

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE



**Determinación de la cobertura vegetal en el santuario nacional
los manglares de Tumbes utilizando sistema de aeronaves
pilotadas a distancia**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniera de Forestal y
Medio Ambiente**

Autora: Bach. Yamira Anabelle, Hinojosa Niquén

Tumbes, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE



**Determinación de la cobertura vegetal en el santuario nacional
los manglares de Tumbes utilizando sistema de aeronaves
pilotadas a distancia**

Tesis Aprobada en estilo y forma por:

Dr. Miguel Antonio Puestas Chully (Presidente)

M.Sc. Jalmer Fidel Campaña Olaya (secretario)

Mg Eder Esaud Hidalgo Sandoval (Vocal)

Tumbes, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE



**Determinación de la cobertura vegetal en el santuario nacional
los manglares de Tumbes utilizando sistema de aeronaves
pilotadas a distancia**

**Los suscritos declaramos que la tesis es original en su
contenido y forma:**

Mg. Hinojosa Niquén, Yamira Anabelle (autora) _____

Dra. Niquén Inga, María Isabel (asesora) _____

Código ORCID: 0000000300574824

Mg. Yahaira Anabel Hinojosa Niquén (co asesora) _____

Código ORCID: 00000002888563005

Ing. Brehiter Yamir Zarate Olaya (co asesor) _____

Tumbes, 2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA



ANEXO VIII

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los veinte días del mes de diciembre del dos mil veintitrés, siendo las once horas, en el aula F2 Pabellón Escuela Ingeniería Forestal y Medio Ambiente ciudad universitaria, se reunieron el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, designado por Resolución N° 0114-2023/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, **Dr. Miguel Antonio Puestas Chully (Presidente)**, **M.Sc. Jalmer Fidel Campaña Olaya (Secretario)** encontrándose ausente, **Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval (Vocal)**, reconociendo en la misma resolución además, a la Mg. María Isabel Niquén Inga, como **Asesora** y, a la Ing. Yahaira Anabelle Hinojosa Niquén, como **Co-asesora**, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: **Determinación de la cobertura vegetal en el santuario nacional los manglares de Tumbes utilizando sistema de aeronaves pilotadas a distancia**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, presentado por la: Bach. **YAMIRA ANABELLE HINOJOSA NIQUÉN**. Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara a la: Bach. **YAMIRA ANABELLE HINOJOSA NIQUÉN**, con calificativo *.....muy bueno.....*

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda *expedita* para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las *12* horas y *35* minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, *20 de diciembre del 2023*

Dr. Miguel Antonio Puestas Chully

DNI N°02660522

CODIGO ORCID: 0000-0003-1979-9572

Presidente

No asistió

M.Sc. Jalmer Fidel Campaña Olaya

DNI N°

CODIGO ORCID

Secretario

Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval

DNI N° 42311217

CODIGO ORCID 0000-0002-8568-3255

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato)JMI/JCO

Resumen de Informe de originalidad Turnitin

Determinación de la cobertura vegetal en el santuario nacional los manglares de Tumbes utilizando sistema de aeronaves pilotadas a distancia

por Yamira Anabelle Hinojosa Niquén

Fecha de entrega: 17-ene-2024 09:44p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2271367234

Nombre del archivo: antamamiento_de_observaciones_ultima_version/17_01_24_Turnitin.pdf (9.27M)

Total de palabras: 11138

Total de caracteres: 61614



Dra. NIQUÉN INGA, MARIA ISABEL
Docente Universidad Nacional de Tumbes
Código ORCID: 000000300574824
Asesora de tesis

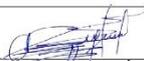
Determinación de la cobertura vegetal en el santuario nacional los manglares de Tumbes utilizando sistema de aeronaves pilotadas a distancia

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	5%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Nacional de Tumbes Trabajo del estudiante	2%
3	dicifo.chapingo.mx Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
7	hasbrouck.asu.edu Fuente de Internet	1%
8	repositorio.igp.gob.pe Fuente de Internet	1%


Dra. NIQUEN INGA, MARÍA ISABEL
Docente Universidad Nacional de Tumbes
Código ORCID: 000000300574824
Asesora de tesis

9	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1 %
10	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1 %
11	assets.researchsquare.com Fuente de Internet	1 %
12	www.albion.edu Fuente de Internet	1 %
13	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
14	www.yucatan.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
15	visorsig.oefa.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
16	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1 %
17	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	sncp.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
 Dra. NIQUEN INGA, MARIA ISABEL Docente Universidad Nacional de Tumbes Código ORCID: 000000300574824 Asesora de tesis		
20	kipdf.com Fuente de Internet	

		<1 %
21	myslide.es Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Institución Universitaria Digital de Antioquia Trabajo del estudiante	<1 %
24	es.mongabay.com Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	www.centraldereservas.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo


 Dra. NIQUEN INGA, MARIA ISABEL
 Docente Universidad Nacional de Tumbes
 Código ORCID: 000000300574824
 Asesora de tesis

DEDICATORIA

A Dios por su amor en toda mi vida.

A mi padre amado, quien, aunque no está presente físicamente, me cuida y me protege, agradezco sus enseñanzas que siguen guiándome día a día.

A mi madre y hermana, quienes con su fortaleza y amor incondicional me guían, creen en mí y son felices con los logros de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre y hermana por instrucción, educación y asesoramiento durante esta investigación; a todos los docentes que me instruyeron con sacrificio en mi alma mater; a los docentes, Dr. Napoleón Puño Lecarnaqué y Brehiter Yamir Zarate Olaya por su invaluable colaboración y enseñanzas; al personal del SERNAN, Ing. Rosa García García, Ing. Eduard Alder Feijoó Fox, Sr. Edwin Heraldo Socola Merino, Sr. Martín Silva Sernaqué, Sr. Ysidoro Aguirre Hidalgo, por su apoyo, enseñanzas y compañía durante la fase de campo en el SNLMT; y, a todas las personas que me apoyaron en mi trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. REVISIÓN DE LITERATURA	19
2.1. INFORMACIÓN GEOESPACIAL.....	19
2.2. ANTECEDENTES	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	25
3.1.1. Hipótesis.....	25
3.2. METODOLOGÍA.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1. RESULTADOS	62
4.2. DISCUSIÓN	70
V. CONCLUSIONES.....	72
VI. RECOMENDACIONES	73
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
VIII. ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Ruta de acceso al SNLMT.	27
Tabla 2 Clasificación de Cobertura en área de estudio.	30
Tabla 3 Georreferenciación de Área de recuperación SNLMT	32
Tabla 4 Características técnicas de equipo.	37
Tabla 5 Datos de estación GPS Base utilizada	39
Tabla 6 Georreferenciación de GPS.	39
Tabla 7 Características de Cámara.	41
Tabla 8 Clasificación del Bosque Manglar.	61
Tabla 9 Estructura del Bosque Manglar.	62
Tabla 10 Clasificación del Bosque Manglar.	63
Tabla 11 Identificación de individuos obtenidos del procesamiento de fotogrametría.	64
Tabla 12 Índice de Vegetación.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Flujo de trabajo – IGN 2020.....	20
<i>Figura 2 y Figura 3: Área de investigación de 100.00 Has del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes (SNLMT), donde comprende Bosque de Manglar recuperado, área de recuperación y bosque seco.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 4 Biotopos del SNLMT – Perfil.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 5 Corte Transversal del ecosistema manglar de Tumbes.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 6 Corte Transversal del ecosistema manglar de Tumbes.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 7 Vista de la clasificación de cobertura vegetal.....</i>	<i>31</i>
Figura 9 Vista del área de Planificación del vuelo con Drone de 100.00 Has del SNLMT	31
<i>Figura 9 Vista del área de recuperación del SNLMT.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 10 Vista de GPS Geodésico LEICA.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 11Figura 11: Vista Drone Mavic 2 Pro.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 12 Vista de Planificación de vuelo con el software - DJI FlightPlanner.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 13 Estación de Rastreo Permanente.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 14 Ubicación Georreferencial de GPS.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 15 Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 16 Posiciones de cámara y estimaciones de error.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 17 Coeficientes de calibración y matriz de correlación.</i>	<i>42</i>
Figura 18 Importación de imágenes y orientación.....	43
<i>Figura 19 Creación de nube de puntos densa.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 20 Creación del modelo digital de elevaciones.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 21 Modelo digital de elevaciones.....</i>	<i>44</i>
Figura 22 Proceso para obtención de ortomosaico.....	45

Figura 23 Ortomosaico del Área de Recuperación.....	45
<i>Figura 24 Procesamiento de Información con Arcgis 10.8.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 25 Procesamiento de Información con Arcgis 10.8.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 26 Procesamiento de Información con Global Mapper 23.0.....</i>	<i>60</i>
Figura 27 Análisis de ortomosaico con cada individuo.....	60
<i>Figura 28 Análisis de ortomosaico por especie.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 29 Clasificación de cobertura vegetal.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 30 Ortomosaico del área de recuperación.....</i>	<i>69</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 Fotos GPS Geodésico	79
Anexo 2 Toma de puntos de especies.....	80
Anexo 3 Grupo de trabajo de campo	83
Anexo 4 Toma de punto del GPS Geodésico n°01	84
Anexo 5 Toma de punto del GPS Geodésico n°02	85
Anexo 6 Ruta de vuelo de toma de fotos.....	86
Anexo 7 Coordinaciones de asesores para el ingreso al SNLMT	86
Anexo 8 Equipo de trabajo ingresando al punto del área de investigación SNLMT	87
Anexo 9 Recibo por derecho de servicio de data de la red geodésica nacional (Data GNSS ERP) – TUMBES.....	88

RESUMEN

La presente investigación “Determinación de la Cobertura Vegetal en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes utilizando Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia” es muy importante porque obtenemos información actualizada, dato real de la superficie manglares constituyentes del sistema terrestre y marino Tumbesino, con suma importancia en la función ecológica que tiene que ver con los cambios globales, deforestación, actividades socioeconómicas y otras desarrolladas en la zona; teniendo como objetivo determinar de la cobertura vegetal del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes utilizando un Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia; para ello se dispuso de dos Receptores GPS Geodésicos ubicándose el área de recuperación LAN Zarumilla-Tumbes en el interior del Santuario, se realiza la planificación del vuelo fotogramétrico en 100.00 has y se localiza aquí 4.20 Has para la determinación de la cobertura vegetal, realizándose el vuelo fotogramétrico con el uso del drone Mavic 2; indicando que con el programa Agisoft Metashape, hemos obtenido el OrtoMosaico del Proyecto, Área obtenida y luego procesados con los programas Global Mapper y Autocad Civil 3D, importándose 457 imágenes al programa para su proceso y con el ortomosaico mediante el software Agisoft Metashape y Arcgis 10.8 se obtuvo cada tipo de cobertura con 2875 individuos en un área de evaluación de 4.20 Hás. Se identificaron 4 especie de manglar: rojo, negro, blanco y colorado. La interpretación de los mapas se realizó con el software ARCGIS 10.8 y obteniéndose la cobertura vegetal indicada, predominando con el 78.3% el mangle negro del total de individuos clasificados. Así mismos el Índice de vegetación Diferenciado Normalizado (NDVI) varía entre 0.005 (cuerpo de agua) con 10.50 Has. Hasta 0.6 (Bosque Manglar Maduro) con 52 has (52%) del área en estudio.

Palabras clave: Drones – Manglares - Cobertura vegetal.

ABSTRACT

The present research “Determination of Vegetation Cover in the Mangroves of Tumbes National Sanctuary using Remotely Piloted Aircraft System” is very important because we obtain updated information, real data on the mangrove surface that constitutes the Tumbesian terrestrial and marine system, with utmost importance. in the ecological function that has to do with global changes, deforestation, socioeconomic and other activities developed in the area; aiming to determine the vegetation cover of the Tumbes Mangrove National Sanctuary using a Remotely Piloted Aircraft System; For this, two Geodetic GPS Receivers were available, locating the Zarumilla-Tumbes LAN recovery area inside the Sanctuary, the planning of the photogrammetric flight was carried out on 100.00 hectares and 4.20 hectares were located here for the determination of the vegetation cover, carrying out the photogrammetric flight with the use of the Mavic 2 drone; indicating that with the Agisoft Metashape program, we have obtained the OrthoMosaic of the Project, Area obtained and then processed with the Global Mapper and Autocad Civil 3D programs, importing 457 images to the program for processing and with the orthomosaic through the Agisoft Metashape and Arcgis 10.8 software Each type of coverage was obtained with 2875 individuals in an evaluation area of 4.20 hectares. Four species of mangrove were identified: red, black, white and red. The interpretation of the maps was carried out with the ARCGIS 10.8 software and the indicated vegetation cover was obtained, with black mangrove predominating with 78.3% of the total classified individuals. Likewise, the Normalized Differentiated Vegetation Index (NDVI) varies between 0.005 (body of water) with 10.50 Has. Up to 0.6 (Mature Mangrove Forest) with 52 hectares (52%) of the study area.

Keywords: Drones – Mangroves – Vegetative cover.

I. INTRODUCCIÓN

Estudios realizados indican que a nivel internacional la cobertura de manglares está disminuyendo en superficie. Por lo que los manglares ubicados en el departamento de Tumbes de nuestro país Perú al estar involucrados en este tema trae consigo nuestra preocupación al entrar en muchas desventajas en la conservación de la naturaleza tanto para el hombre como los seres vivos e inertes. En este contexto en el Perú se debe realizar estudios para monitorear, investigar y actualizar la información acerca de la determinación de la cobertura vegetal en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes con alta tecnología, utilizando un dron o Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS).

Es muy importante realizar el trabajo de investigación ya que permitió tomar precauciones en muchos aspectos como, por ejemplo, la degradación del ecosistema manglar en el norte del Perú que es un problema que aqueja no solamente a los pobladores de Tumbes, sino es un problema nacional e internacional ya que es un área natural con un importante hábitat de la comunidad de flora y fauna de su sistema.

Pese a los beneficios ecológicos, económicos y sociales que brinda este ecosistema, es objeto de fuertes impactos debido básicamente al desarrollo urbano, la tala, el relleno, la contaminación y la explotación forestal sin ordenamiento (Alongi, 2002).

Para mitigar la degradación de los manglares se han realizado investigaciones por Ministerio del Ambiente del Ecuador, indicándose que a nivel mundial la cobertura de manglares en 1997 fue estimada en 181.000 Km², para el 2005 esta superficie disminuyó un 17.13% equivalente a 150.000 Km² de manglar (Vera Andrade, 2018)

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. INFORMACIÓN GEOESPACIAL

2.1.1. Sistema de Aeronaves Piloteadas a Distancia (RPAS)

Sistema de aeronaves pilotadas a distancia-RPAS, es un conjunto de elementos configurables por una aeronave pilotada a distancia, estaciones de piloto remoto y equipos necesarios para su control. (NTC-001-2015, 2015)
Aeronave pilotada a distancia (RPA)

2.1.2. Aeronave piloteada a distancia (RPA)

Un RPA o dron es una aeronave pilotada por un piloto remoto, emplazado en una estación de piloto remoto ubicada fuera de la aeronave (es decir en tierra, en banco, en otras aeronaves, en el espacio) quien monitorea la aeronave en todo momento y tiene la responsabilidad directa de la conducción segura de la aeronave durante todo su vuelo (NTC-001-2015, 2015).

2.1.3. Fotogrametría

RPASDrones, (2020).

Es la técnica cuyo fin es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera, utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de ese objeto.

La Fotogrametría es una de las actividades que comprende la fotografía aérea y la obtención de modelos de elevaciones, siendo información de referencia básica para la realización de la cartografía y la obtención de información geográfica en general: ocupación del suelo, urbanismo, ordenación del territorio, catastro, gestión forestal, hidrología, Etc.



Figura 1 Flujo de trabajo – IGN 2020.

2.1.4. Diseño o plan de vuelo

Rodriguez García, (2021)

El plan inicial del proyecto debe especificar los datos de la cámara, distancia focal, los sensores, escala de imagen, altura de vuelo entre otros. En este se incluye las coordenadas de llegada y de salida del área de estudio, en el que el VANTE sigue una trayectoria. Para realizar el plan de vuelo se debe introducir una polilínea en el programa Pix4D, introduciendo también a que altura se debe realizar el vuelo. El software realiza las correcciones necesarias conociendo las especificaciones de la cámara y el lente fotográfico.

2.1.5. Puntos de apoyo terrestre

Rodriguez García, (2021)

Los puntos de apoyo son puntos del terreno claramente identificados en la fotografía, de los que se conocen sus coordenadas, estos puntos de apoyo

son necesarias para obtener la orientación absoluta del modelo y tienen que estar distribuidos de forma regular

La metodología para la toma de puntos de apoyo es saber el área que cubrirá el vuelo, así calculamos el número de puntos de apoyo necesarios para dicha área, estos puntos de apoyo se usan siempre y cuando el VANTe no cuente con un posicionamiento cinemático en tiempo real (RTK) incorporado el cual requiere un punto de apoyo de comprobación.

2.1.6. Modelo digital de elevación

Con este modelo se obtiene la información de la altitud de cada punto del área de estudio, y por medio de la clasificación de colores se interpretan las altitudes mayores y menores; lo cual permite determinar cómo se encuentra la superficie del terreno actual.

