de Mejía  
Fuente propia

**Interpretación:** De la Tabla N° 21 y Figura N° 7 obtenemos que del total del porcentaje (100%) de los encuestados, 163 (91.0%) poseen un nivel sobre el cuidado considerado bueno, en la cual es muy alentador para la población del sitio, con 10 (5.6%) de ciudadanos considerado como cuidado regular y solo 6 (3.4%) de los ciudadanos señalados con un cuidado malo.

Por lo que, los niveles de rango señalados como malo, regular y bueno arrojan a que el ciudadano encuestado estaría con la disposición a cuidar del Humedal La Laguna de Mejía.

#### 4.5. Procesamiento de resultados

##### Estadística descriptiva de la disposición a pagar

A continuación, se presenta los datos obtenidos de las encuestas:

Tabla 22. Género

Género	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Femenino	144	80,4	80,4	80,4
Masculino	35	19,6	19,6	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fuente propia

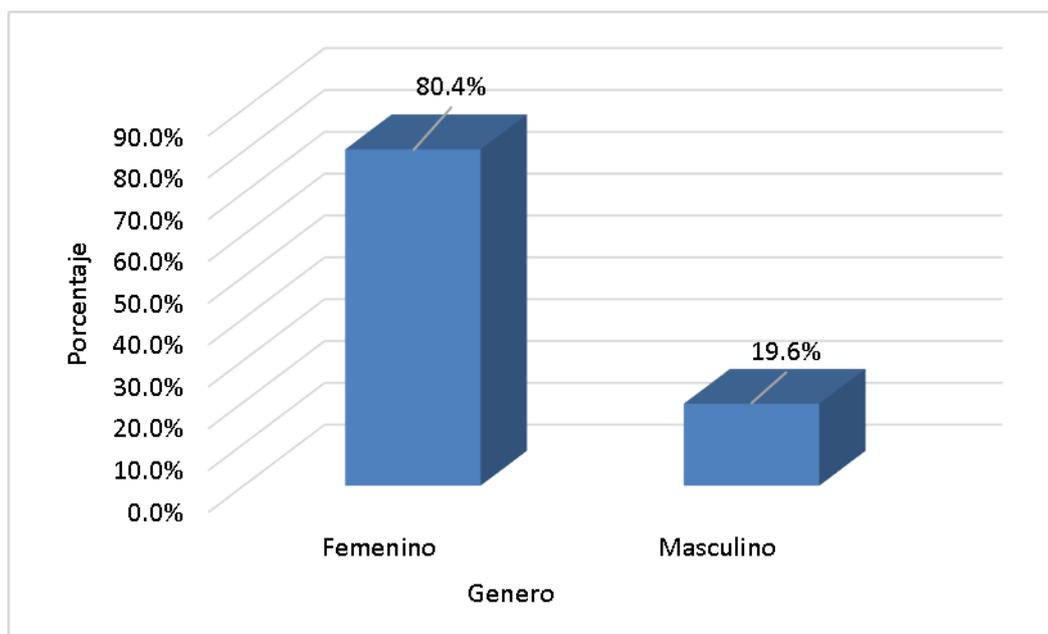


Figura 8. Gráfico del porcentaje de género Interpretación

Fuente propia

La Tabla N° 22 y la Figura N° 8 muestran que el 100% de los entrevistados, 144 (80.4%) son mujeres, con 35 (19.6%) son hombres.

Tabla 23. Nivel educativo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Superior	10	5,6	5,6	5,6
Técnico	21	11,7	11,7	17,3
Secundaria incompleta	28	15,6	15,6	32,9
Secundaria completa	85	47,5	47,5	80,4
Primaria incompleta	8	4,5	4,5	84,9
Primaria completa	24	13,4	13,4	98,3
No estudió	3	1,7	1,7	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fuente propia

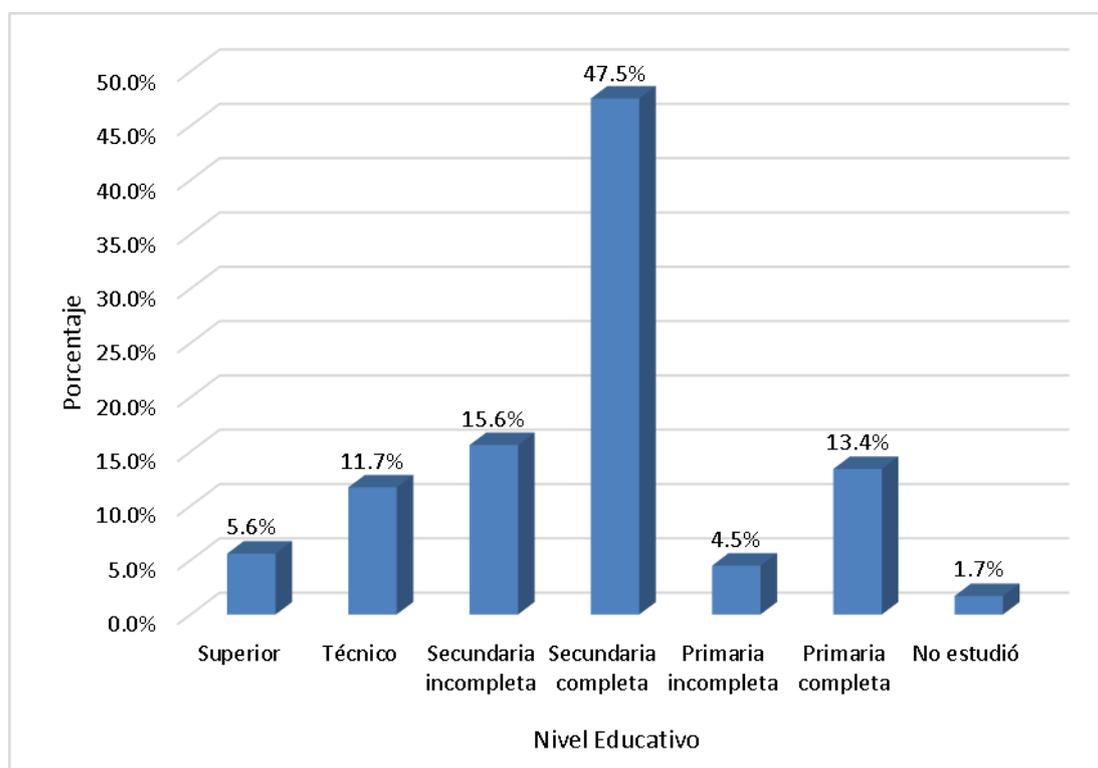


Figura 9. Gráfico del porcentaje de nivel educativo  
Fuente propia

**Interpretación:** Observando la Tabla N° 23 y la Figura N° 9 tenemos que del total del porcentaje (100%) de los encuestados, 85 (47.5%) culminaron la secundaria completa, 28 (15.6%) secundaria incompleta, 24 (13.4%) culminaron la primaria, 21 (11.7%) poseen educación técnica, 10 (5.6%) poseen educación

superior, 8 (4.5%) tienen primaria incompleta y 3 (1.7%) no realizan ningún tipo de estudio.

Tabla 24. Ingreso familiar mensual

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
De 1001 a 1500	13	7,3	7,3	7,3
De 750 a 1000	160	89,4	89,4	96,7
Menos 749	6	3,3	3,3	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fuente propia

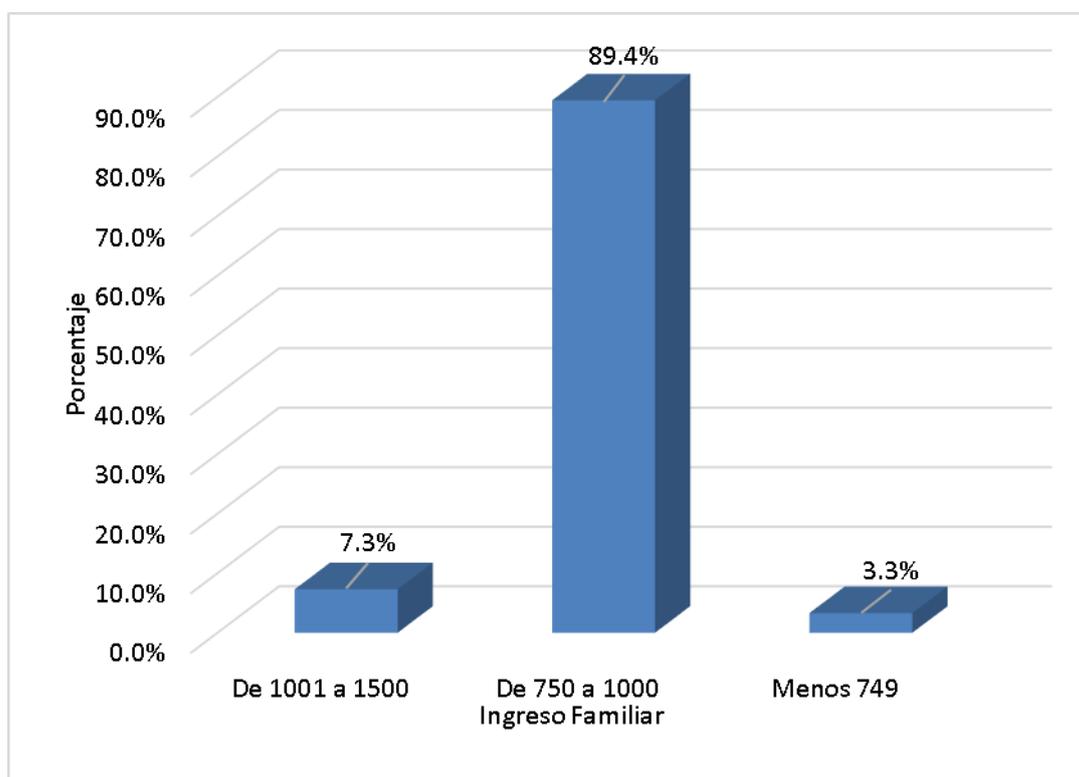


Figura 10. Gráfico del porcentaje de ingreso familiar Interpretación Fuente propia

**Interpretación:** Se observa que de la Tabla N° 24 y la Figura N° 10 tenemos que del total del porcentaje (100%) de los encuestados, 160 (89.4%) reciben el pago mínimo (750 a 1000 soles), 13 (7.3%) reciben el pago de 1001 a 1500 soles y 6 (3.3%) inferior a 749 soles.

Tabla 25. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio ecosistémico de captura de carbono del Humedal de la Laguna de Mejía?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Entre 2 y 5 soles	84	46,9	46,9	46,9
Entre 10 y 15 soles	86	48,0	48,0	94,9
Entre 20 y 25 soles	9	5,1	5,1	100,0
Total	179	100,0	100,0	

Fuente propia

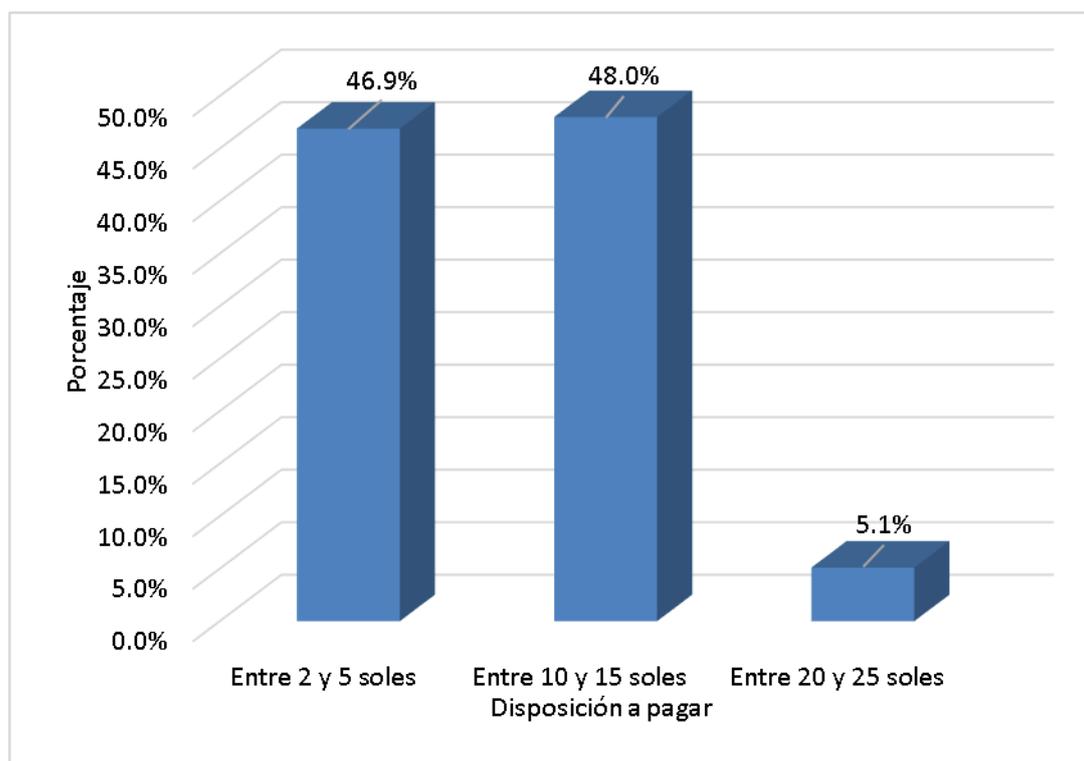


Figura 11. Porcentaje de disposición a pagar  
Fuente propia

De la Tabla N° 25 y Figura N° 11, se puede observar que el 48.0% están dispuestos a pagar entre 10 a 15 soles, asimismo el 46.9% esta dispuesto a pagar de 2 a 5 soles y un 5.1% de 20 a 25 soles.

## **V. DISCUSIÓN**

Este trabajo de investigación tuvo como fin el de realizar la valoración económica en cuanto a la captura de carbono que nos brinda el Humedal de la Laguna de Mejía, en el distrito de Mejía, poder determinar cuáles son las especies que almacenan mayor cantidad de C y con ello poder determinar un valor representado en costo de la captura de C haciendo favorable la conservación del Humedal de la Laguna de Mejía.

En cuanto a la práctica de gestión de ecosistemas respecto a la captura de carbono, Fang et al. (2018) encontraron que la capacidad de secuestro de carbono en los humedales es aún mayor que en los pastizales, incluso en condiciones de pérdida de carbono.

Situación semejante muestran los resultados de Cui et al. (2018) que mostraron que los humedales de manglares podrían secuestrar mucho más carbono que los bosques terrestres cercanos, debido a la producción bruta del ecosistema significativamente más alta y los valores más bajos de respiración del ecosistema. Además, mostró que los manglares tenían un punto de compensación de luz más bajo pero tasas máximas de fotosíntesis más altas que los bosques terrestres.

Ello concuerda con la justificación que llevó a la realización de esta investigación, de cómo los humedales y sus especies representativas tienen el potencial de conducir proyectos exitosos de captura de carbono, cuya eficiencia incluso, destaca por sobre la de otros ecosistemas a los cuales se suele dar mayor atención en acciones frente al cambio climático.