2.1.7. Ortofoto

Es la representación fotográfica de la superficie del terreno del área de estudio, a partir de la toma de fotos con el equipo RPA, con esta imagen se puede observar clara y detalladamente la zona de extracción del material, la topografía del terreno, las vías de acceso, y el área de afectación a la cobertura vegetal Matías, (2020).

2.1.8. Software Pix4D

Zabaleta, (2017) describe:

Este software es de origen suizo creado por Christoph Strecha proveniente de la Universidad de Laussane y con gran trayectoria en la investigación en fotogrametría digital.

Esta herramienta tiene la capacidad de procesar una gran cantidad de datos e interpretarlos juntamente, con la finalidad de obtener ortomosaicos, modelos digitales en 3D en tiempo real, con alta resolución y precisión, además permite tener una mejor visibilidad en la fase de campo de algún proyecto.

Una de las ventajas de este programa se adapta a diferentes terrenos y se puede incluir los puntos de control y referencia en el área estudiada para mejorar la precisión.

2.1.9. Sistemas de Información Geográfica

Alonso Sarría, (2016)

Es una herramienta que permite la integración de bases de datos espaciales y la implementación de diversas técnicas de análisis de datos. Por tanto, cualquier actividad relacionada con el espacio, puede beneficiarse del trabajo con el SIG.

2.2. Antecedentes

Vallejos Suarez, S. O. (2022), en su investigación titulada Metodología para el análisis de cobertura vegetal mediante imágenes obtenidas con drones en franjas de protección de ríos. Caso: Rio Chorlaví, ciudad de Ibarra tuvo como objetivo:

Proponer una metodología para el análisis de cobertura vegetal mediante imágenes obtenidas con drones en franjas de protección de ríos, teniendo como resultado la integración de una propuesta metodológica donde las imágenes aéreas obtenidas con dron, son una opción para el análisis de cobertura vegetal, y determinar las franjas de protección de los ríos, debido a su alta resolución, detalle y en tiempo real, con menor costo de inversión comparando con otros equipos.

Pablo, M. D. J. M. (2018), en su investigación: Efecto de la sombra en el cálculo de la cobertura vegetal, usando imágenes de DRONES, teniendo como objetivo principal de este trabajo:

Es estimar la cobertura vegetal del cultivo de maíz mediante un algoritmo de segmentación (Otsu- Valley) y tres índices de vegetación visibles (Exg, Vig, CIVE), teniendo como resultado que tanto la precisión global como el índice kappa mejoran si se clasifica primero la sombra y después las dos clases restantes, este efecto es más notable en el índice VIg.

Jiménez, S. I. J. (2019), en su investigación:

Información de Drones y su análisis en la agricultura de precisión., teniendo como objetivo principal brindar información de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANTs) o drones y su análisis en la agricultura de precisión. Indica que gracias a los avances tecnológicos se han creado diversas plataformas web especializadas en el análisis de información obtenido con drones útiles para la agricultura de precisión, teniendo como resultado de este trabajo, un resumen de la información consultada y presenta una revisión de los drones y cámaras que más se están usando actualmente en este sector y sus alcances, así como las plataformas web dedicadas al análisis de datos obtenidos con drones.

Cordova Reyes, J. R. (2020), en su investigación titulada “Análisis de la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del Rio Neshuya, Ucayali, Perú.”, teniendo como objetivo:

Analizar la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya, teniendo como resultado identificar como uno de los datos más representativos, la pérdida de la cobertura boscosa, teniendo en el año 2010 un área de 59 826 Há., para luego en el año 2018 disminuir su volumen a 19 993 Há., con una pérdida de 38 833 ha; siendo el caso contrario el de la palma aceitera de 31 032 Há. en el año 2010, pasó a tener un crecimiento 47 399 ha, obteniendo un área de 78 431 ha en el año 2018.

Dioses– Puelles (2020), en su investigación titulada “Determinación y evaluación de la cobertura vegetal a través de parcelas de monitoreo permanente en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes - Perú”, teniendo como objetivo:

Permitir determinar y evaluar las formaciones vegetales presentes en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes (SNLMT), siendo estas dos (Bosque Seco y Bosque Manglar). A partir del levantamiento de información de campo Parcelas de Monitoreo Permanente (PMP) e imágenes satelitales, se obtuvieron resultados cuantitativos y cualitativos, que determinaron la existencia de 2022.8 hectáreas de cobertura vegetal, siendo el bosque

manglar el que más extensión tiene, con 1779.8 hectáreas que representa un 68.06% del SNLMT. Para bosque seco se determinó una extensión de 243 hectáreas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis

La cobertura vegetal en el santuario nacional manglares de Tumbes ha disminuido a través de los años.

3.1.2. Variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Cobertura vegetal	Índice de vegetación diferencia normalizada	Cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada	Valores numéricos
	Área de extensión	RPAS	PIXEL
		Imágenes Satelitales	12
	Tipo de cobertura	Área	Km 2
		Ubicación	Coordenadas UTM
		Estimación del Índice de cobertura Vegetal (ICV)	ICV

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Lugar de ejecución

3.2.1.1. Ubicación Política

Región : Tumbes
Provincia : Zarumilla
Distrito : Zarumilla
Sector : El Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes
Área de Proyecto : LAN Zarumilla

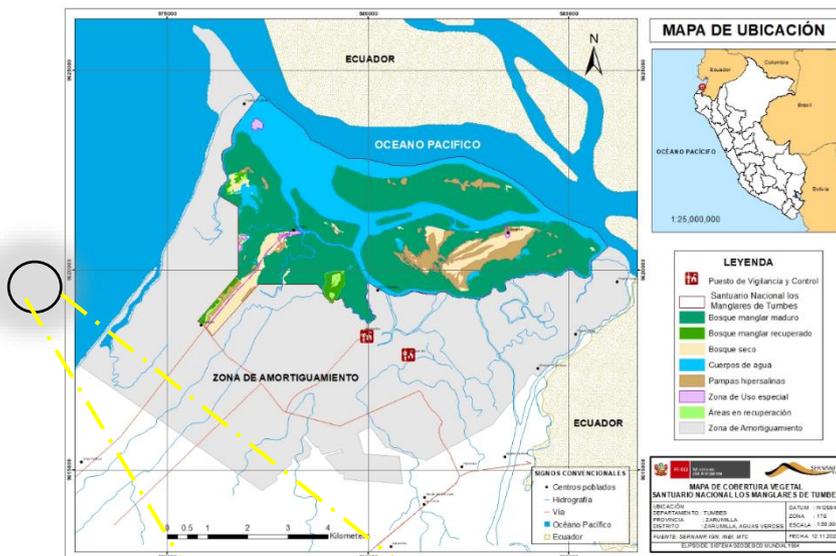


Figura 2 y Figura 3: Área de investigación de 100.00 Has del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes (SNLMT), donde comprende Bosque de Manglar recuperado, área de recuperación y bosque seco.

3.2.1.2. Ubicación Geodésica

El Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) se localiza en la provincia y distrito de Zarumilla del departamento de Tumbes. Geográficamente se ubica en la intercuenca de los ríos Tumbes y Zarumilla, entre los paralelos 3°24' y 3°27' de latitud sur y entre los meridianos 80°13' y 80°19' de longitud oeste (sistema de coordenadas WGS 84).

3.2.1.3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

El Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes es actualmente la única área natural protegida en el Perú que protege el ecosistema manglar que abarca aproximadamente 5,000 hectáreas de las cuales 2,972 pertenecen a esta importante área natural protegida. En el ANP encontramos cinco especies de mangle (rojo, colorado, piña, negro y blanco).

La accesibilidad, se accede al SNLMT por la siguiente ruta:

Tabla 1

Ruta de acceso al SNLMT.

Ruta	Vía	Distancia	Tiempo
Ciudad de Tumbes – Zarumilla	Vía Asfaltada	13.10 Km	20 min
Zarumilla – El Algarrobo	Trocha	10.50 Km	15 min
El Algarrobo - SNLMT	Vía afirmada	5.80 Km	10 min

Inrena, (2007b):

El Clima, en el SNLMT se desarrollan en un clima semiárido, con influencia del sistema oceánico. Las precipitaciones anuales son generalmente inferiores a los 100 mm. La temperatura media oscila entre los 22 y 27°C. La humedad relativa media mensual se presenta entre los 72 y 86%. El periodo de lluvia se presenta entre enero y marzo, los demás meses del año corresponden al período seco; además, se dan cambios significativos durante los eventos de El Niño, ocurriendo precipitaciones abundantes

La Morfología y Fisiografía del SNLMT está ubicado en la unidad geomorfológica denominada planicie litoral, con una topografía uniforme y casi plana, con pendiente muy suave (1-5%) entre el mar y la carretera Panamericana, al sur del SNLMT (ONERN, 1992; CDC-UNALM, 1982). El

relieve es ligeramente ondulado por las barreras litorales antiguas de forma alargada y dispuestas paralelamente a la orilla marina que se presentan.

La Hidrografía del SNLMT presenta el ecosistema manglar es un sistema abierto fluvial y marino, que depende de flujos de agua para el transporte de nutrientes y para la redistribución de la materia orgánica y sedimentos, así como para regular la salinidad.

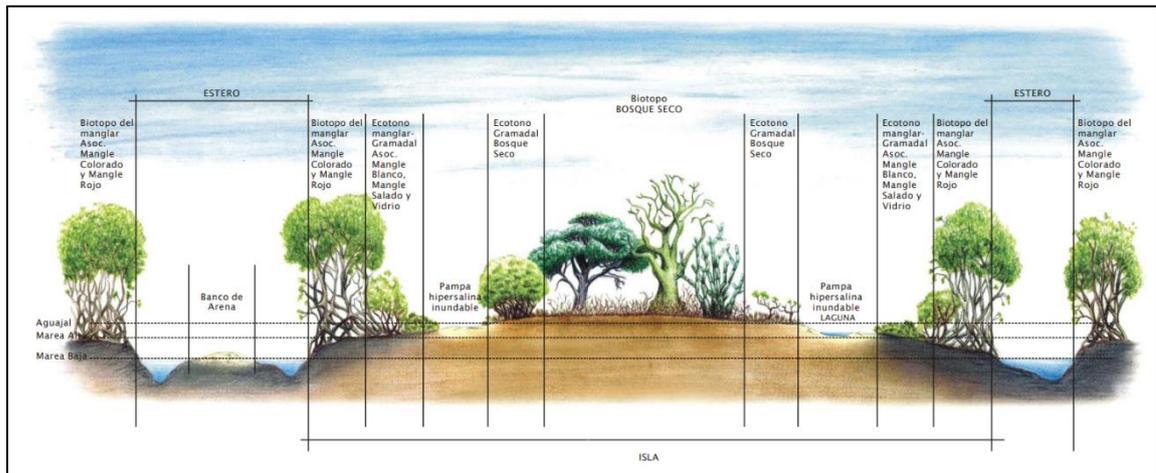


Figura 4 Biotopos del SNLMT – Perfil.

Fuente (INRENA, Plan Maestro del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes 2007 – 2011)

La restauración de los ecosistemas es una herramienta común en la administración de las ANPs, y parece haber recibido mayor atención en las últimas 3 décadas, cuando grandes ecosistemas naturales, se vieron dramáticamente afectados ya sea por eventos naturales o por acción del hombre. Desde finales de la década de los 70 ya se hablaba de la necesidad de restaurar ecosistemas, y mención especial tienen los manglares, ya sea por explotación, degradación, o por ser sometidos a cambio de uso (agricultura y/o acuicultura). Incluso, para algunos ecosistemas es más urgente abordar aspectos de restauración que de preservación o conservación. Así mismo la restauración va más allá de la dimensión ecológica alcanzando lo político – institucional, social, y económico – financiero.

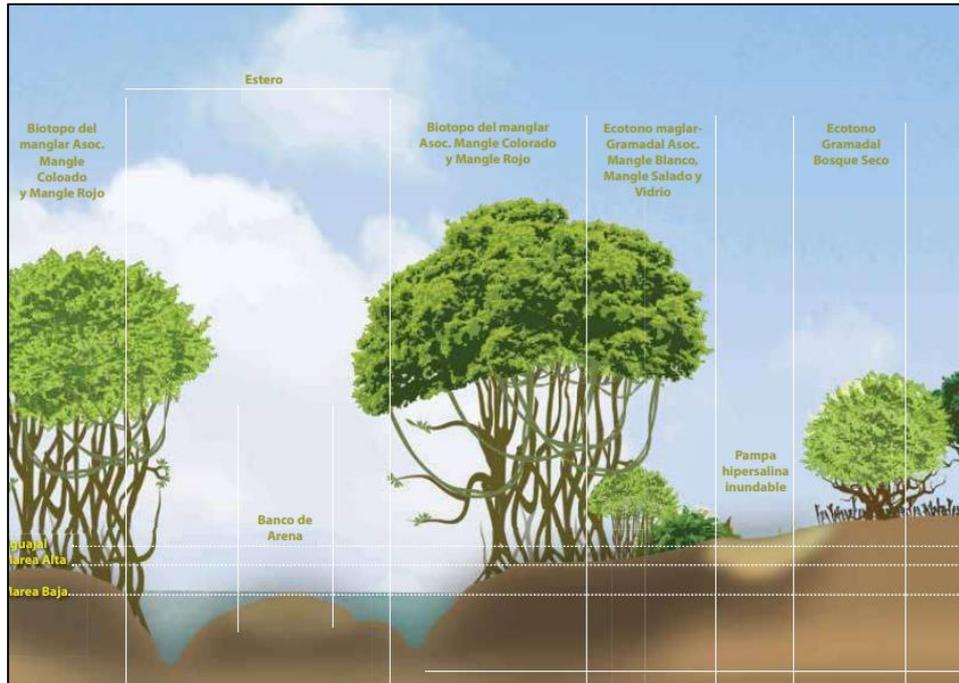


Figura 5 Corte Transversal del ecosistema manglar de Tumbes.

Fuente: Identificación de servicios ecosistémicos en el Santuario Nacional

Los Manglares de Tumbes, Informe Técnico Especial (2013).

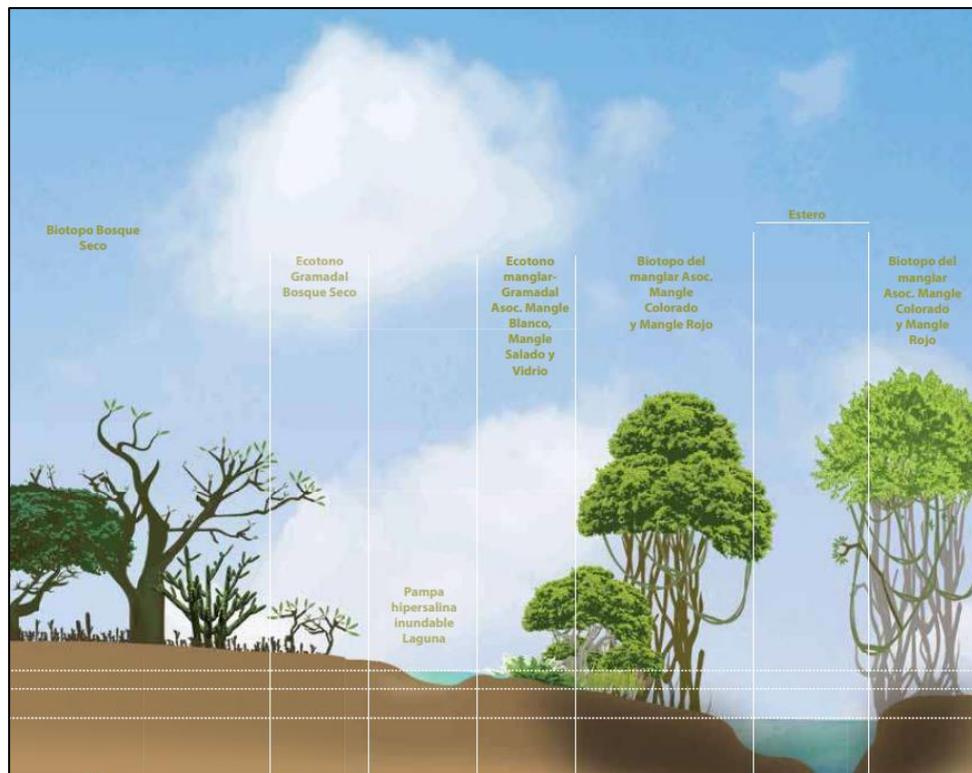


Figura 6 Corte Transversal del ecosistema manglar de Tumbes.

Fuente: Identificación de servicios ecosistémicos en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, Informe Técnico Especial (2013).

3.2.2. Parámetros de caracterización de Cobertura Vegetal

El análisis de caracterización se realiza con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación. La estructura permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del área a investigar.

En el muestreo de la vegetación se incluyeron todos los individuos enraizados dentro de la parcela con un diámetro a la altura de pecho (DAP) ≥ 2.5 cm para el bosque manglar, además se evaluó su identidad taxonómica, altura total, diámetro a la altura del pecho (DAP), georreferenciación de cada individuo identificado.