En cuanto al espectro de metodologías dispuestas para los objetivos planteados en esta investigación respecto a la valoración ecosistémica de captura de carbono en humedales, Dai et al. (2020) exploraron el potencial para mapear el secuestro de carbono de la vegetación en humedales herbáceos mediante el uso de una combinación serie temporal del índice de vegetación de detección remota y datos de observación de campo. Por las limitaciones presentadas en el desarrollo de esta investigación y por las características propias que devienen de los tipos de humedales y las estructuras ecosistémicas que rigen sus procesos, es que se optó por delimitar un área de estudio de 1 ha determinadas en parcelas de 1m<sup>2</sup>, en las que se distribuyeron 3 parcelas por

cada estrato, esto en respuesta a criterios fisonómicos: apariencia externa de la vegetación y criterios florísticos: el nivel de las comunidades de las plantas según a las especies dominantes, esto previsto en la Guía de evaluación de la flora silvestre (Ministerio del Ambiente, 2010, pág. 8), optando además por la técnica de evaluación por observación directa descrita en la Guía de evaluación de flora y fauna silvestre (Ministerio del Ambiente, 2010)

Duan et al. (2018) examinaron la descomposición de la hojarasca de tres especies vegetales representativas de humedales y encontraron que la tasa de descomposición se correlaciona negativamente con las relaciones lignina/N y C/N, y se correlaciona positivamente con el contenido de nitrógeno inicial. Además, altas relaciones lignina/N y C/N se traducen en menores tasas de descomposición y respiración del suelo.

Siguiendo esa línea, Yan et al. (2018) seleccionaron dos especies halófitas en el humedal Jiuduansha y encontraron que el carbono más degradable en la hojarasca induce proporciones más altas de la comunidad microbiana responsable de la mineralización en el suelo, lo que conduce a una mayor respiración del suelo. La mayor proporción inducida de una comunidad microbiana específica potencialmente debilitó la mineralización y aceleró la humificación, esto dio como resultado una menor respiración del suelo y, por lo tanto, un mayor contenido de carbono orgánico del suelo y humus.

Como explican Ji et al. (2020), los diferentes tipos de uso de la tierra y la vegetación de los humedales influyen directamente en el almacenamiento y la estabilidad del carbono orgánico del suelo, esto porque dieron lugar a cambios significativos en la concentración y la estructura química del carbono orgánico del suelo, lo que podría afectar el secuestro y la dinámica del C del suelo y el ciclo del C en los ecosistemas de los humedales.

He ahí del cuidado en la selección de las especies que representarían una mayor captura de carbono, es por ello, que en esta investigación se optó por el estudio de tres especies de flora representativas del humedal: *Scirpus americanus Pers*, *Typha dominguensis* y *Pistia stratiotes L.*

Una preocupación que surge al respecto es la planteada previamente por Zhang et al. (2016), cuyo análisis demostró que el cambio climático actual, puede

generar retroalimentaciones positivas con las tasas de secuestro de carbono en los humedales templados y acelerar la pérdida de carbono de los suelos de los humedales. Esto justifica la imperante necesidad de desarrollar novedosas políticas en base a los resultados de estas investigaciones, escenarios de confluencia entre la producción científica y los esfuerzos para hacer frente al cambio climático, los humedales y sus especies representativas por como hemos visto, representan una gran herramienta y oportunidad para hacer de estas estrategias una realidad en nuestro país.

## **VI. CONCLUSIONES**

En función a los objetivos que fueron establecidos se culminó con las siguientes conclusiones:

1. La cantidad de C capturado de las tres especies analizadas en la presente investigación; tenemos en primer lugar a la “totora” con 111.08 tCO<sub>2</sub>/ha, en segundo lugar la “lechuga de agua” con 108.94 tCO<sub>2</sub>/ha y finalmente el “junco” con 75.01 tCO<sub>2</sub>/ha, en la que es significativo la cantidad de retención del dióxido de carbono por dichas especies.
2. La especie que tiene una mayor influencia significativa es coincidentemente la que mayor cantidad de captura de carbono que realiza, por lo consiguiente es la que aporta una mayor valor en cuanto a la valoración económica de estas especies que constituye la “totora” \$583.17 y “lechuga de agua” en \$653.64 según al área de las zonas de estudio por hectárea, por lo que es necesario un adecuado y correcto manejo del Humedal de la Laguna de Mejía.
3. La cantidad que se deberá pagar tiene mucha relación con la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, según al total de los encuestados (179), en imprescindible señalar que se brindó una explicación posterior en cuanto a la captura de C antes de llevar a cabo las encuesta a los ciudadanos de la localidad de la Curva, por lo tanto es favorable la disposición que se ha de pagar lo que es traducido en poder conservar y cuidar el Humedal de la Laguna de Mejía, la cual tiene un valor de 2 a 5 soles.

En cuanto a la VE de captura de C de las especies de flora señaladas del Humedal de la Laguna de Mejía asciende en 295.03 tCO<sub>2</sub>/ha según al promedio obtenido de la captura de C de las especies, en consideración al área del Humedal de la Laguna de Mejía (1ha), asciende a \$ 4425.45, por lo que resulta viable determinar una valoración económica de captura de carbono.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. Considerar que para trabajos de investigación futuros sobre los ecosistemas de los Humedales, se recomienda realizar en una mayor área el análisis de estudio y a la vez considerar otros medios de depósitos de carbono como pueden ser el suelo, porque en el presente trabajo de investigación solo se enfocó en tres especies, de la que se obtiene que la especie que captura mayor cantidad de carbono es la “tatora”, por lo que es necesario que se realice la sensibilización a la población para que se conserve y repoble estos ecosistemas.
2. El Humedal de la Laguna de Mejía, es considerado un ecosistema frágil, de gran área que posee una gran variedad de especies vegetales y donde realizan el pastoreo de animales principalmente las vacas y ovejas, por lo que es necesario que se zonifique dicha área para evitar que los excrementos de los animales fertilicen el agua de la laguna y traiga consigo la eutrofización promoviendo el crecimiento de la “lechuga de agua”.
3. Se recomienda planificar monitoreo constante en el Humedal de la Laguna de Mejía, y, asimismo, promover la participación de las organizaciones vecinales en la vigilancia, el cuidado y la protección de dicho ecosistema y producto de ellos disminuir los impactos ambientales que se produce debido a la quema de los residuos sólidos que generan emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera

## **REFERENCIAS**

- Carmichael, M. J., & Smith, W. K. (2016). Standing Dead Trees: a Conduit for the Atmospheric Flux of Greenhouse Gases from Wetlands? *Wetlands*, 36(6), 1183–1188. <https://doi.org/10.1007/s13157-016-0845-5>
- Carr, E. W., Shirazi, Y., Parsons, G. R., Hoagland, P., & Sommerfield, C. K. (2018). Modeling the Economic Value of Blue Carbon in Delaware Estuary Wetlands: Historic Estimates and Future Projections. *Journal of Environmental Management*, 206, 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.018>
- Cui, X., Liang, J., Lu, W., Chen, H., Liu, F., Lin, G., Xu, F., Luo, Y., & Lin, G. (2018). Stronger ecosystem carbon sequestration potential of mangrove wetlands with respect to terrestrial forests in subtropical China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 249(August 2017), 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.11.019>
- Dai, X., Yang, G., Liu, D., & Wan, R. (2020). Vegetation carbon sequestration mapping in herbaceous wetlands by using a MODIS EVI time-series data set: A case in Poyang Lake Wetland, China. *Remote Sensing*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/RS12183000>
- Duan, H., Wang, L., Zhang, Y., Fu, X., Tsang, Y., Wu, J., & Le, Y. (2018). Variable decomposition of two plant litters and their effects on the carbon sequestration ability of wetland soil in the Yangtze River estuary. *Geoderma*, 319(September), 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.10.050>
- Fang, Q., Wang, G., Liu, T., Xue, B. L., & Yinglan, A. (2018). Controls of carbon flux in a semi-arid grassland ecosystem experiencing wetland loss: Vegetation patterns and environmental variables. *Agricultural and Forest Meteorology*, 259(May), 196–210. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.05.002>
- Gallant, K., Withey, P., Risk, D., van Kooten, G. C., & Spafford, L. (2020). Measurement and economic valuation of carbon sequestration in Nova Scotian wetlands. *Ecological Economics*, 171(August 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106619>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGraw Hill (ed.); 6th ed.).  
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta . In *Mc Graw Hill* (Vol. 1, Issue Mexico). [http://www.mhhe.com/latam/sampieri\\_mi1e](http://www.mhhe.com/latam/sampieri_mi1e)
- Hou, G., Delang, C. O., Lu, X., & Olschewski, R. (2019). Valuing carbon sequestration to finance afforestation projects in China. *Forests*, 10(9), 1–20. <https://doi.org/10.3390/f10090754>
- Huang, C. M., Yuan, C. S., Yang, W. Bin, & Yang, L. (2019). Temporal variations of greenhouse gas emissions and carbon sequestration and stock from a tidal constructed mangrove wetland. *Marine Pollution Bulletin*, 149(January), 110568. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110568>
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. (2009). *VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES Y SERVICIOS EN ECOSISTEMAS DE BOSQUES INUNDABLES Y DE ALTURA DE LA AMAZONÍA PERUANA: MARCO CONCEPTUAL Y PROPUESTA METODOLÓGICA* (6th ed.). IIAP. [http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/208/2/Alvarez\\_documentotecnico\\_2009\\_6.pdf](http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/208/2/Alvarez_documentotecnico_2009_6.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. INEI.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf)
- IPCC. (2019a). Calentamiento Global de 1,5 °C. In *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)
- IPCC. (2019b). *El cambio climático y la tierra*. Intergovernmental Panel on

Climate Change.

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL\\_SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf)

Ji, H., Han, J., Xue, J., Hatten, J. A., Wang, M., Guo, Y., & Li, P. (2020). Soil organic carbon pool and chemical composition under different types of land use in wetland: Implication for carbon sequestration in wetlands. *Science of the Total Environment*, 716, 136996.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136996>

Jones, C. N., McLaughlin, D. L., Henson, K., Haas, C. A., & Kaplan, D. A. (2018). From salamanders to greenhouse gases: does upland management affect wetland functions? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(1), 14–19. <https://doi.org/10.1002/fee.1744>

Kauffman, B., Donato, D., & Adame, M. (2013). Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares. *Documento de Trabajo* 117, 48.

<http://www.cifor.org/library/4386/protocolo-para-la-medicion-monitoreo-y-reporte-de-la-estructura-biomasa-y-reservas-de-carbono-de-los-manglares>

Kroeger, K. D., Crooks, S., Moseman-Valtierra, S., & Tang, J. (2017). Restoring tides to reduce methane emissions in impounded wetlands: A new and potent Blue Carbon climate change intervention. *Scientific Reports*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12138-4>

Lanly, J. P. (2016). World forest resources: Situation and prospects. *Unasylva*, 62(190–191), 9–18. <http://www.fao.org/3/i2015s/i2015s04.pdf>

Liu, Y., Liu, G., Xiong, Z., & Liu, W. (2017). Response of greenhouse gas emissions from three types of wetland soils to simulated temperature change on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Atmospheric Environment*, 171, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.10.005>

Lolu, A. J., Ahluwalia, A. S., Sidhu, M. C., & Reshi, Z. A. (2019). Carbon Sequestration Potential of Macrophytes and Seasonal Carbon Input Assessment into the Hokersar Wetland, Kashmir. *Wetlands*, 39(3), 453–472. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1092-8>

- López, G. (2015). *Valoración Económica del Servicio Ambiental de Captura de Carbono en el Fundo Violeta* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5926/LOPEZ\\_VALENZUELA\\_GERMAN\\_VALORACION\\_VIOLETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5926/LOPEZ_VALENZUELA_GERMAN_VALORACION_VIOLETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- MINAM. (2012). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. In N. E. I. D. G. A. DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS (Ed.), *DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS, NORMAS E INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL*. <http://www.usmp.edu.pe/recursos humanos/pdf/Glosario-de-Terminos.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Segunda Comunicación Nacional del Perú a la CMNUCC Identificación de Metodologías existentes para* (2nd ed.). MINAM. <https://docplayer.es/4787195-Segunda-comunicacion-nacional-del-peru-a-la-cmnucc.html>
- Ministerio del Ambiente. (2010). Guía de Evaluación de la flora silvestre. In *Dirección General De Evaluación, Valoración Y Financiamiento Del Patrimonio Natural*. VICEMINISTERIO DE DESARROLLO ESTRATÉGICO DE LOS RECURSOS NATURALES. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/311719/guía\\_de\\_evaluación\\_de\\_flora\\_silvestre\\_-\\_versión\\_setiembre\\_2010.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/311719/guía_de_evaluación_de_flora_silvestre_-_versión_setiembre_2010.pdf)
- Ministerio del Ambiente de Chile. (2018). *Reserva Natural Municipal (RENAMU) Instrumento de protección ambiental al alcance de los municipios*. Proyecto GEF. [http://gefmontana.cl/reserva-natural-municipal-renamu-instrumento-de-proteccion-ambiental-al-alcance-de-los-municipios/#:~:text=biológicos de montaña-,Reserva Natural Municipal \(RENAMU\) Instrumento de protección ambiental,al alcance de los municipios&text](http://gefmontana.cl/reserva-natural-municipal-renamu-instrumento-de-proteccion-ambiental-al-alcance-de-los-municipios/#:~:text=biológicos de montaña-,Reserva Natural Municipal (RENAMU) Instrumento de protección ambiental,al alcance de los municipios&text)
- Moomaw, W. R., Chmura, G. L., Davies, G. T., Finlayson, C. M., Middleton, B. A., Natali, S. M., Perry, J. E., Roulet, N., & Sutton-Grier, A. E. (2018). Wetlands In a Changing Climate: Science, Policy and Management. *Wetlands*, 38(2), 183–205. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1023-8>
- Obermeister, N. (2017). From dichotomy to duality: Addressing interdisciplinary

epistemological barriers to inclusive knowledge governance in global environmental assessments. *Environmental Science and Policy*, 68, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.11.010>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). Estado mundial del recurso del suelo (EMRS) - Resumen Técnico. In Alianza Mundial por el Suelo (Ed.), *Fao. Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo*. <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). *Carbono Orgánico del Suelo*. FAO. <http://www.fao.org/3/b-i6937s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *El contexto de la financiación del carbono y los créditos de carbono*. FAO. <http://www.fao.org/3/i1632s/i1632s01.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Recarbonización de los suelos del mundo. In *Alianza Mundial por el Suelo*. FAO. <http://www.fao.org/3/ca6522es/CA6522ES.pdf>

Pinke, Z., Kiss, M., & Lövei, G. L. (2018). Developing an integrated land use planning system on reclaimed wetlands of the Hungarian Plain using economic valuation of ecosystem services. *Ecosystem Services*, 30, 299–308. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.007>

S, Alonso., Á, Babino., y V, P. (2020). Fotosíntesis Introducción. In *Consejo de Formación en Educación*. CFE. <http://repositorio.cfe.edu.uy/bitstream/handle/123456789/751/Fotosintesis.pdf?sequence=2>

SERFOR. (2017). *NUESTROS BOSQUES EN NÚMEROS. Primer reporte del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre* (Ministerio del Ambiente (ed.)). Sistema Nacional de Fauna y Flora Silvestre. <https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/Nuestros-Bosques-en-Numeros.pdf>

SERNANP. (2013). *Áreas de Conservación Regional* (Ministerio del Ambiente (ed.)). Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

<http://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/147284/5+Doc+Trabajo+Areas+de+Conservacion+Regional+%281%29.pdf/ea712fc6-7e14-459c-b281-06007aa7aa02>