3.2.3. Clasificación de cobertura vegetal en el área de estudio

La Planificación para el vuelo fotogramétrico se realizará en una superficie de 100.00 has donde comprende los siguientes tipos de cobertura:

Tabla 2 Clasificación de Cobertura en área de estudio.

Tipo de Cobertura	Superficie (Has)	Sistema de Proyección: UTM Datum: WGS 84 – Zona17S	
		Este (X)	Norte (Y)
Bosque Manglar Maduro	60.80	579093	9620162
Bosque de Manglar Recuperado	35.00	579062	9619806
Área en recuperación	4.20	579237	9619836
Total	100.00		

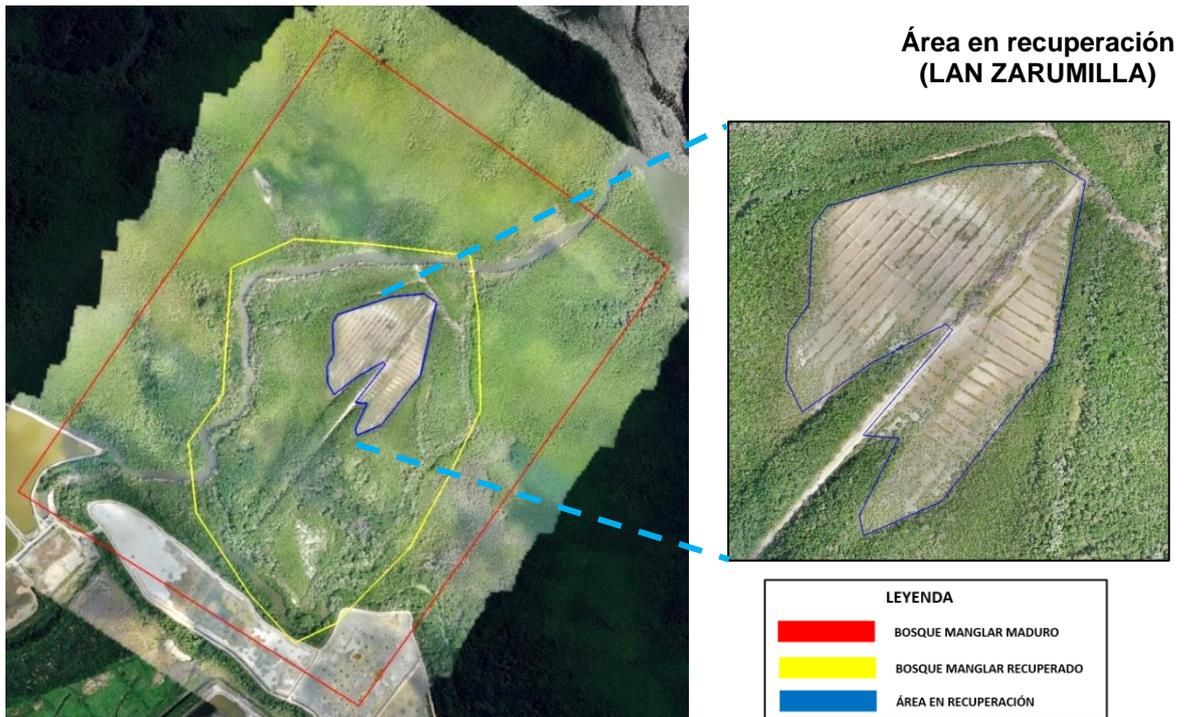


Figura 7 Vista de la clasificación de cobertura vegetal.
Fuente: Google Earth Pro.

3.2.4. Evaluación de Área de Estudio

Para la planificación del vuelo fotogramétrico se realizó en un área de 100.00 Hás. que comprende Bosque de manglar maduro, Bosque de Manglar recuperado y Áreas de recuperación (Ver tabla 3).

Para la determinación de la cobertura vegetal se localizó en el área de recuperación que comprende una superficie de 4.20 Hás. que se encuentra ubicada dentro de la planificación del vuelo (Ver figura 8 y 9).



.Figura 9 Vista del área de Planificación del vuelo con Drone de 100.00 Has del SNLMT



Figura 9 Vista del área de recuperación del SNLMT.

El área de recuperación denominado LAN ZARUMILLA del SNLMT para la presente investigación comprende la siguiente georreferenciación:

Tabla 3

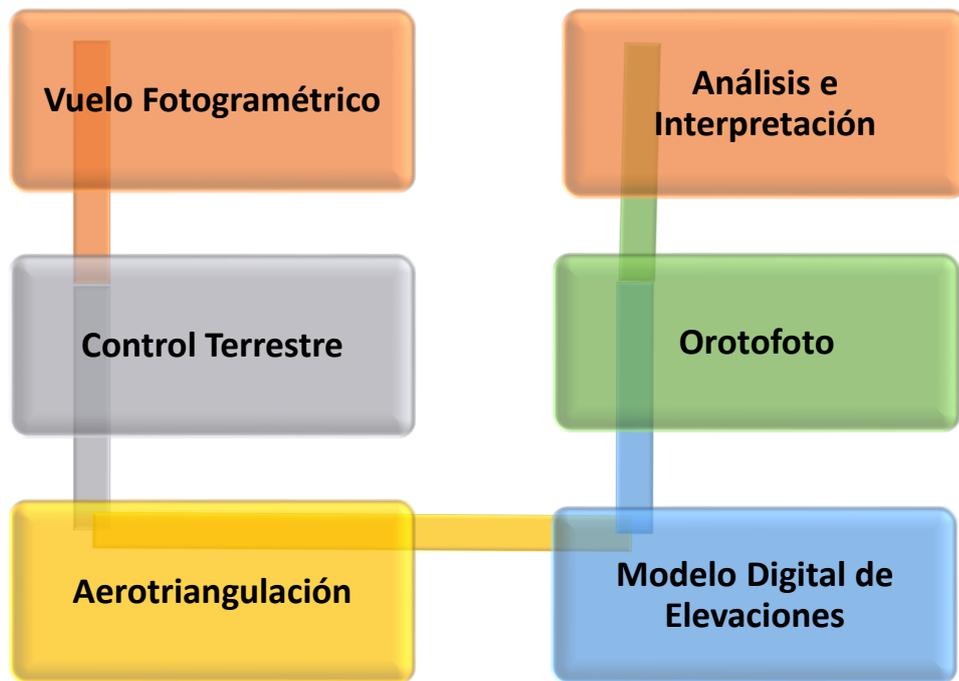
Georreferenciación de Área de recuperación SNLMT

Vértice	Lado	Distancia (m)	Angulo	Coordenadas	
				Sistema de Proyección: UTM	
				Datum: WGS 84 - Zona 17S	
				Este	Norte
P1	P1 - P2	33.03	112°15'13"	579323	9619903
P2	P2 - P3	70.11	139°46'14"	579295	9619920
P3	P3 - P4	120.1	167°6'41"	579226	9619907
P4	P4 - P5	21.56	136°42'10"	579116	9619860
P5	P5 - P6	66.13	149°57'20"	579107	9619840
P6	P6 - P7	27.4	211°3'34"	579115	9619774
P7	P7 - P8	35.9	149°18'0"	579103	9619749
P8	P8 - P9	28.51	152°19'55"	579107	9619713
P9	P9 - P10	60.31	81°17'37"	579123	9619690
P10	P10 - P11	64.6	187°50'53"	579168	9619731
P11	P11 - P12	7.26	252°53'34"	579221	9619768
P12	P12 - P13	103.47	265°20'39"	579226	9619763
P13	P13 - P14	25.61	56°16'19"	579169	9619677
P14	P14 - P15	59.85	290°34'15"	579195	9619677
P15	P15 - P16	14.03	140°32'37"	579174	9619621
P16	P16 - P17	58.01	80°53'25"	579179	9619607
P17	P17 - P18	131.87	151°42'23"	579230	9619635
P18	P18 - P1	159.67	154°9'10"	579302	9619745

Área= 4.18 Has / 41781.61 m²
Perímetro (ml) =1087.42

3.2.5. Metodología para la obtención, procesamiento y análisis de imágenes por dron

El diagrama de flujo de las fases de los trabajos necesarios para la obtención de cartografía y ortofoto a partir de vuelos fotogramétricos es el siguiente:



3.2.5.1. Equipos y software utilizados

a) Equipos

- Dos (02) Receptores GPS Geodésicos marca Leica, modelo System 500, de doble frecuencia.
- Dos (02) Trípodes.
- 01 Drone Mavic 2 Pro.
- 01 Tarjeta de memoria MicroSD de 32 Gb.
- 04 Baterías.
- Implementos de seguridad.
- 1 camioneta 4 x 4 para transporte.



Figura 10 Vista de GPS Geodésico LEICA.



Figura 11Figura 11: Vista Drone Mavic 2 Pro.

b) Software Topográfico

- DJI FlightPlanner : Planificador de Vuelos.
- DJI Lithi : Planificador de Vuelos.
- Post-procesamiento Trimble Business Center.
- Agisoft Metashape : Software fotogramétrico.
- Glomal Mapper.
- Auto Civil 3D.
- Arcgis 10.8.
- Google Earth Pro.
- Herramientas de Internet Explorer.

3.2.5.2. Planificación de vuelo

Los vuelos se planificaron acuerdo a la topografía del área de estudio, y los parámetros establecidos según los requerimientos del proyecto.

La planificación se realizó mediante el software - DJI Flight Planner, donde se planificó con una altura de vuelo de 100 m, velocidad de 30 km/hr y traslape de 80%; con lo cual se pudo determinar que para 100.00 Hás. de vuelo se utilizarán 04 baterías para la toma de imágenes.

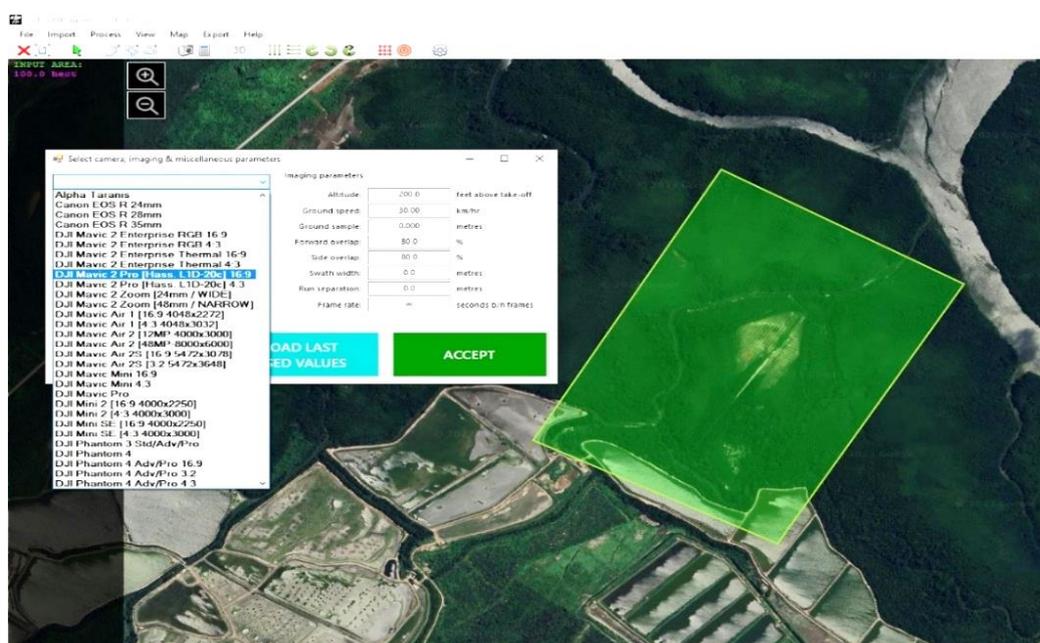


Figura 12 Vista de Planificación de vuelo con el software - DJI FlightPlanner.



Figura 13: Vista de Planificación de vuelo con el software - DJI FlightPlanner.

3.2.5.3. Planeamiento y medición con equipo GPS Diferencial

1. El Planeamiento y medición con equipo GPS diferencial Leica System 500, en modo estático de los vértices que componen la Red Geodésica del proyecto compuesta por un (02) puntos de control.
2. Con los puntos materializados en campo, se planifica la Red Geodésica, compuesta por los puntos control de la Red Base.
3. Para el establecimiento de la Red Geodésica se desarrollaron las actividades relacionadas al registro de puntos GPS (Global Position System) distribuidos a lo largo del proyecto y enlazados al Sistema Geodésico Oficial del Perú.
4. El registro de los puntos GPS se realizó por medio de la aplicación del método estático en las actividades de campo y proceso en gabinete, obteniéndose como resultado las coordenadas de los vértices de la red de los puntos de control del proyecto.
5. Las cotas de los trabajos efectuados están referenciados a la altura ortométrica obtenida a partir de la altura elipsoidal y el modelo geoidal EGM2008 con referencia a WGS84 de acuerdo al National Geospatial-

Intelligence Agency (NGA). Los resultados se obtienen de la cuadrícula 1x1 minuto de la ondulación del Geoide.

6. Terminados los periodos de grabación, al final del trabajo se transfirió los archivos registrados a una sola computadora y con el software de post-procesamiento Trimble Business Center, se procedió a realizar el proceso de las líneas base, luego del proceso de cada línea se usó el módulo de ajuste de red, para obtener la posición definitiva de los puntos geodésicos, hasta conseguir un adecuado ajuste de coordenadas, garantizando precisiones de orden "C" 1:100,000.

Tabla 4

Características técnicas de equipo.

Especificaciones técnicas	03 equipos Leica System 530
Tipo de Receptor	Doble frecuencia Geodésico RTK
Modo de Lecturas	Estático, Kinematico, RTK
Doble Frecuencia	L1/L2-CA-P Code-Carrier-GPS
Antena	AT 502
Precisión en modo Dif. Estático	± 0.003m + 1 ppm rms
Intervalo de Registro/Observación	1 seg.
Número de Canales	12/12
Constelaciones	NAVSTAR GPS
Número de Satélites Visibles	> 5
GDOP/PDOP	<6
Conversión Data	Rinex
SNR Mascara	10°

La medición y georreferenciación de puntos geodésicos, con el uso de GPS Geodésico de doble frecuencia, marca Leica System 530, en modo Estático Diferencial, desde el punto de control de la Estación de Rastreo Permanente (ERP), denominado Tumbes 2, de orden "0", la cual se encuentra ubicada en la Dirección Regional de Agricultura – Gobierno

Regional de Tumbes, esta Estación de Rastreo Permanente constituye la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC), la cual es administrada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

<u>DATOS GENERALES:</u>	
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico
Realizado:	30 de noviembre de 2020
Versión:	3.2.0
<u>INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:</u>	
Nombre:	Tumbes 2
Código Nacional:	TU02
Código Internacional:	En gestión
Inscripción:	Sin placa
Orden de la estación:	“0”
Fecha de monumentación:	10 de abril de 2019
<u>INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:</u>	
Departamento:	Tumbes
Provincia:	Tumbes
Distrito:	Tumbes
Ubicación de la estación:	Dirección Regional de Agricultura Tumbes - Gobierno Regional de Tumbes.



Figura 13 Estación de Rastreo Permanente.

Las operaciones de campo se realizaron el 19/11/2023 y desde la Estación de Rastreo Permanente del Instituto Geográfico Nacional (IGN), denominado Tumbes 02, de orden “0”, el cual se encuentra ubicado en la Dirección Regional de Agricultura – Gobierno Regional de Tumbes, este punto sirvió como base, para Georreferenciar por método Estático los puntos denominados GPS 1 y GPS 2.

Desde el punto de control de la Estación de Rastreo Permanente (ERP), denominado Tumbes 2, de orden “0”.

Tabla 5**Datos de estación GPS Base utilizada**

Coordenadas Geográficas Sistema WGS 1984 tum02			
Latitud Sur	Longitud Oeste	Hgt. Ellip	Orden
03° 33' 39.40909" S	80° 27' 28.64869" W	18.7587	"0"

Coordenadas Geodesicas U.T.M. Sistema WGS 1984 TUM02			
ESTE	NORTE	Hgt. Ortométrica	Orden
560200.9295	9606385.5954	11.0200	"0"

Las operaciones de campo se realizaron el día 19/11/2023, desde la Estación de Rastreo Permanente del Instituto Geográfico Nacional (IGN), denominado Tumbes 02, de orden "0"., el cual se encuentra ubicado en la Dirección Regional de Agricultura – Gobierno Regional de Tumbes, este punto sirvió como base, para Georreferenciar por método Estático los puntos GPS 01 Y GPS 02 ubicados en el área de estudio denominado LAN ZARUMILLA.