Villa, J. A., & Bernal, B. (2018). Carbon sequestration in wetlands, from science to practice: An overview of the biogeochemical process, measurement methods, and policy framework. *Ecological Engineering*, 114, 115–128. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.06.037>

Ward, R. D. (2020). Carbon sequestration and storage in Norwegian Arctic coastal wetlands: Impacts of climate change. *Science of the Total Environment*, 748, 141343. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141343>

Were, D., Kansiime, F., Fetahi, T., Cooper, A., & Jjuuko, C. (2019). Carbon Sequestration by Wetlands: A Critical Review of Enhancement Measures for Climate Change Mitigation. *Earth Systems and Environment*, 3(2), 327–340. <https://doi.org/10.1007/s41748-019-00094-0>

Yan, J., Wang, L., Hu, Y., Tsang, Y. F., Zhang, Y., Wu, J., Fu, X., & Sun, Y. (2018). Plant litter composition selects different soil microbial structures and in turn drives different litter decomposition pattern and soil carbon sequestration capability. *Geoderma*, 319(January), 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.01.009>

Zhang, Z., Craft, C. B., Xue, Z., Tong, S., & Lu, X. (2016). Regulating effects of climate, net primary productivity, and nitrogen on carbon sequestration rates in temperate wetlands, Northeast China. *Ecological Indicators*, 70, 114–124. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.05.041>

### Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 26. Matriz de operacionalización de variables

<b>Evaluación económica del servicio ambiental de captura de carbono de tres Especies de Flora del Humedal de la Laguna de Mejía, Distrito de Mejía – Islay, 2019</b>					
<b>Formulación del problema</b>		<b>Hipótesis</b>		<b>Objetivo</b>	
<b>Problema general</b>	<b>Problema específico</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Hipótesis específica</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Objetivo específico</b>
¿Cuál es la valoración económica de captura de carbono en tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?	¿Cuál es la cantidad de captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente en las tres especies diferentes de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019?	La captura de carbono en las tres especies de flora influye en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019.	Las tres especies de flora contribuyen en la captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.	Determinar la valoración económica de captura de carbono en tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019.	Determinar la cantidad de captura de carbono expresado en dióxido de carbono equivalente en tres especies de flora de estudio del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.
	¿Cuál de las tres especies de flora tiene influencia significativa en la valoración económica de captura de carbono del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?		La captura de carbono de al menos una de las tres especies de flora tiene influencia significativa en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.		Determinar la influencia significativa en la valoración económica en una de las tres especies de flora del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.
	¿Cómo la disposición a pagar por la población cercana influye en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay, 2019?		La disposición a pagar por la población cercana influye en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.		Determinar la disposición a pagar por la población cercana para que influya en la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía - Islay, 2019.

## Anexo 2: Ficha de identificación de especies de flora

<b>ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL</b>					
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental			Fecha:		
<b>Autora de la investigación</b>					
		Hora de inicio	Hora de término		
<b>Lugar de la investigación</b>	<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>	<b>Departamento</b>		
<b>Fotografía de la especie</b>		<b>Código de zona</b>			
		<b>Coordenadas</b>	X Y		
		<b>Características</b>			
		<b>Familia</b>			
		<b>Nombre Científico</b>			
		<b>Nombre común</b>			
		<b>Abundancia (3: Abundante, 2: Común, 1: Raro)</b>	1	2	3
		<b>Marcar con aspa (X)</b>			
		<b>Altura (metros)</b>			
		<b>Observaciones</b>			
		<b>Fuente: Elaboración propia</b>			
<b>Validado por:</b>					
<b>Firma del experto</b>	<b>Firma del experto</b>	<b>Firma del experto</b>			

### Anexo 3: Ficha de recolección de muestras

<b>Escuela Académico Profesional</b>							<b>Fecha</b>			
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental										
<b>Autora de la Investigación</b>							<b>Hora de Inicio</b>		<b>Hora de termino</b>	
<b>Lugar de la Investigación</b>		<b>Distrito</b>			<b>Provincia</b>			<b>Departamento</b>		
<b>Codigo de Muestra</b>	<b>Ubicación</b>		<b>Medidas en campo</b>					<b>Observaciones</b>		
	<b>Coordenadas</b>		<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Peso de biomasa aérea</b>	<b>Peso biomasa radicular</b>			
	<b>X</b>	<b>Y</b>								
<b>Fuente: Elaboración propia</b>										
<b>Validado por:</b>										
<b>Firma del experto</b>			<b>Firma del experto</b>				<b>Firma del experto</b>			

## **Anexo 4. Encuesta**

### **Introducción:**

La siguiente encuesta forma parte de una tesis de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Alas Peruanas, le rogamos responder con la mayor sinceridad, con las respuestas que usted nos proporcione se busca conocer los aspectos relacionados con los servicios ecosistémico de captura de carbono del Humedal de la Laguna de Mejía, distrito de Mejía – Islay.

**Instrucciones:** Sírvase por favor contestar las preguntas marcando con un aspa (X)

**Fecha:**

### **I. DATOS GENERALES / INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA**

1. Genero:

Masculino

Femenino

2. Edad (años):

3. Nivel educativo

(1) No estudio

(2) Primaria completa

(3) Primaria incompleta

(4) Secundaria completa

(5) Secundaria incompleta

(6) Técnico

(7) Superior

4. ¿Cuál es su ocupación actual?

(1) Ama de casa

(2) Obrero

(3) Comerciante

(4) Profesional

(5) Otro: \_\_\_\_\_

5. Ingreso familiar mensual

(1) Menos de 749

(2) De S/. 750 a S/. 1000

(3) De S/. 1000 a S/. 1500

## **II. DATOS ESPECÍFICOS / PREGUNTAS RESPECTO AL HUMEDAL DE LA LAGUNA DE MEJIA Y SU AMBIENTE.**

Sírvase por favor de marcas (X) en el recuadro que considere conveniente:

### **Conocimiento del servicio ecosistémico del Humedal**

1. ¿Considera usted que la conservación del Humedal de la Laguna de Mejía es importante para el distrito de Mejía?

SI

NO

2. Las plantas cuando realizar la fotosíntesis, absorben dióxido de carbono del medio y producen oxígeno que liberan a la atmósfera. ¿Usted está de acuerdo con la anterior observación?

SI

NO

3. ¿Considera usted que la flora que alberga el Humedal de la Laguna de Mejía tiene potencial de captura de carbono atmosférico, para mejorar nuestro ambiente?

SI

NO

4. Sabiendo que los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales que las personas obtienen de los humedales ¿Cree usted que el Humedal de la Laguna de Mejía proporciona servicios ecosistémicos?

SI

NO

### **Cuidado del Humedal**

5. ¿Considera usted que el Humedal de la Laguna de Mejía se encuentra bien cuidado?

SI

NO

6. Sabiendo usted que las plantas del Humedal de la Laguna de Mejía descontaminan el aire ¿Usted estaría de acuerdo en cuidar las plantas?

SI

NO

7. ¿Quién debería cuidar el Humedal de la Laguna de Mejía?

Empresa privada

Gobierno

Municipalidad

Otros: \_\_\_\_\_

8. ¿Apoyaría usted proyectos que incentiven el cuidado y protección del Humedal de la Laguna de Mejía?

SI

NO

### **Relación con la valoración económica del Humedal de la Laguna de Mejía**

9. ¿Cree usted que el Humedal de la Laguna de Mejía puede ser valorado económicamente?

SI

NO

10. Sabiendo que el mercado de carbono tiene la finalidad de remunerar económicamente la reducción de gases de efecto invernadero (entre ellos el carbono atmosférico) ¿Cree usted que la captura de carbono por las plantas del Humedal de la Laguna de Mejía puede ser valorado en un mercado de carbono?

SI

NO

11. Teniendo en cuenta sus ingresos, gastos y preferencias personales ¿Estaría dispuesto a pagar para la conservación de las plantas del Humedal de la Laguna de Mejía ya que purifican el ambiente?

SI

NO

12. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio ecosistémico de captura de carbono del Humedal de la Laguna de Mejía?

Entre 1 y 2 soles

Entre 3 y 5 soles

Entre 6 y 8 soles

Mas de 10 soles

13. ¿Usted estaría dispuesto a participar en proyectos que conlleven a la reducción de gases de efecto invernadero en el Humedal de la Laguna de Mejía?

SI

NO

14. Sabiendo que existe un mercado de carbono en el cual por la reducción de gases de efecto invernadero puede ser transable económicamente ¿Usted estaría dispuesto a aceptar una compensación económica para proyectos relacionado a lo anterior señalado en el Humedal de la Laguna de Mejía?

SI

NO

15. ¿Cuánto estaría dispuesto a aceptar como compensación económica para la conservación y mejora del Humedal de la Laguna de Mejía?

Entre 2 y 5 soles

Entre 10 y 15 soles

Entre 20 y 25 soles

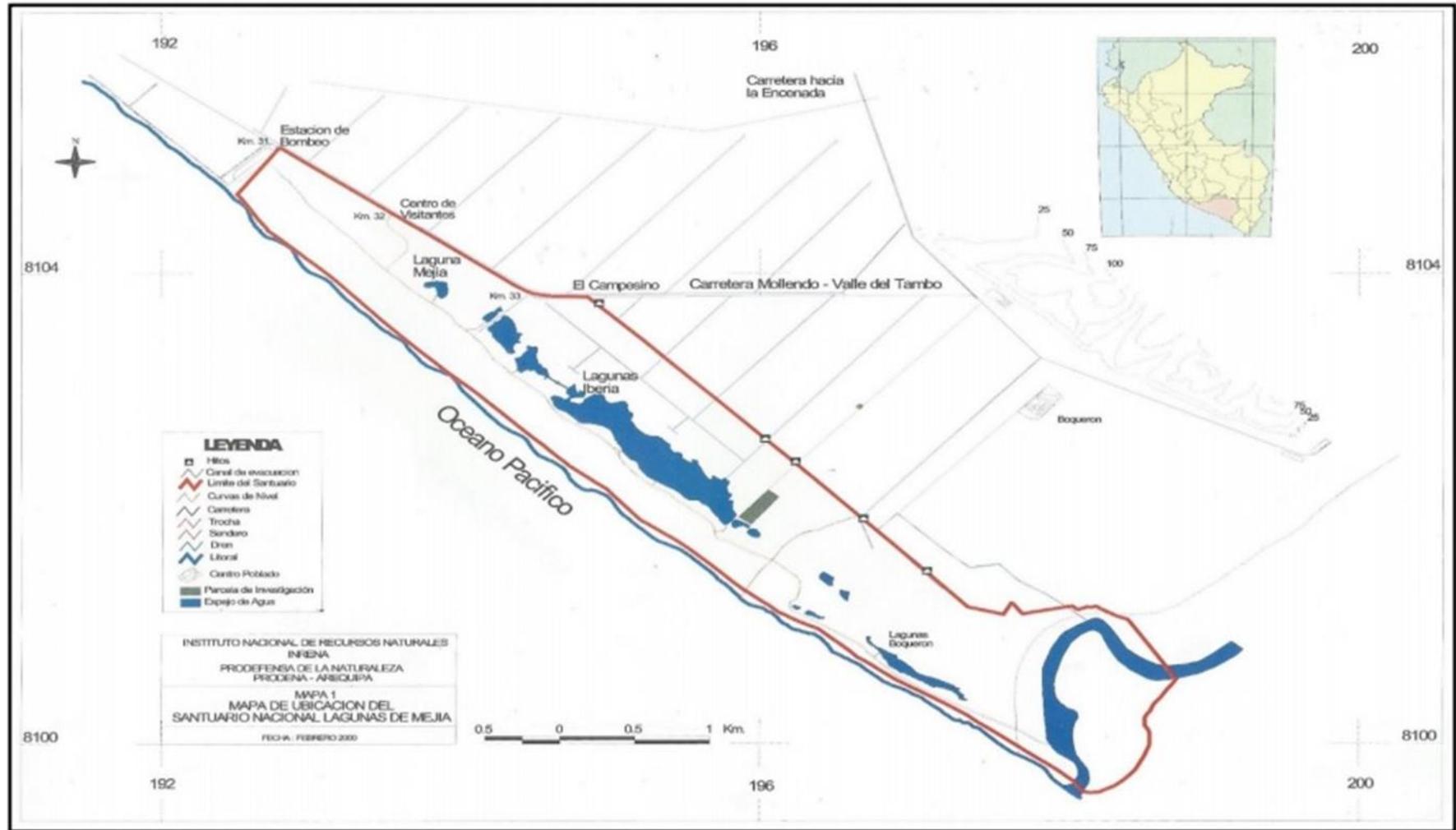
Mas de 25 soles

16. ¿Por qué motivo no estaría dispuesto a aceptar una compensación económica?

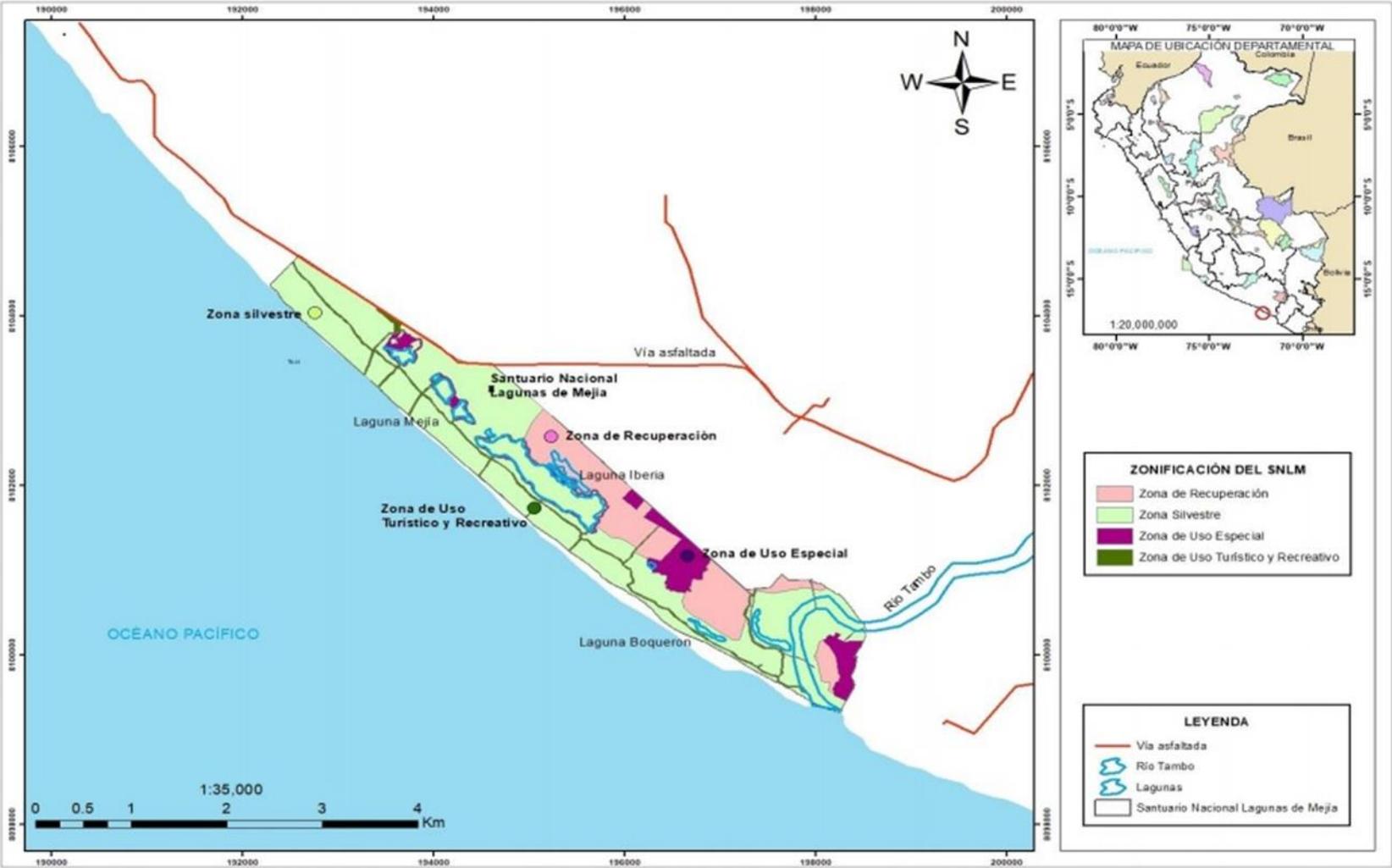
Especifique: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su colaboración!