La ubicación de la georreferenciación de los GPS como puntos de Control en el área de estudio es la siguiente:

Tabla 6**Georreferenciación de GPS.**

GPS	Coordenadas		Altura (m.sn.m.)
	Sistema de Proyección: UTM		
	Datum: WGS 84 - Zona 17S		
	Este	Norte	
GPS 01	579271	9619976	1.00
GPS 02	579200	9619734	0.98

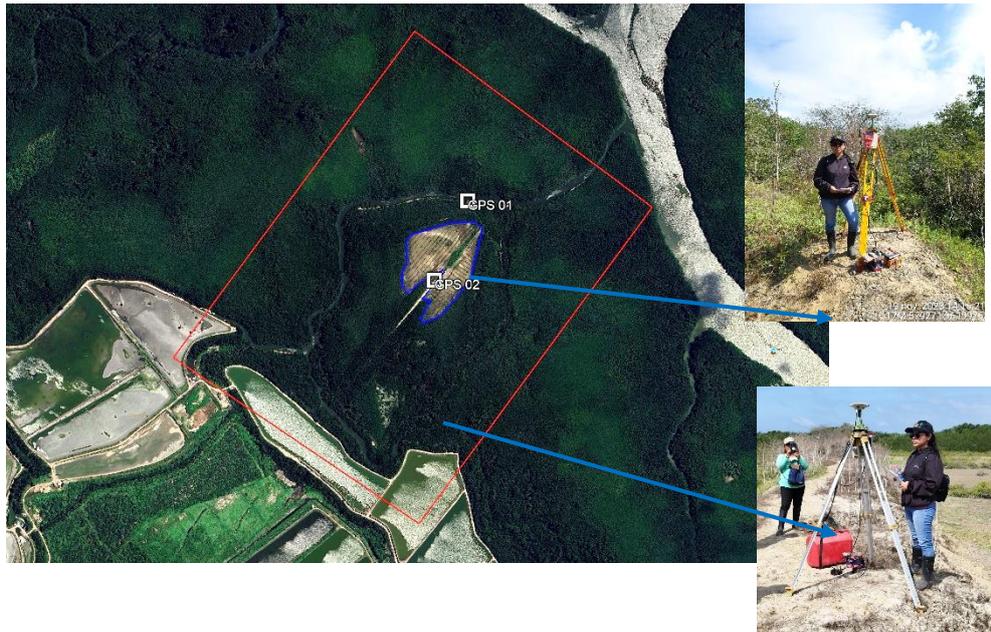


Figura 14 Ubicación Georreferencial de GPS.

Fuente: Google Earth Pro

3.2.5.4. Toma de imágenes

Se realizó el vuelo fotogramétrico con el uso del drone Mavic 2 pro, para abarcar el área de estudio. Se efectuó la medición de viento, temperatura y presión para la configuración de los lentes focales de la cámara para no causar información descalibrada.

Las fotos obtenidas resultaron con una buena calidad para el proceso con el software Agisoft Metashape, se realizó la restitución de unas **457 fotografías durante tiempos adecuados.**

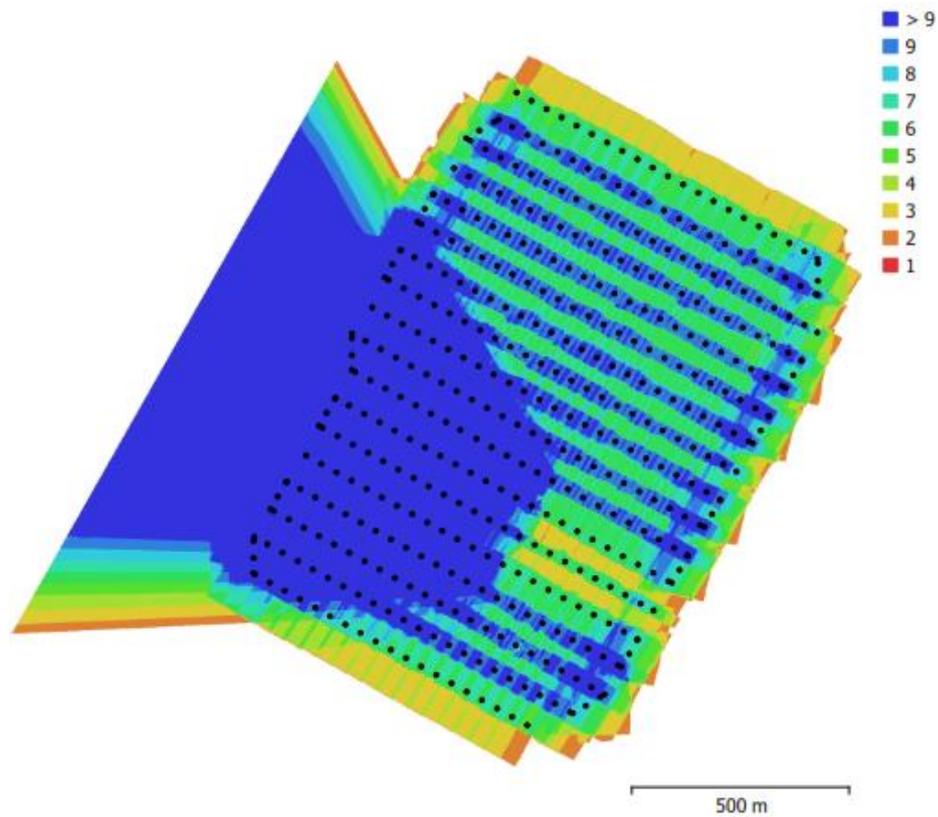


Figura 15 Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes:	457	Imágenes alineadas:	456
Altitud media de vuelo:	154 m	Puntos de paso:	368,538
Resolución en terreno:	3.55 cm/pix	Proyecciones:	986,224
Área cubierta:	1.89 Km ²	Error de Re-proyección:	1.52 pix

Tabla 7

Características de Cámara.

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
Test_Pro (10.26 mm)	5472 x 3648	10.26 mm	2.41 x 2.41 micras	No

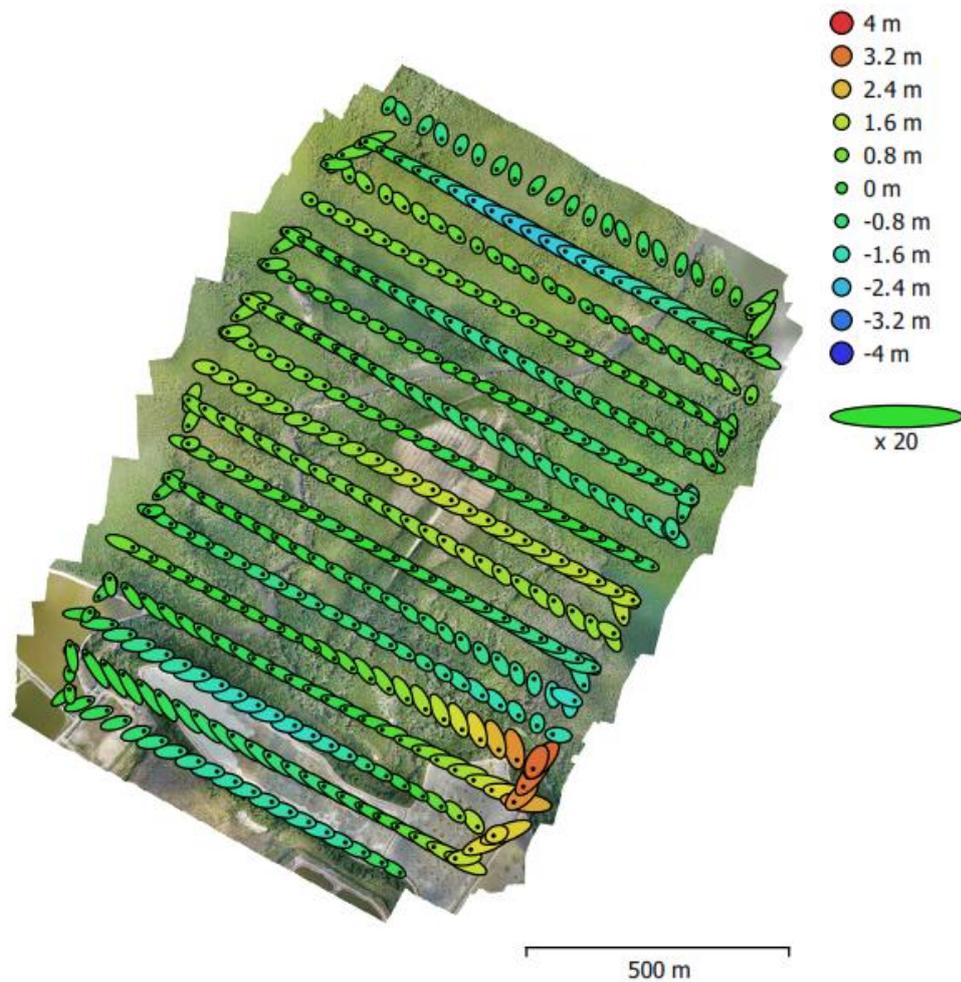


Figura 16 Posiciones de cámara y estimaciones de error.

Test_Pro (10.26mm)
457 imágenes

Tipo Resolución Distancia focal Tamaño de píxel
Cuadro **5472 x 3648** **10.26 mm** **2.41 x 2.41 micras**

	Valor	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	4339.91	1.7	1.00	-0.17	0.02	0.17	0.12	-0.12	-0.11	0.08
Cx	-31.9172	0.32		1.00	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.36	-0.01
Cy	13.0957	0.21			1.00	0.01	0.00	-0.00	0.00	0.39
K1	0.00394503	0.00011				1.00	-0.73	0.68	-0.12	0.06
K2	0.0211996	0.00035					1.00	-0.98	0.02	0.00
K3	-0.0187222	0.00043						1.00	-0.02	-0.00
P1	-0.000761605	6.2e-06							1.00	-0.00
P2	0.00112021	6.4e-06								1.00

Figura 17 Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

3.2.5.5. Procesamiento de información.

Con ayuda del programa Agisoft Metashape, hemos obtenido el OrtoMosaico del Proyecto, Área obtenida y luego procesados con los programas Global Mapper y Autocad Civil 3D.

Se realizó la importación de las 457 imágenes al programa para su proceso, luego se procede a la georreferenciación con coordenadas UTM WGS84 para continuar con la orientación de las imágenes.

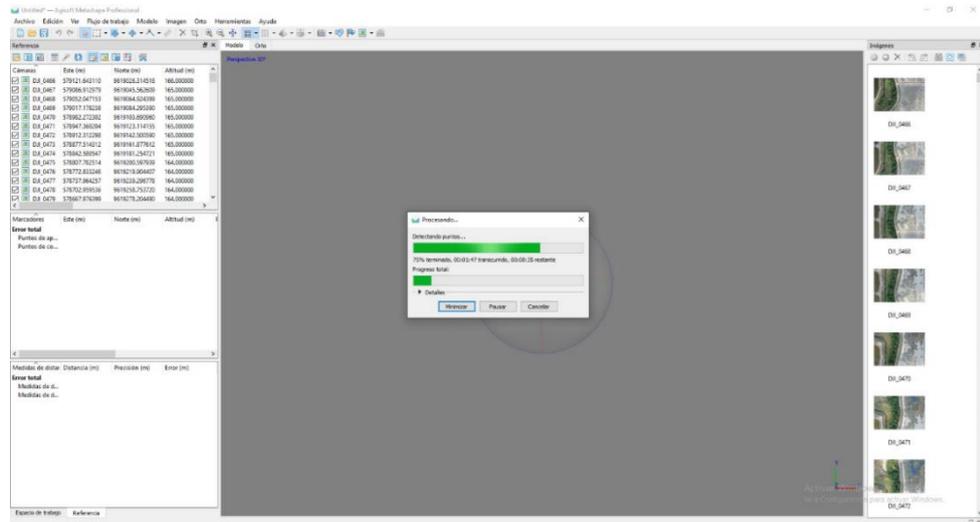


Figura 18 Importación de imágenes y orientación.

Posteriormente se realiza la creación de nube de puntos densa de las fotos y así generar los mapas de profundidad de la zona en estudio. Cuenta con un tamaño promedio de puntos característicos 9.57 pix.

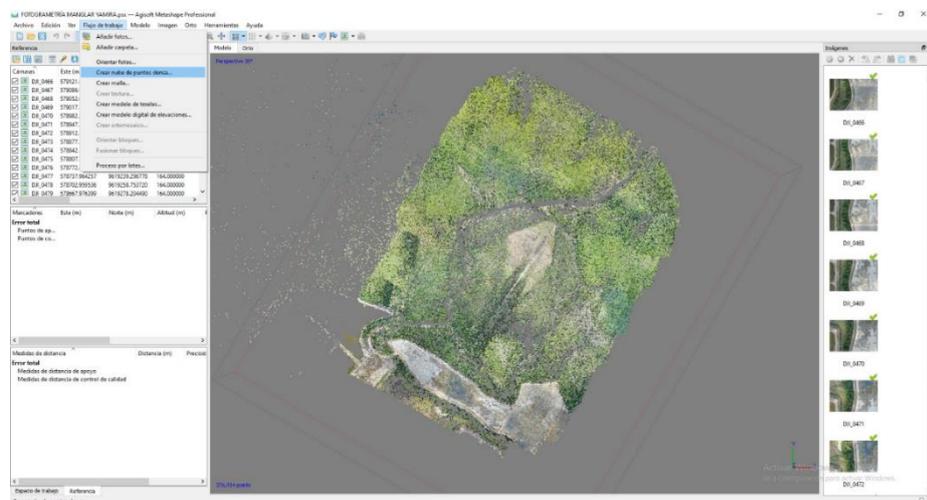


Figura 19 Creación de nube de puntos densa.

Luego se realiza el proceso para obtener el Modelo Digital de Elevaciones (MDE) con una resolución de 57.9 cm/pix y una densidad de puntos 2.98 puntos / m².

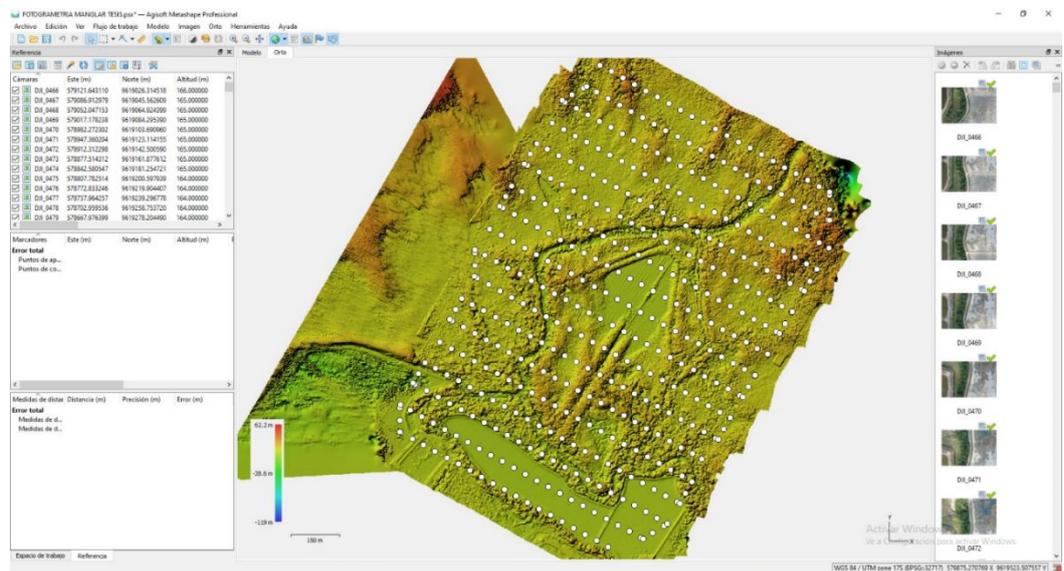


Figura 20 Creación del modelo digital de elevaciones.

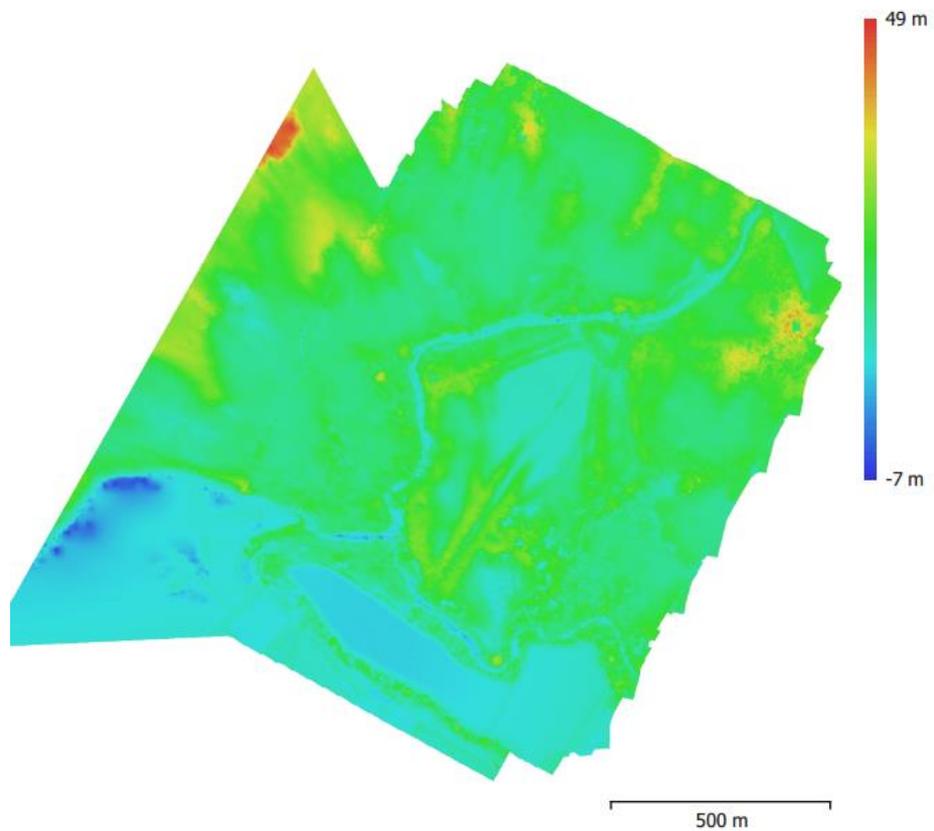


Figura 21 Modelo digital de elevaciones.