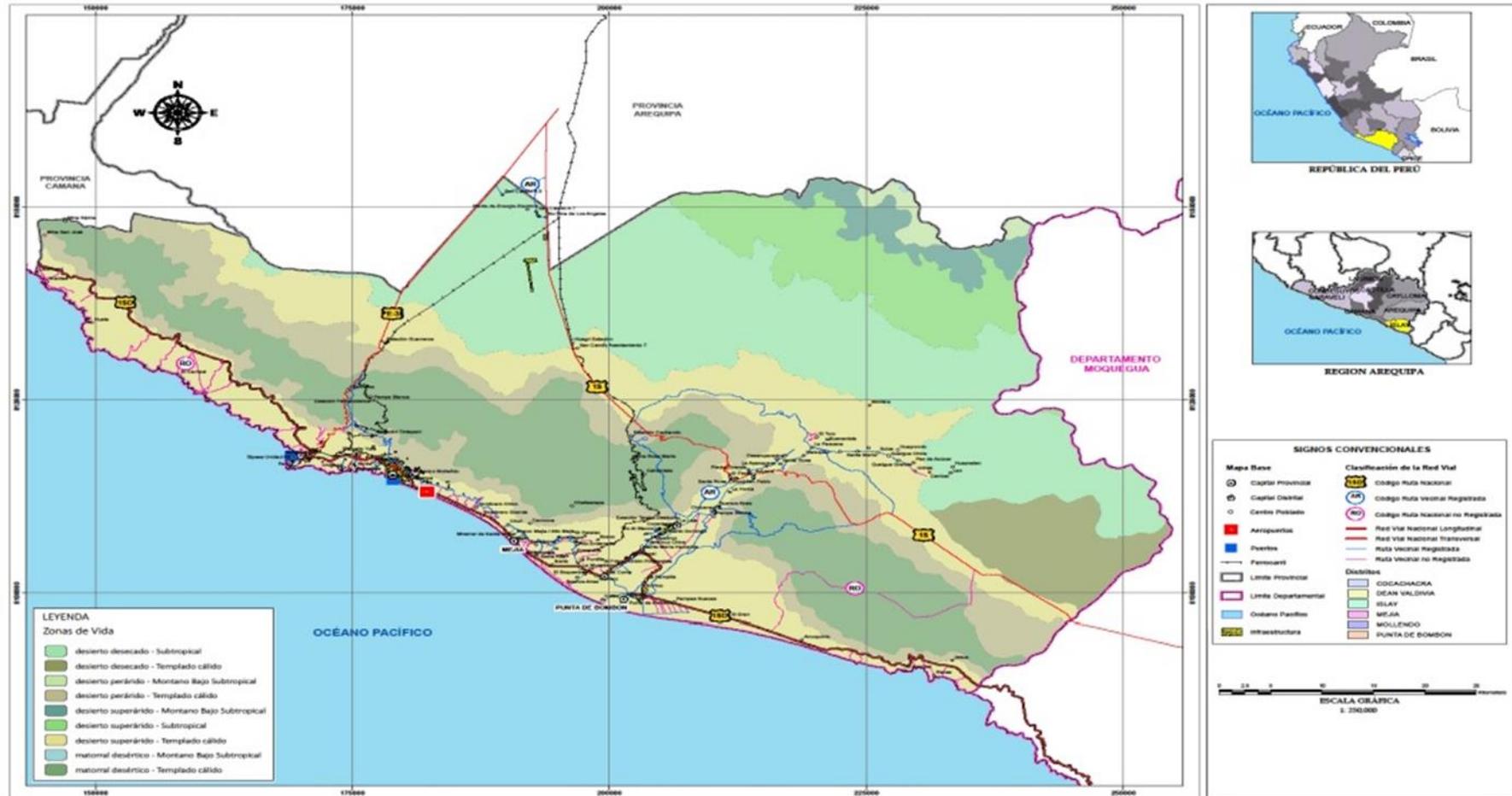
### Anexo 5. Mapa de ubicación del área de estudio