Seguidamente se realiza la creación del ortomosaico del área de proyecto la cual se obtiene con un tamaño de 53,985 x 45,601, sistema de coordenadas WGS 84 y colores de 03 bandas.

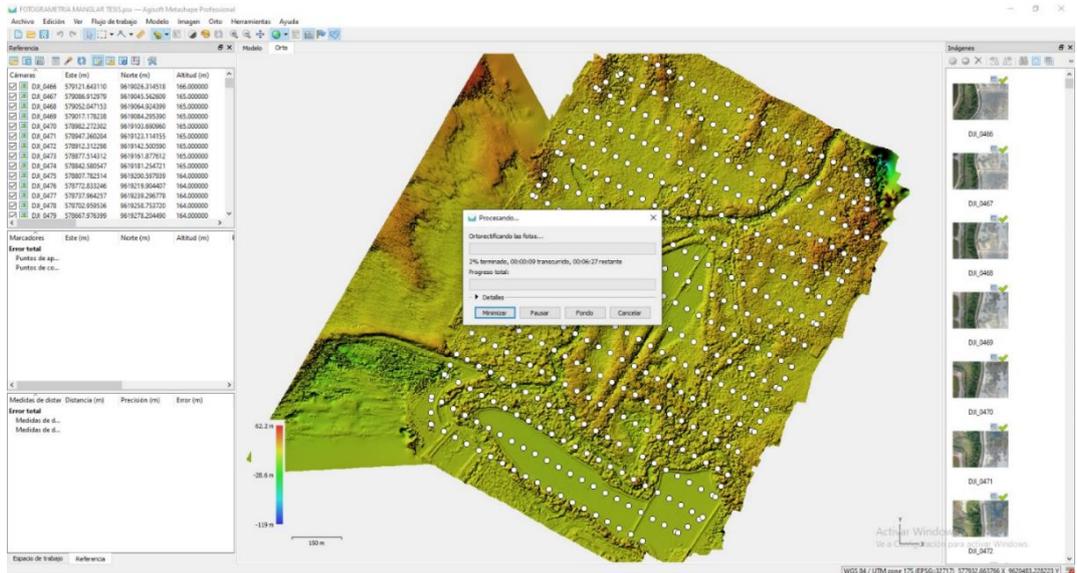


Figura 22 Proceso para obtención de ortomosaico.



Figura 23 Ortomosaico del Área de Recuperación.

Finalmente se realizó el procesamiento de la información para la determinación del índice de vegetación diferenciado normalizado (NDVI) a partir de imágenes obtenidas con el Drone. Esto se realiza con la banda del infrarrojo cercano, además se presenta como una colorimetría en una escala que va de -1 a 1, valores con alta reflectancia y alta capacidad fotosintética.

Para el cálculo del índice de vegetación, se utilizó las bandas obtenidas por las imágenes del Drone Mavic 2 Pro y clasificadas en el ortomosaico. Se introduce la fórmula en el software Agisoft Metashape para obtener los valores del NDVI.

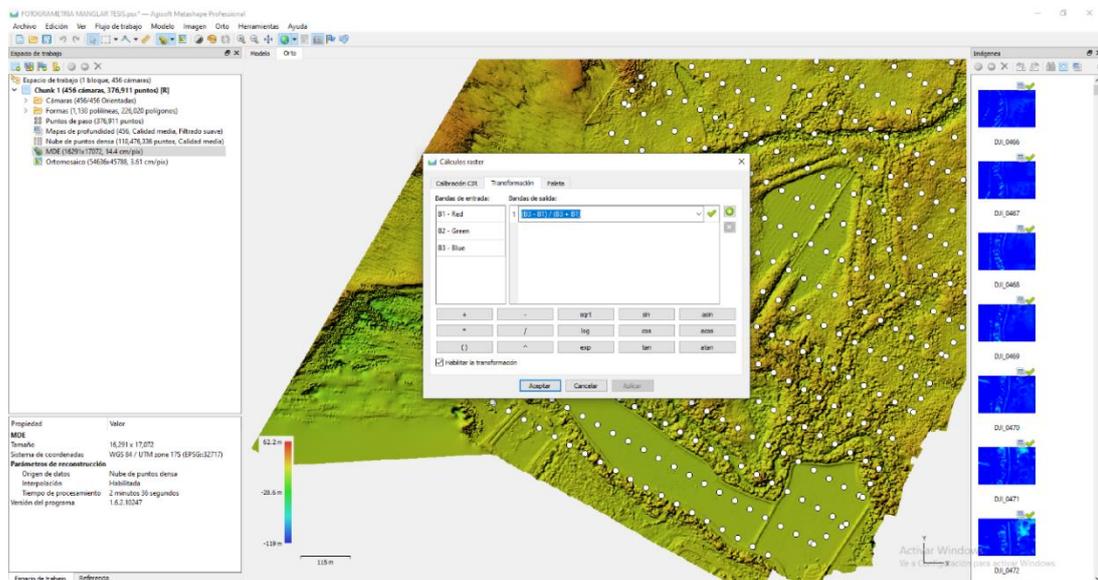


Imagen 10: Procesamiento de NDVI con Agisoft Metashape.

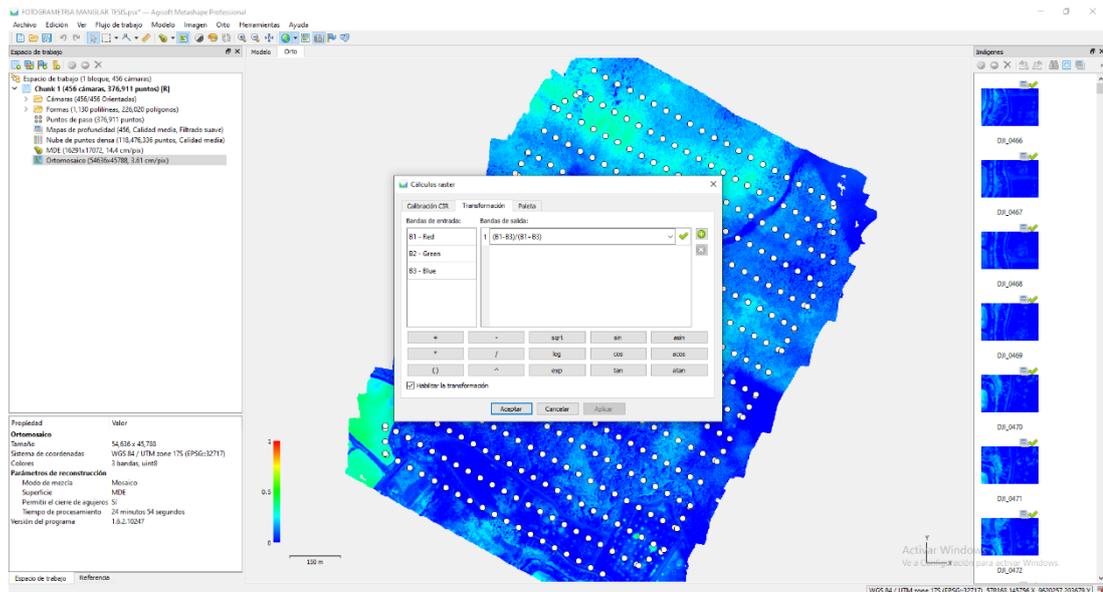


Imagen 11: Utilización de la calculadora raster para la obtención de los valores del NDVI del área LAN Zarumilla, mediante el software Agisoft Metashape.

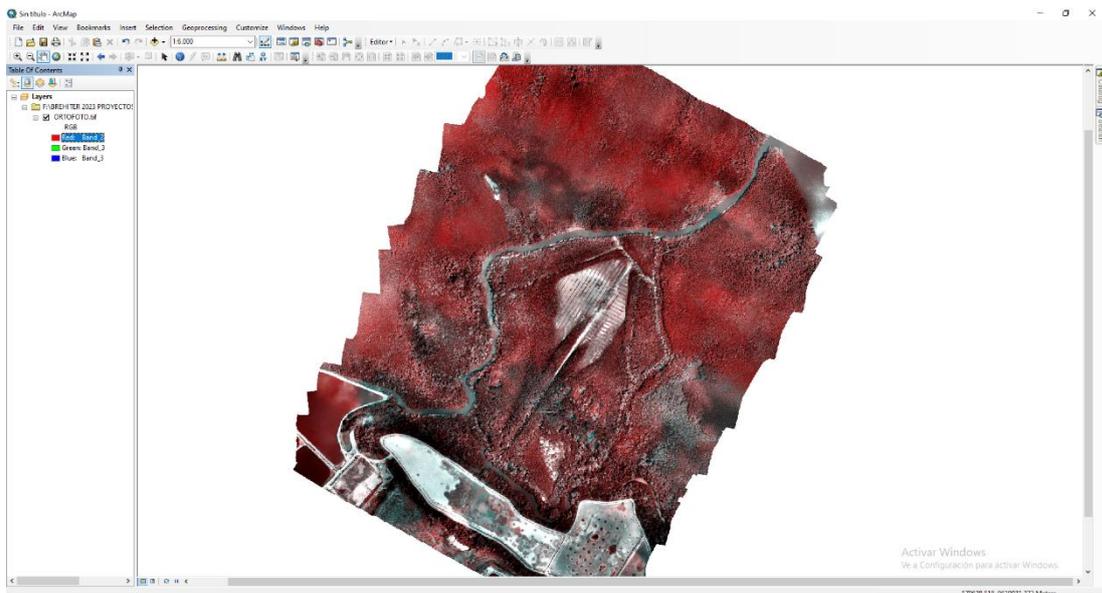
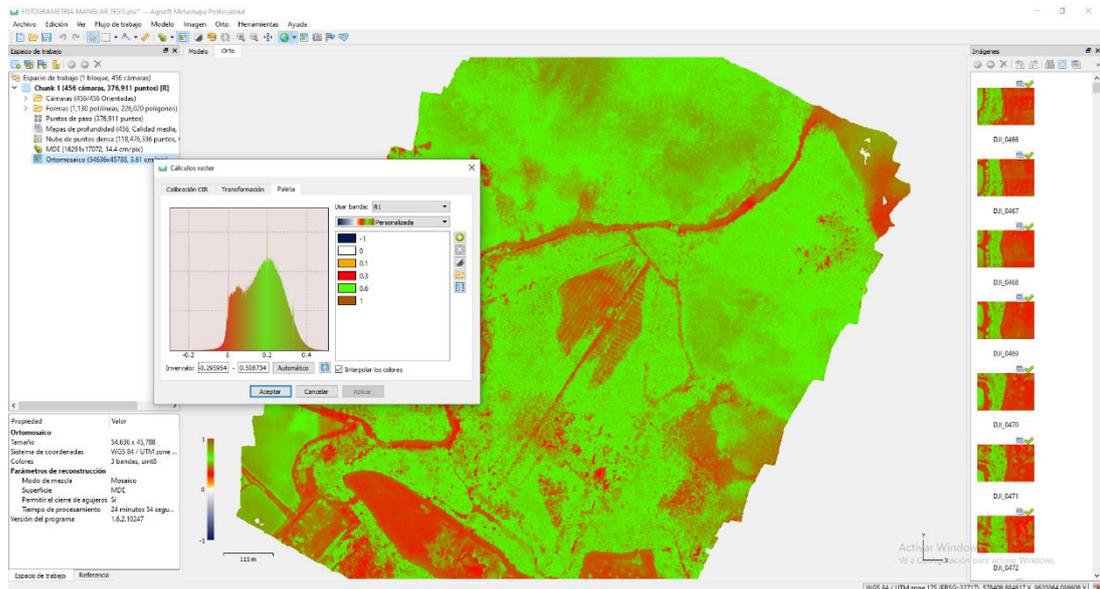
Mediante el cálculo del NDVI se ha obtenido la clasificación de los valores presentes en el área de investigación (LAN ZARUMILLA), donde se puede visualizar la presencia de suelo sin vegetación (SV) debido a que en la zona existen área de recuperación y reforestación, además de cuerpos de agua (NA) y vegetación alta (VA) por la presencia de Bosque manglar maduro y recuperado.

Para la clasificación se utilizaron los siguientes valores para el NDVI:

Clasificación	Valor
Cuerpo de Agua (NA)	<0,01
Suelo sin vegetación (SV)	0,01 – 0,1
Vegetación Ligera (VL)	0,1 – 0,2
Vegetación Mediana (VM)	0,2 – 0,4
Vegetación Alta (VA)	>0,4

Fuente: López-Pérez, Martínez-Menes, & Fernández-Reynoso, 2015)

Imagen 12: Reclasificación de los valores del NDVI, mediante el software Agisoft



Metashape.

Imagen 13: Reclasificación de los valores del NDVI, mediante el software Arcgis

10.8.

Cuadro N° 01: Clasificación de índice de vegetación diferenciado normalizado (NDVI)

Tipo de Cobertura	Clasificación	Valores NDVI (López-Pérez, Martínez-Menes, & Fernández-Reynoso, 2015)	Valores NDVI obtenidos con el procesamiento mediante el software Agisoft Metashape.	Superficie (Has)
Cuerpo de agua	Cuerpo de Agua (NA)	<0,01	0.005	10.50
Zona salitrosa – Banco de Arena	Suelo sin vegetación (SV)	0,01 – 0,1	0.1	0.50
Zona de Langostinera existente	Suelo sin vegetación (SV)	0,01 – 0,1	0.1	8.80
Bosque Manglar Maduro	Vegetación Alta (VA)	>0,4	0,6	52.00
Bosque de Manglar Recuperado	Vegetación Mediana (VM)	0,2 – 0,4	0.3	24.00
Área en recuperación	Vegetación Ligera (VL)	0,1 – 0,2	0.1	4.20
	Total			100.00

Fuente: Elaboración Propia.

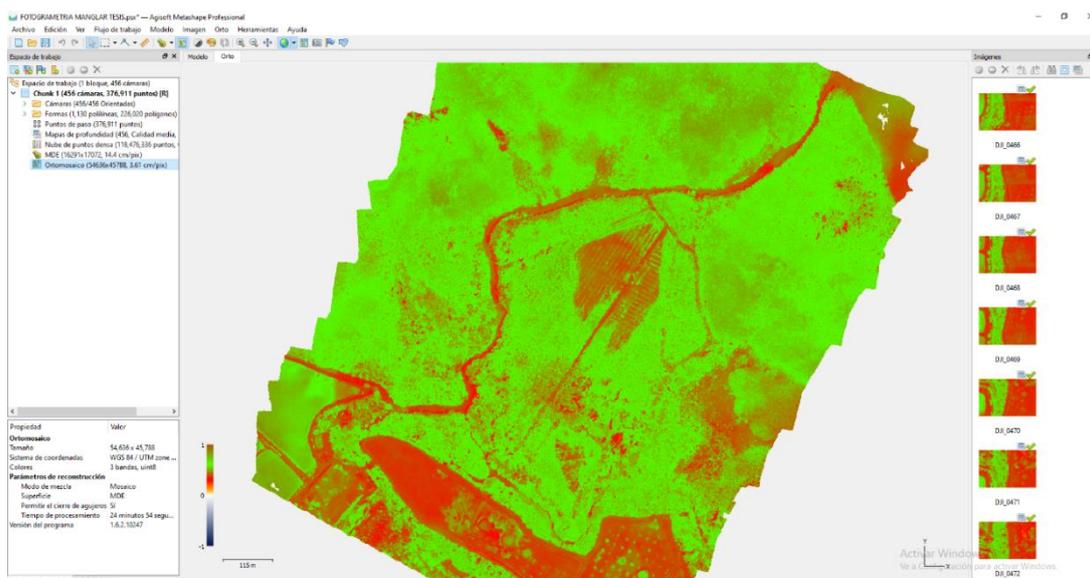


Imagen 14: Clasificación de los valores del NDVI, mediante el software Agisoft Metashape.