Anexo 6. Mapa de zonificación y uso de suelo



## Anexo 7. Mapa de zonas de vida

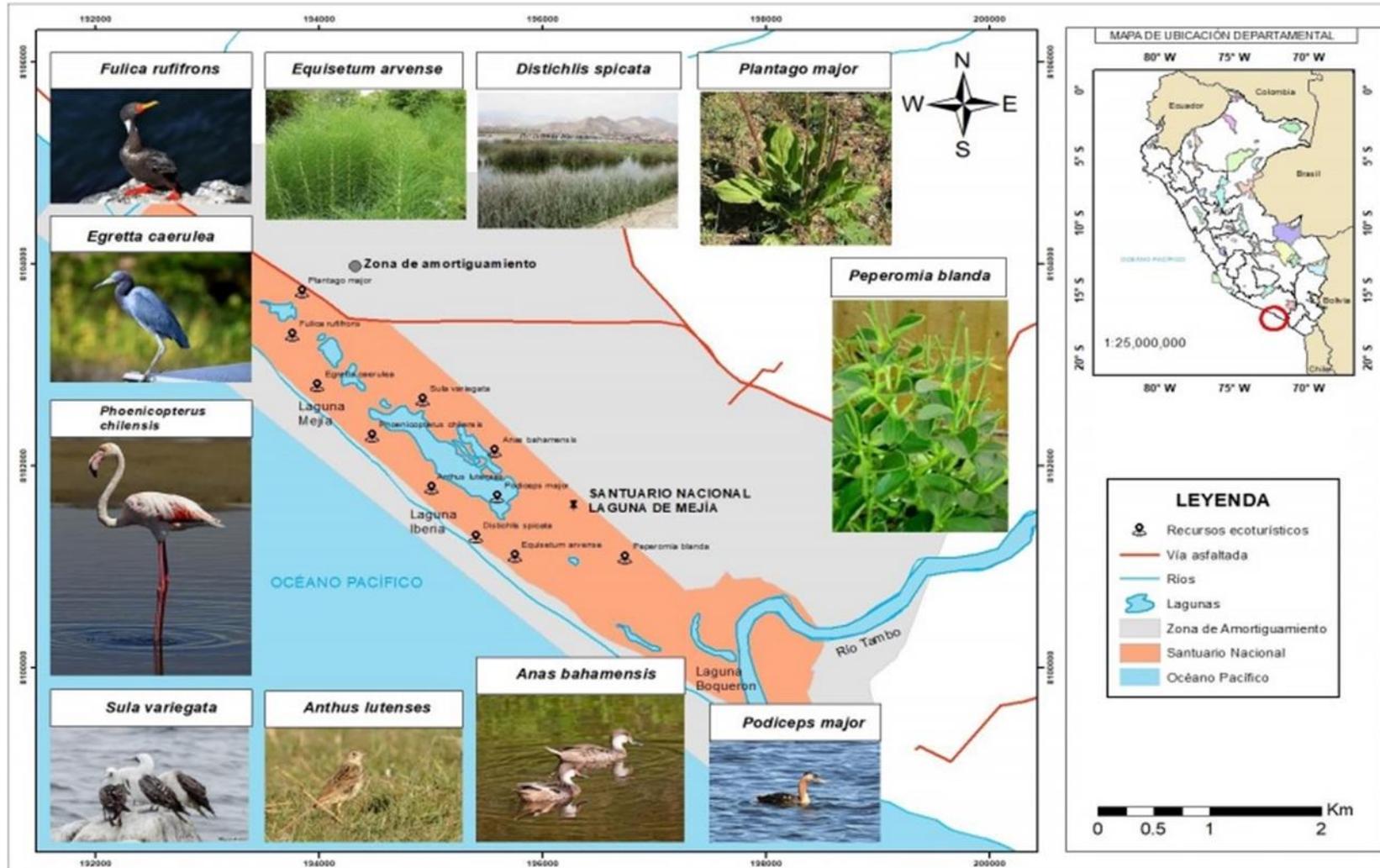




Anexo 9. Mapa de recolección de muestras



## Anexo 10. Mapa de especies de flora del humedal de la Laguna de Mejía



### Anexo 11. Resumen de resultados de las encuestas

Pregunta	Si	No
1. ¿Considera usted que la conservación del Humedal de la Laguna de Mejía es importante para el distrito de Mejía?	178 (99,3)	1 (0,7)
2. Las plantas cuando realizan la fotosíntesis, absorben dióxido de carbono del medio y producen oxígeno que liberan a la atmósfera. ¿Usted está de acuerdo con la anterior observación?	170 (95,1)	9 (4,9)
3. ¿Considera usted que la flora que alberga el Humedal de la Laguna de Mejía tiene potencial de captura de carbono atmosférico, para mejorar nuestro ambiente?	161 (90,2)	18 (9,8)
4. Sabiendo que los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales que las personas obtienen de los humedales ¿Cree usted que el Humedal de la Laguna de Mejía proporciona servicios ecosistémicos?	163 (90,9)	16 (9,1)
5. ¿Considera usted que el Humedal de la Laguna de Mejía se encuentra bien cuidado?	3 (1,4)	176 (98,6)
6. Sabiendo usted que las plantas del Humedal de la Laguna de Mejía descontaminan el aire ¿Usted estaría de acuerdo en cuidar las plantas?	171 (95,8)	8 (4,2)
8. ¿Apoyaría usted proyectos que incentiven el cuidado y protección del Humedal de la Laguna de Mejía?	163 (90,9)	16 (9,1)
9. ¿Cree usted que el Humedal de la Laguna de Mejía puede ser valorado económicamente?	158 (88,1)	21 (11,9)

Pregunta	Si	No
<p><b>10.</b> Sabiendo que el mercado de carbono tiene la finalidad de remunerar económicamente la reducción de gases de efecto invernadero (entre ellos el carbono atmosférico) ¿Cree usted que la captura de carbono por las plantas del Humedal de la Laguna de Mejía puede ser valorado en un mercado de carbono?</p>	163 (90,9)	16 (9,1)
<p><b>11.</b> Teniendo en cuenta sus ingresos, gastos y preferencias personales ¿Estaría dispuesto a pagar para la conservación de las plantas del Humedal de la Laguna de Mejía ya que purifican el ambiente?</p>	153 (85,3)	26 (14,7)
<p><b>13.</b> ¿Usted estaría dispuesto a participar en proyectos que conlleven a la reducción de gases de efecto invernadero en el Humedal de la Laguna de Mejía?</p>	169 (94,4)	10 (5,6)
<p><b>14.</b> Sabiendo que existe un mercado de carbono en el cual por la reducción de gases de efecto invernadero puede ser transable económicamente ¿Usted estaría dispuesto a aceptar una compensación económica para proyectos relacionados a lo anterior señalado en el Humedal de la Laguna de Mejía?</p>	155 (86,7)	24 (13,3)

## Anexo 12. Análisis de Laboratorio



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE-047



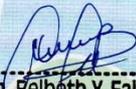
Registro N° LE - 047

### INFORME DE ENSAYO N° 091703-2015 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : JOSEPH ZAFRA SALAS  
**DOMICILIO LEGAL** : SELVA ALEGRE AV. LAS TORRES  
(1CUADRA)  
**SOLICITADO POR** : JOSEPH ZAFRA SALAS  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2019-11-28  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2019-11-28  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE

#### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Cantidad de Carbono Typha dominguensis (Totora)	%
<b>MUESTRA 1</b>	<b>42.27</b>
<b>MUESTRA 2</b>	<b>47.73</b>
<b>MUESTRA 3</b>	<b>45.05</b>
<b>MUESTRA 4</b>	<b>47.40</b>
<b>MUESTRA 5</b>	<b>44.05</b>

  
Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

I: FI 02 / Versión: 04 / FE: 04/2012

\* El metodo indicado no ha sido acreditado por INDECOPI/SNA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd Edition 2012. - EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana  
OBSERVACIONES: Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S. A. C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio

Página 1 de 2

NOTA: Los resultados de los ensayos 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.

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú Central Telefónica: 511-425-7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109\*1133



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE-047



## INFORME DE ENSAYO N° 091703-2015 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : JOSEPH ZAFRA SALAS  
**DOMICILIO LEGAL** : SELVA ALEGRE AV. LAS TORRES  
 (1CUADRA)  
**SOLICITADO POR** : JOSEPH ZAFRA SALAS  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2019-11-28  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2019-11-28  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Cantidad de Carbono cirpus Americanus Pers (Junco)	%
<b>MUESTRA 1</b>	<b>44.47</b>
<b>MUESTRA 2</b>	<b>49.93</b>
<b>MUESTRA 3</b>	<b>47.15</b>
<b>MUESTRA 4</b>	<b>49.60</b>
<b>MUESTRA 5</b>	<b>46.25</b>

  
 Quilm Belbét Y. Fajardo León  
 Director Técnico  
 C.Q.P. N° 648  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

FI 02 / Versión: 04 / F.E: 04/2012

\* El metodo indicado no ha sido acreditado por INDECOPI/SNA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd Edition 2012 - EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S. A. C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
 Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio

Página 1 de 2

**NOTA:** Los resultados de los ensayos 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.

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Rios Norte - Lima 01 - Perú Central Telefónica: 511-425-7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109\*1133



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 091703-2015 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : JOSEPH ZAFRA SALAS  
**DOMICILIO LEGAL** : SELVA ALEGRE AV. LAS TORRES  
(1CUADRA)  
**SOLICITADO POR** : JOSEPH ZAFRA SALAS  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2019-11-28  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2019-11-28  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Cantidad de Carbono Pistia straiotes (Lechuga de agua)	%
<b>MUESTRA 1</b>	<b>41.27</b>
<b>MUESTRA 2</b>	<b>46.73</b>
<b>MUESTRA 3</b>	<b>44.05</b>
<b>MUESTRA 4</b>	<b>46.40</b>
<b>MUESTRA 5</b>	<b>43.05</b>

  
Quim Belbét Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

FI 02 / Versión: 04 / F.E: 04/2012

\* El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI/SNA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd Edition 2012 - EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S. A. C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio

Página 1 de 2

**NOTA:** Los resultados de los ensayos 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.

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú Central Telefónica: 511-425-7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109\*1133

### Anexo 13. Galería fotográfica