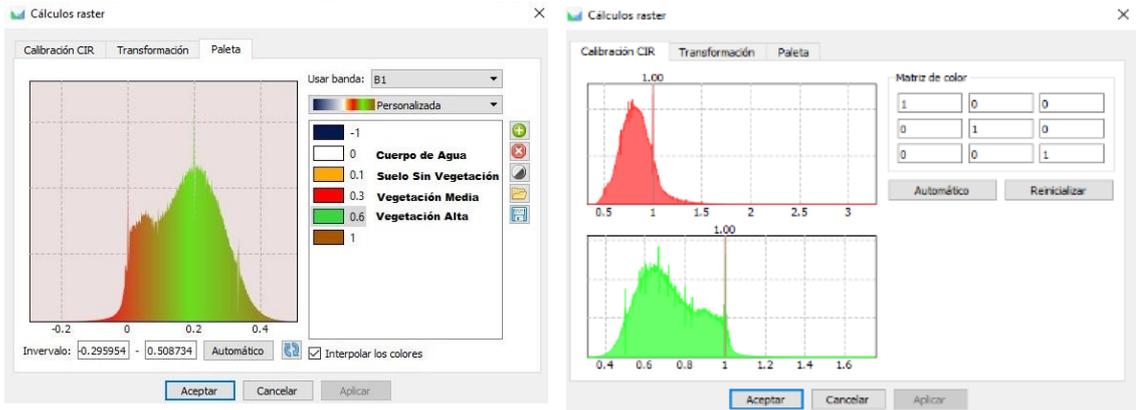


Imagen 15: Paleta de interpretación de los valores del NDVI, mediante el software Agisoft Metashape.

Para la Clasificación del Área de Langostineras se obtuvieron los siguientes resultados.

<i>Tipo de Cobertura</i>	<i>Calcificación</i>	<i>Valores NDVI</i>	<i>Superficie (Has)</i>
<i>Zona de Langostinera existente</i>	Suelo sin vegetación (SV)	0,01 – 0,1	8.80

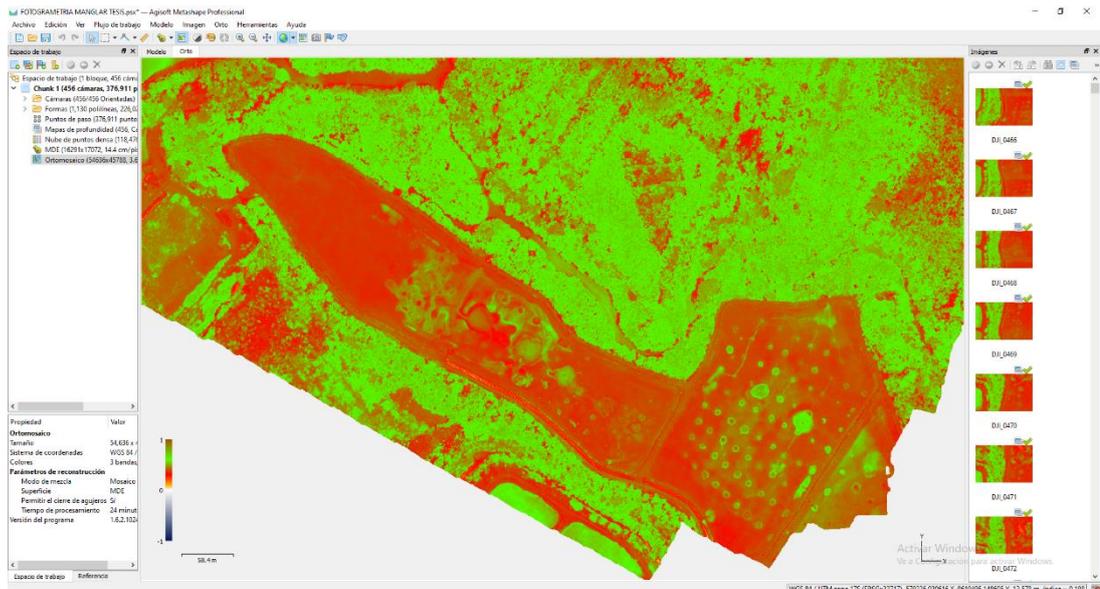


Imagen 16: Clasificación de Suelo sin vegetación.

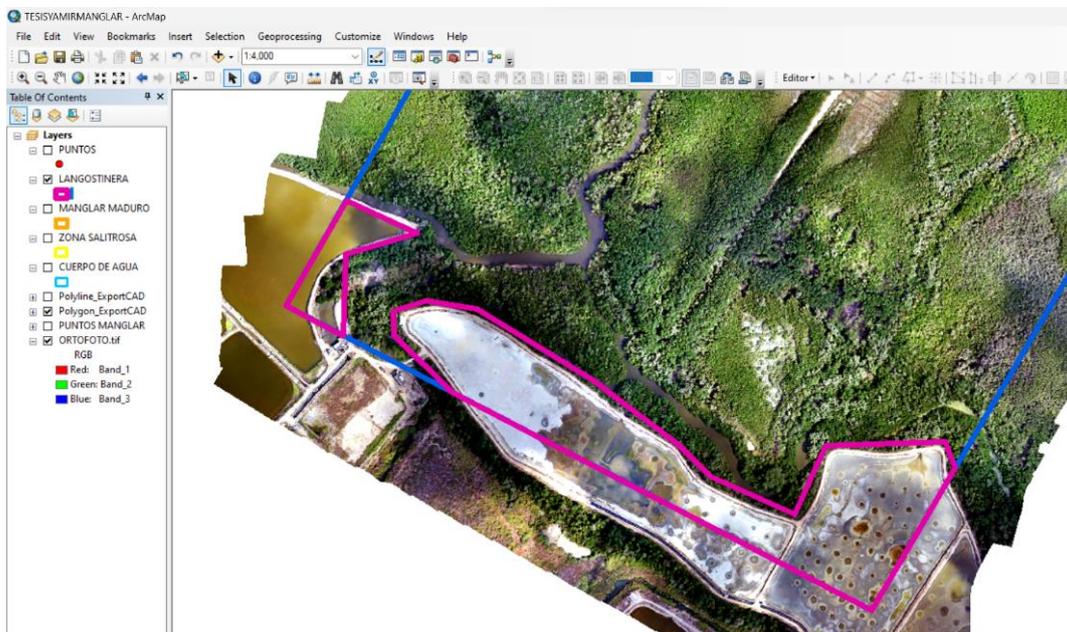


Imagen 17: Imagen 06: Vista de la clasificación del Tipo de Cobertura “Zona Langostinera”.

La clasificación del tipo de cobertura denominada “Área en recuperación”, donde se realiza la evaluación del tipo de especie y la cantidad de individuos es en esta área donde se viene recuperando y adaptando a las condiciones de suelo y climatológicas existentes, realizándose la delimitación y se obtuvo 4.20 Has de área.

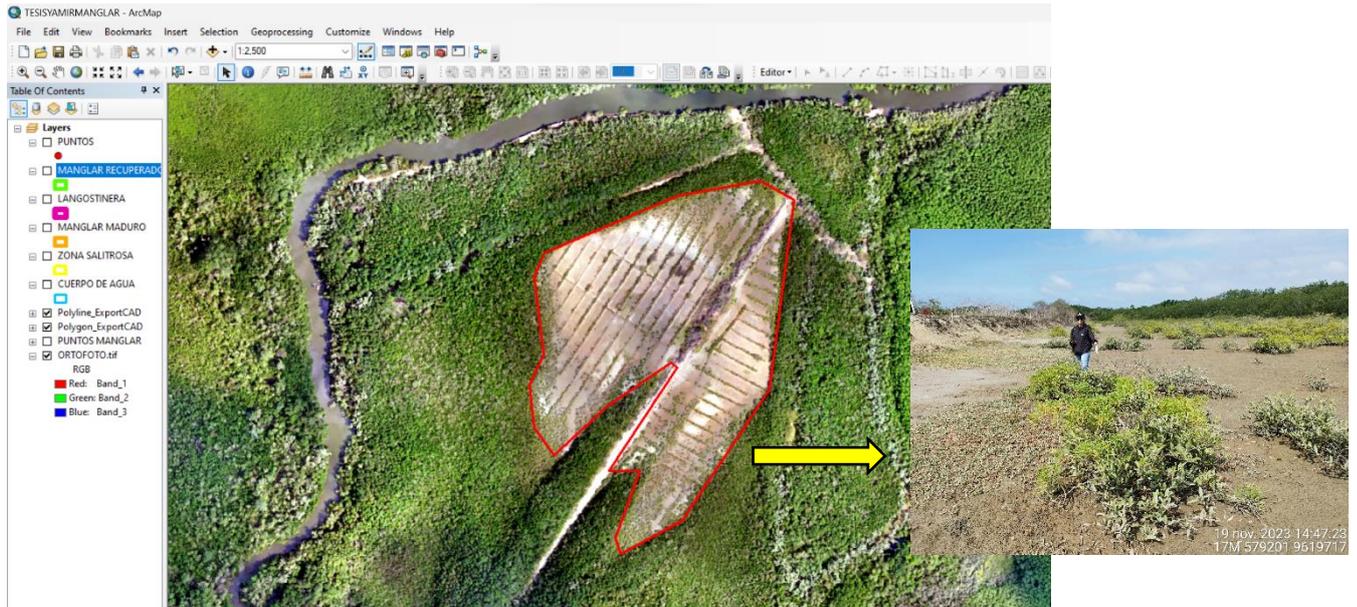


Imagen 18: Vista de la clasificación del Tipo de Cobertura “Área en Recuperación”.

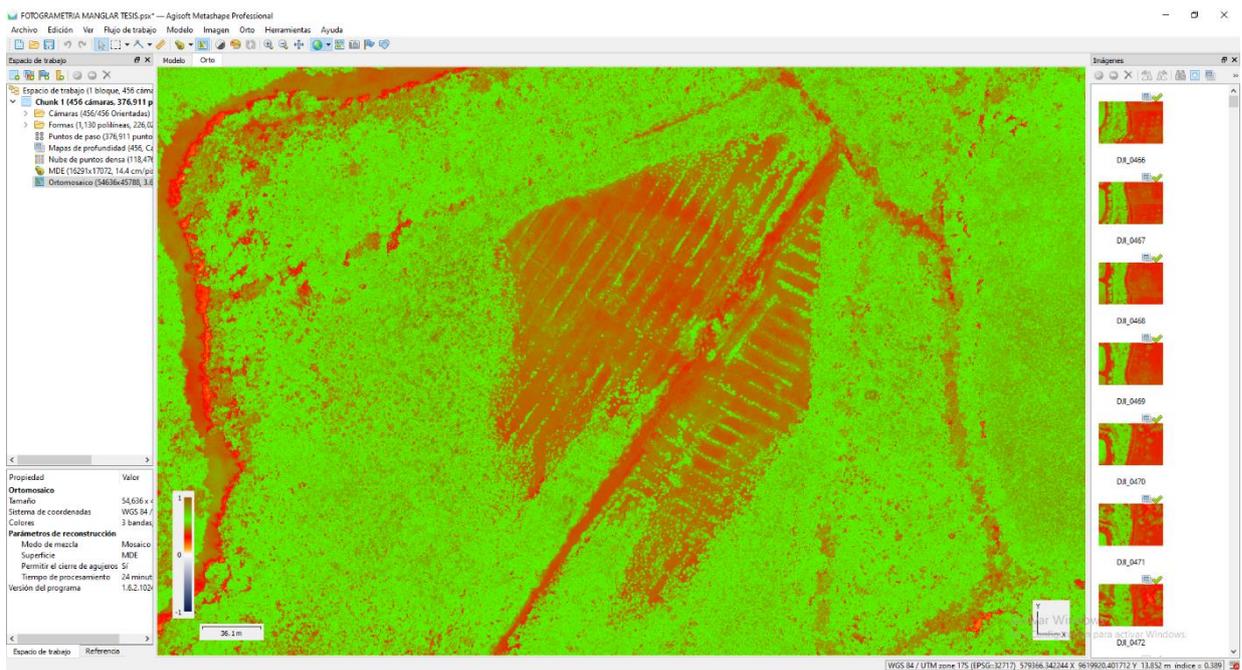


Imagen 19: Vista de la clasificación del Tipo de Cobertura “Área en Recuperación”, como vegetación ligera.

Para la planificación del vuelo fotogramétrico se realizó en un área de 100.00 has que comprende Cuerpo de agua, Zona salitrosa – Banco de arena, Zona Langostinera Bosque de manglar maduro, Bosque de Manglar recuperado y Áreas de recuperación (Ver cuadro N°01).

Para la determinación de la cobertura vegetal se localizará en el área de recuperación que comprende una superficie de 4.20 Has que se encuentra ubicada dentro de la planificación del vuelo (Ver imagen 05 y 06).

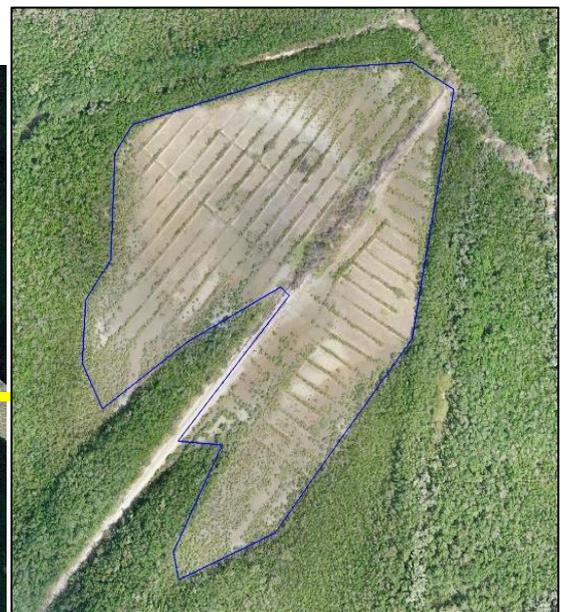
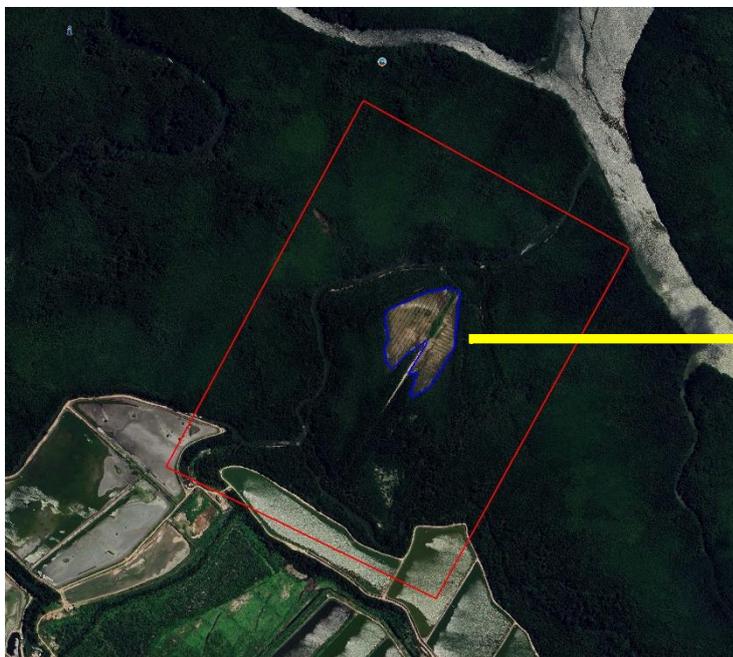


Imagen 20: Vista del área de Planificación del vuelo con

Imagen 21: Vista del área de recuperación del SNLMT.

Se georreferenció el área de vuelo drone y el área de análisis de especies en recuperación dentro del área del santuario nacional Los Manglares de Tumbes.

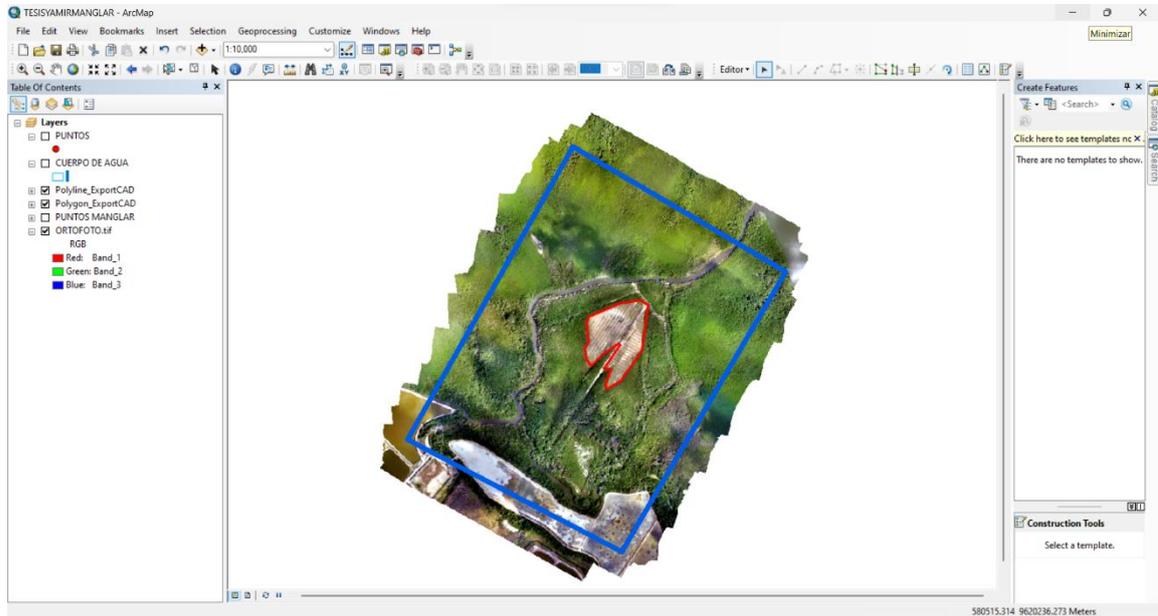


Imagen 22: Vista del área de estudio creado mediante un ortomosaico.

A partir del ortomosaico obtenido por la fotogrametría se procedió a realizar la clasificación del tipo de cobertura en el área de investigación.

Con la clasificación del tipo de cobertura se obtuvo el análisis del “Cuerpo de Agua” existente en el área de investigación, donde con la herramienta ArcGIS 10.8 se realizó la delimitación obteniendo como resultado 10.50 has de área.

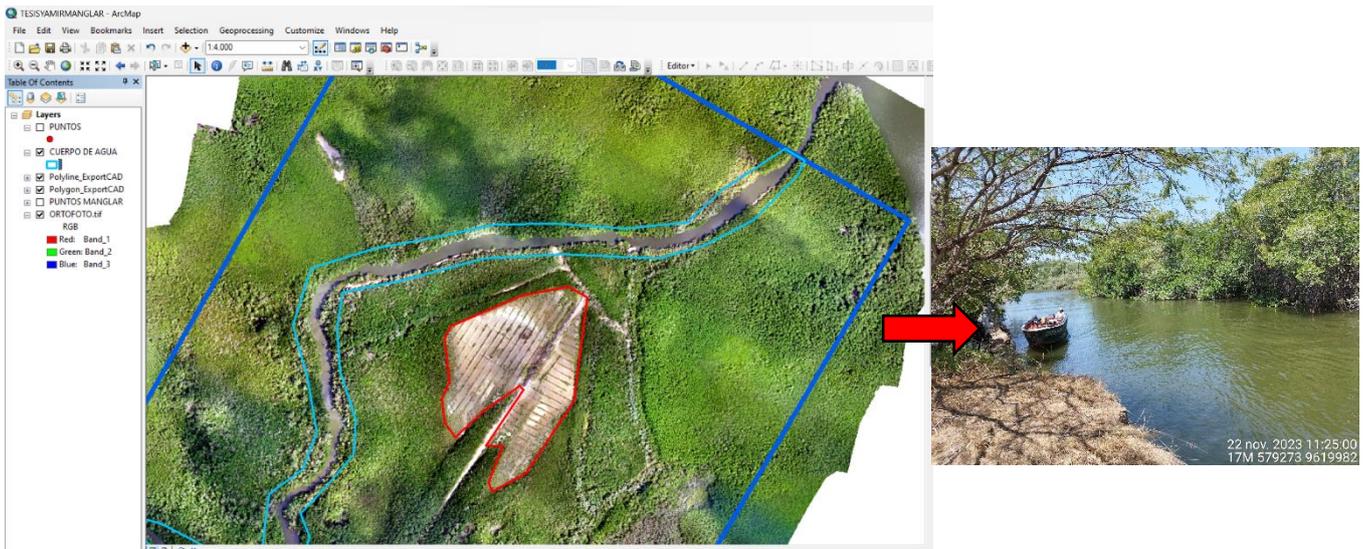


Imagen 23: Vista de la clasificación del Tipo de Cobertura “Cuerpo de Agua”.

Se identificó un tipo de cobertura denominada “Zona salitrosa – Bancos de Arena”, donde se visualiza en el ortomosaico que dentro de esa zona no existe cobertura en crecimiento y eso debido a las condiciones del suelo y entre otros factores. Con la delimitación se obtuvo 0.50 Has de área.

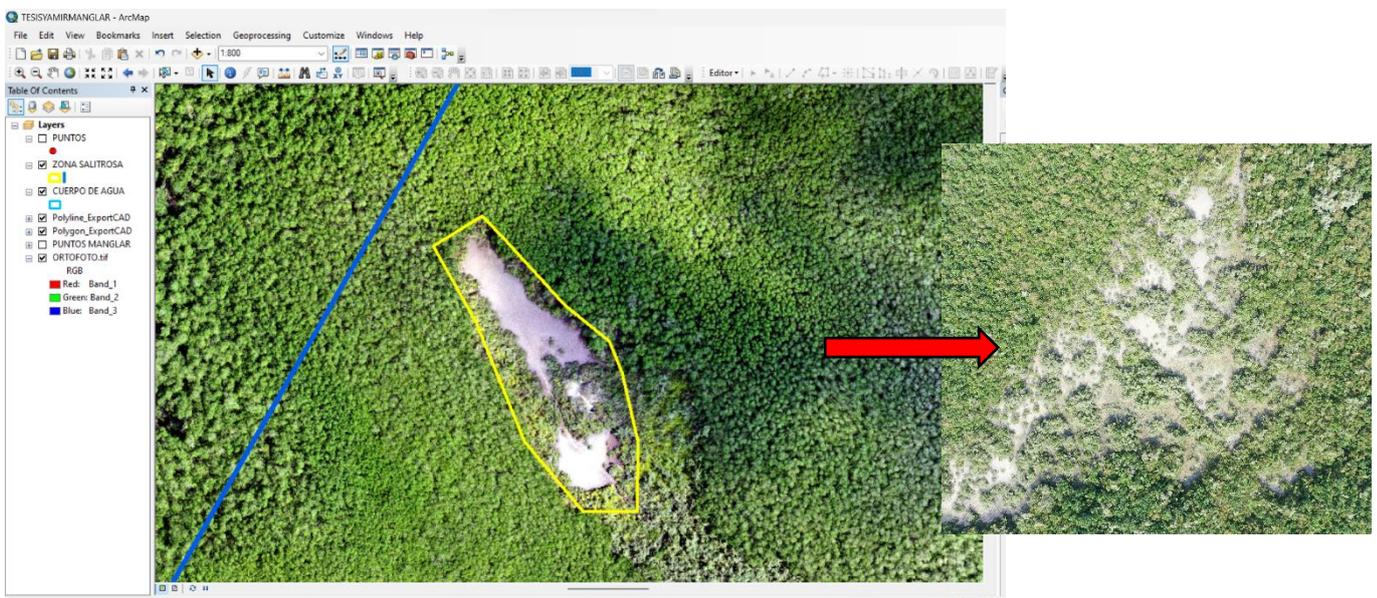


Imagen 24: Vista de la clasificación del Tipo de Cobertura “Zona Salitrosa – Banco de Arena”.

Se identificó un tipo de cobertura denominada “Zona Langostinera”, donde se visualiza en el ortomosaico que dentro de esa zona existe langostineras con autorizaciones. Con la delimitación se obtuvo 0.50 Has de área.

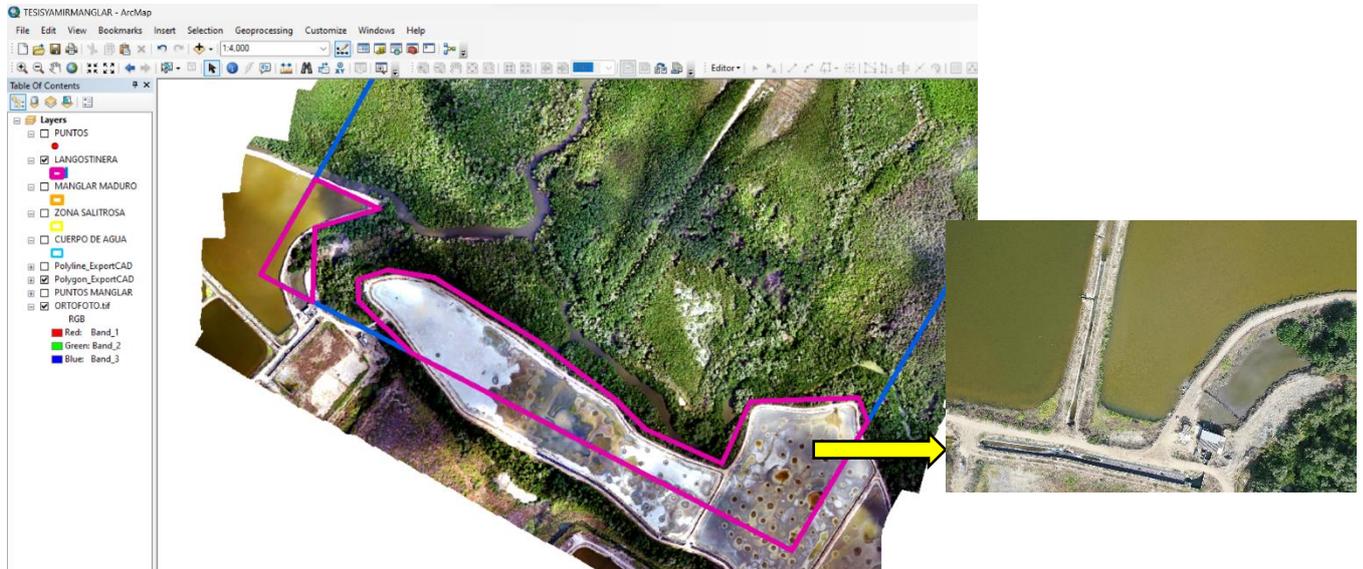


Imagen 25: Vista de la clasificación del Tipo de Cobertura “Zona Langostinera”.

Se realizó la clasificación del tipo de cobertura denominada “Bosque Manglar maduro”, donde se visualiza en el ortomosaico 52.00 Has de área.

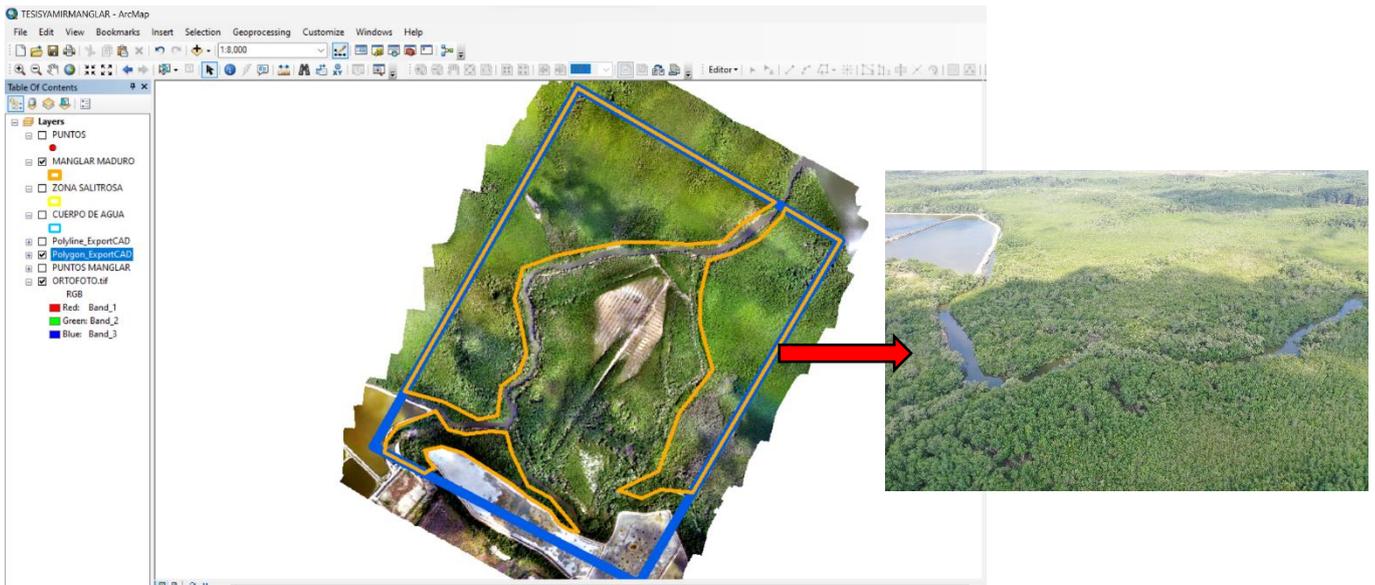


Imagen 26: Vista de la clasificación del Tipo de Cobertura “Bosque manglar maduro”.

La clasificación del tipo de cobertura denominada “Bosque Manglar Recuperado”, donde se visualiza en el ortomosaico 24.00 Has de área.

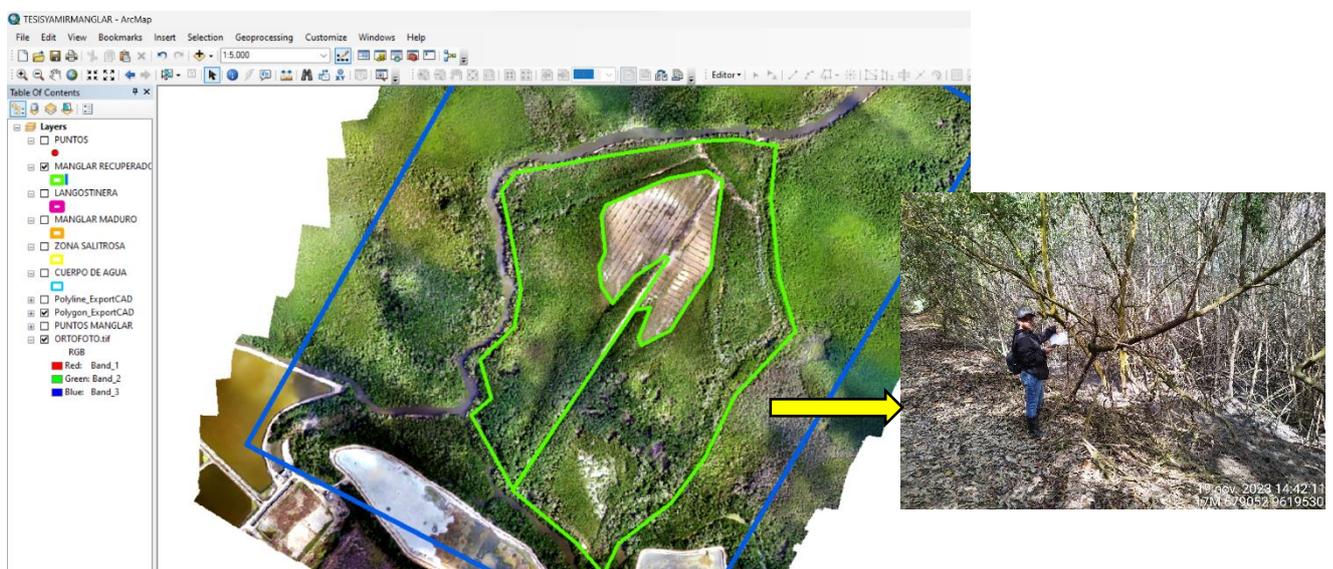


Imagen 27: Vista de la clasificación del Tipo de Cobertura “Bosque manglar recuperado”.

La clasificación del tipo de cobertura denominada “Área en recuperación”, donde se realiza la evaluación del tipo de especie y la cantidad de individuos en esta área

donde se viene recuperando y adaptando a las condiciones de suelo y climatológicas existentes. Se realizó la demilitación y se obtuvo 4.20 Has de área.

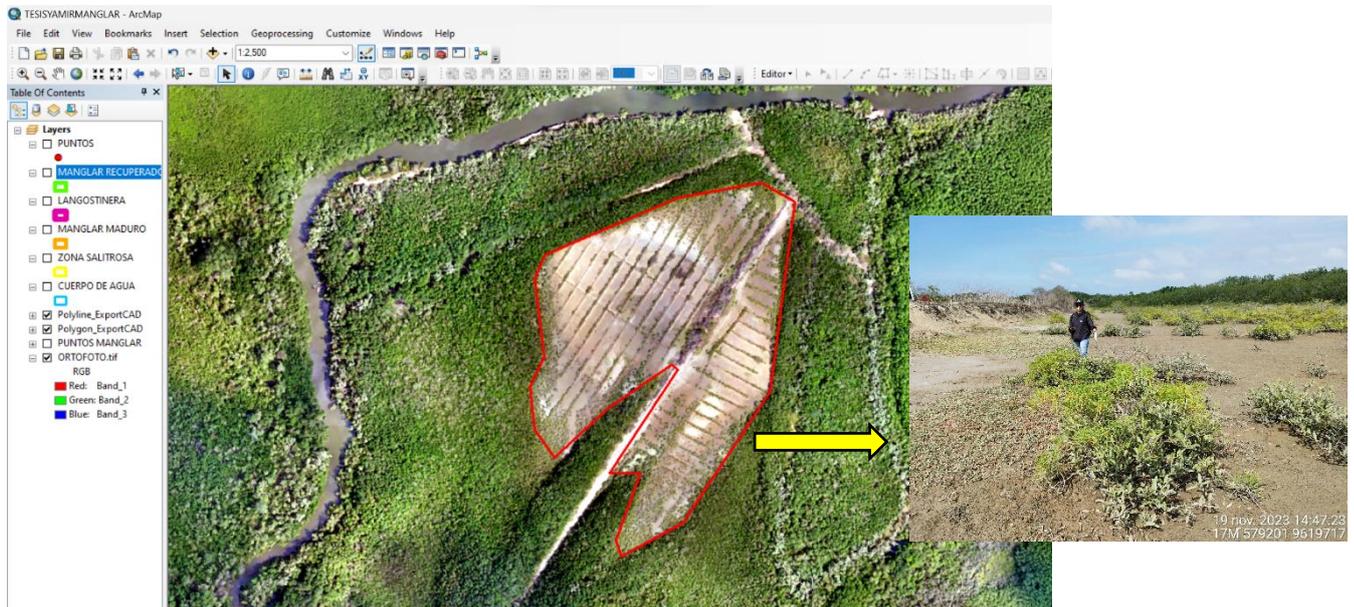


Imagen 28: Vista de la clasificación del Tipo de Cobertura “Área en Recuperación”.

3.2.5.6. Análisis de cobertura vegetal con ortomosaico

Con la obtención del ortomosaico se procede a realizar el análisis y la clasificación de cobertura vegetal en el área de recuperación del SNLMT, para lo cual se utiliza el software Arcgis 10.8 y Global mapper 23.0.

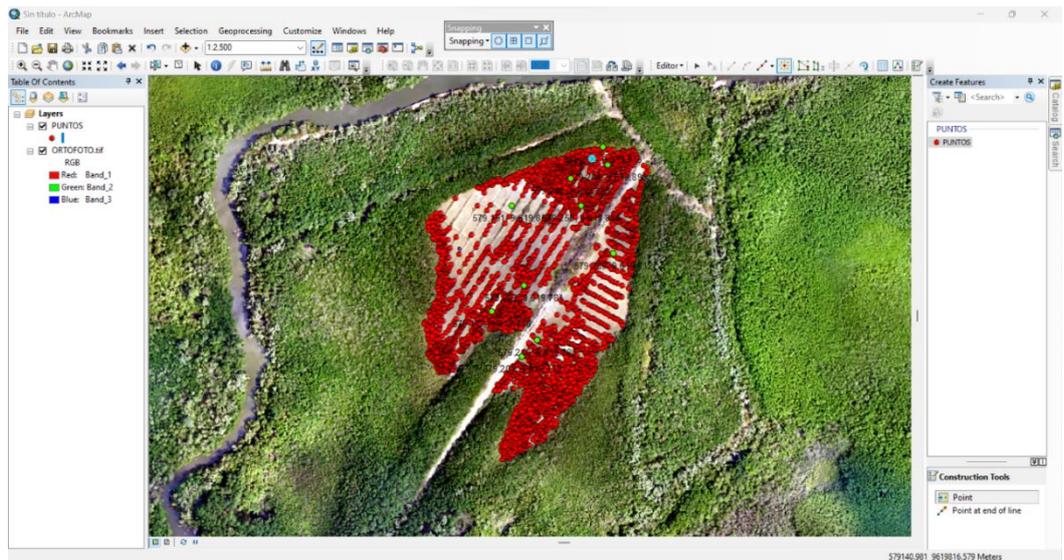


Figura 24 Procesamiento de Información con Arcgis 10.8.

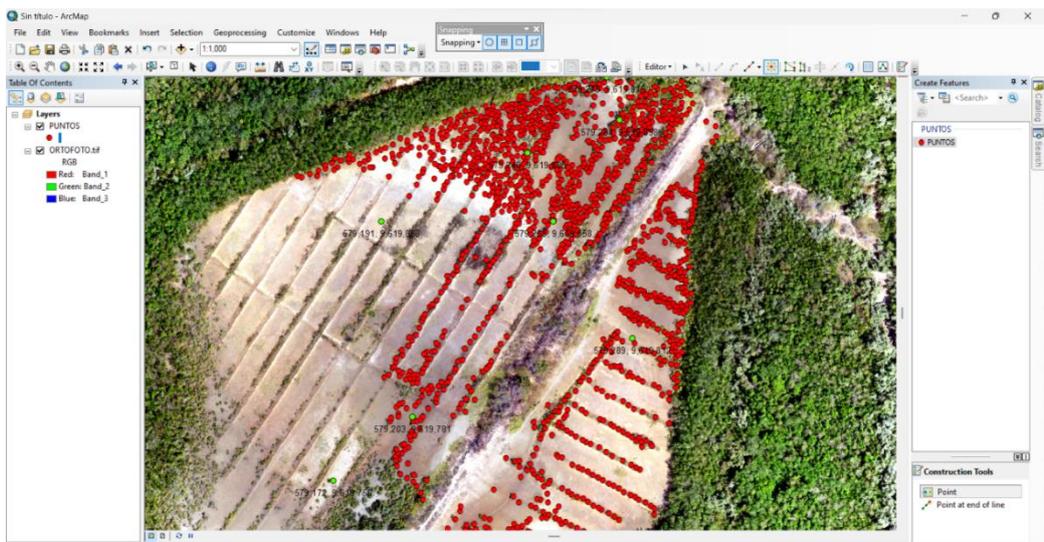


Figura 25 Procesamiento de Información con Arcgis 10.8.

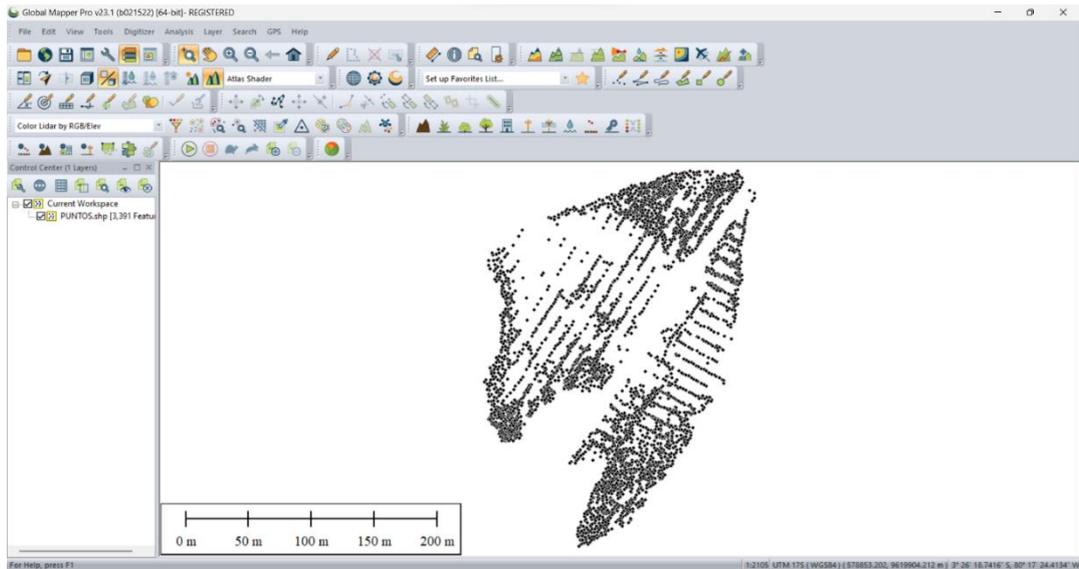


Figura 26 Procesamiento de Información con Global Mapper 23.0.

Se realiza el análisis del área de recuperación con 4.20 has, donde se identifica cada individuo existente para su posterior clasificación. Cabe indicar que esta información obtenida fue valida en campo con el registro insitu de cada individuo.

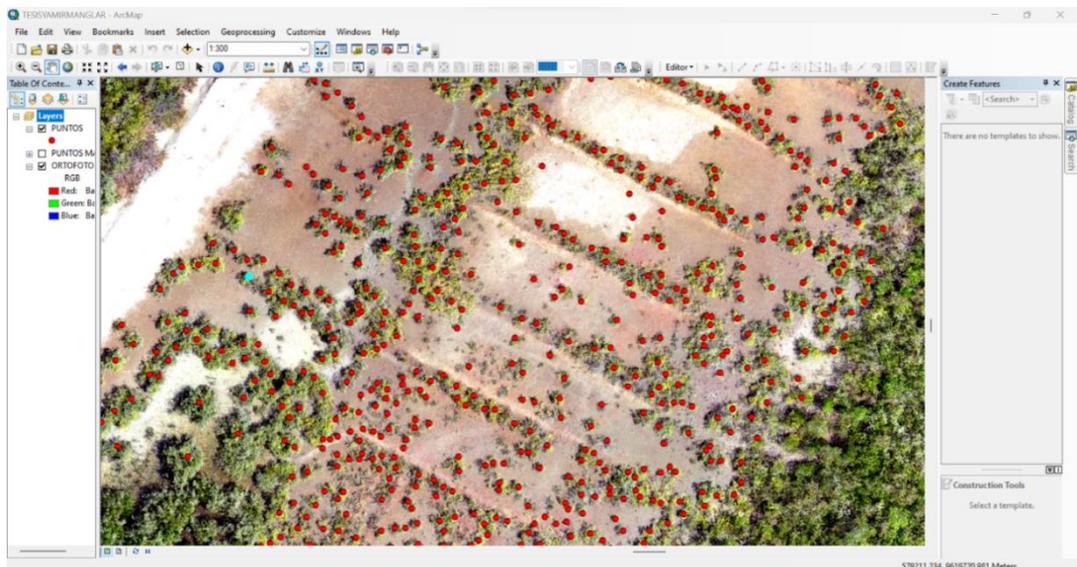


Figura 27 Análisis de ortomosaico con cada individuo.

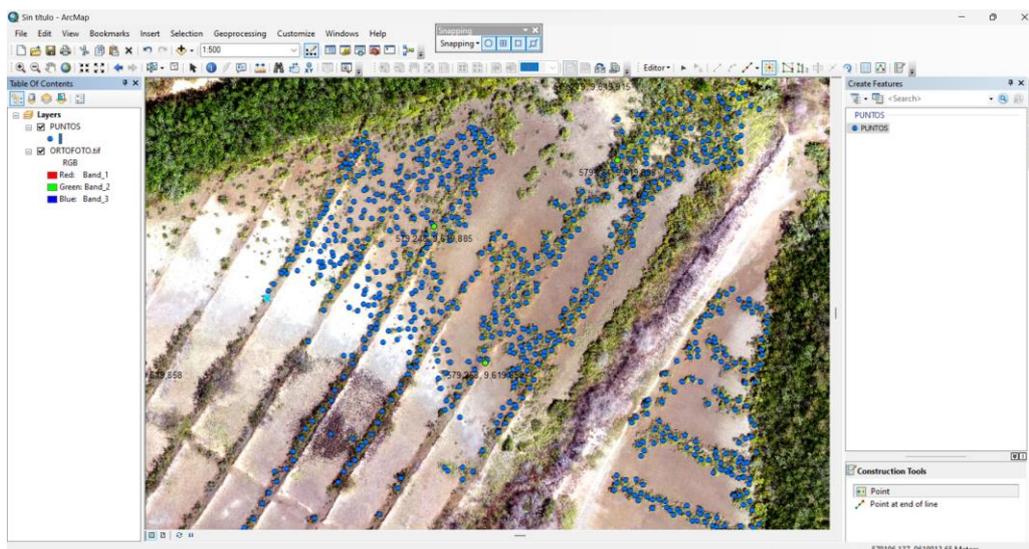


Figura 28 Análisis de ortomosaico por especie.

Con el procesamiento del ortomosaico mediante el software Agisoft Metashape y Arcgis 10.8 se obtuvo resultados significativos, estableciendo la superficie en hectáreas para cada tipo de cobertura, donde se obtuvo la cantidad de individuos existentes en el área de recuperación LAN ZARUMILLA y es de 2875 individuos en un área de evaluación de 4.20 Hás., con lo cual se obtuvo la siguiente clasificación:

Tabla 8

Clasificación del Bosque Manglar.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Individuos	Porcentaje de Individuos (%)	Densidad (Ind/Has)
Mangle negro o salado	Avicennia germinans	Acanthaceae	2250	78.3	535.7
Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	250	8.7	59.5
Mangle colorado	Rhizophora harrisoni	Rhizophoraceae	232	8.1	55.2
Mangle blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	143	5.0	34.0
Total de individuos procesados			2875	100.0	

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Evaluación de la Cobertura Vegetal actual en el SNLMT

4.1.1.1. Análisis de la estructura del bosque manglar en el área Lan Zarumilla

Para el análisis del área de Investigación denominada Área recuperación LAN ZARUMILLA que comprende un área de 4.20 Has, donde se evaluaron los individuos y las especies, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9

Estructura del Bosque Manglar.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Mangle negro o salado	Avicennia germinans	Acanthaceae
Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae
Mangle colorado	Rhizophora harrisoni	Rhizophoraceae
Mangle blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae

4.1.1.2. Clasificación de la cobertura vegetal en el área de lan Zarumilla

Mediante el procesamiento del ortomosaico mediante el software Agisoft Metashape y Arcgis 10.8 se obtuvo cada tipo de cobertura, donde se obtuvo la cantidad de individuos existentes en el área de recuperación LAN

ZARUMILLA y es de 2875 individuos en un área de evaluación de 4.20 Has, con lo cual se obtuvo la siguiente clasificación:

Tabla 10

Clasificación del Bosque Manglar

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Individuos	Porcentaje de Individuos (%)	Densidad (Ind/Has)
<i>Mangle negro o salado</i>	<i>Avicennia germinans</i>	Acanthaceae	2250	78.3	535.7
<i>Mangle rojo</i>	<i>Rhizophora mangle</i>	Rhizophoraceae	250	8.7	59.5
<i>Mangle colorado</i>	<i>Rhizophora harrisoni</i>	Rhizophoraceae	232	8.1	55.2

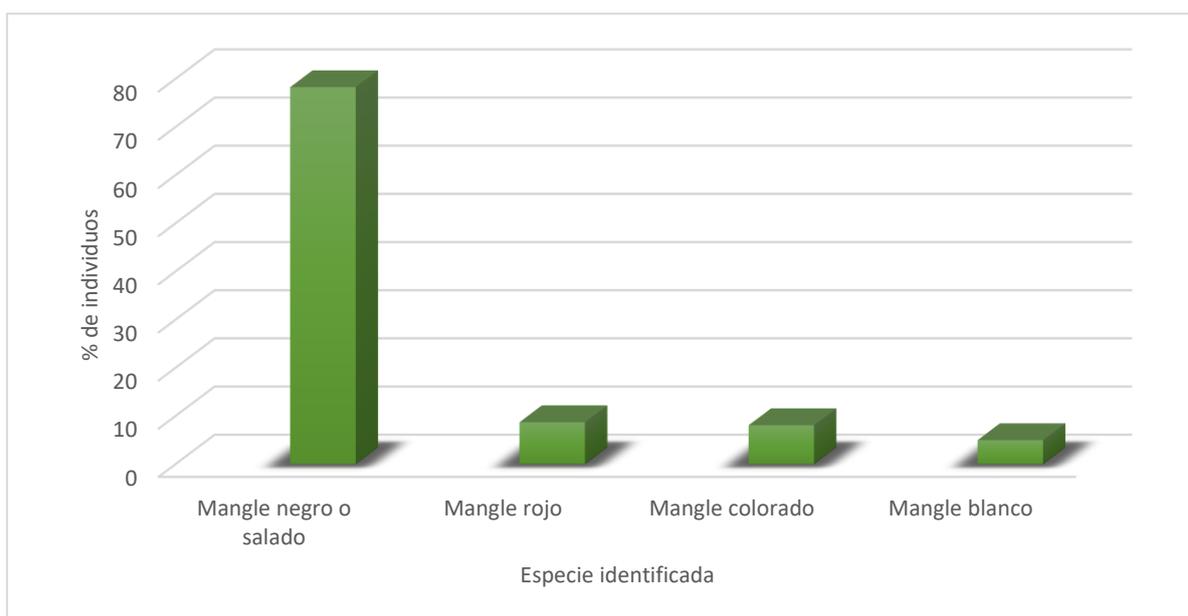


Figura 29 Clasificación de cobertura vegetal

Con la información obtenida por el levantamiento fotogramétrico se realiza la identificación en el área de recuperación “LAN ZARUMILLA” del SNLMT con las coordenadas obtenidas por el software Arcgis 10.8 y Agisoft Metashape, lo cual se

realizaron las mediciones Dasométricas como DAP, Altura de especie y el diámetro de copa, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 11

Identificación de individuos obtenidos del procesamiento de fotogrametría.

Individuo Evaluado	ESPECIE			MEDICIONES DASOMETRICAS			Sistema de Proyección: UTM Datum: WGS 84 / Zona 17S	
	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)	ESTE(X)	NORTE(Y)
1	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.20	1.50	579216	9619718
2	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4	0.75	1.55	579215	9619718
3	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.5	1.20	1.30	579213	9619718
4	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	2.45	1.00	579214	9619718
5	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4.5	2.50	2.80	579213	9619720
6	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.6	1.02	1.56	579212	9619721
7	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5.6	0.98	1.55	579211	9619723
8	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4.5	2.50	1.30	579209	9619724
9	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4	1.10	1.30	579209	9619722
10	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.35	1.00	579208	9619724
11	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.25	1.30	579208	9619725
12	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.5	1.00	1.00	579211	9619733
13	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	1.10	1.50	579212	9619731
14	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4.5	0.98	1.50	579216	9619729
15	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	2.50	1.50	579217	9619726
16	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.8	1.25	2.80	579219	9619726
17	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.5	1.20	1.30	579221	9619726
18	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	2.45	1.00	579223	9619723
19	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.00	1.50	579224	9619728
20	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	6	1.60	1.50	579225	9619726

Individuo Evaluado	ESPECIE			MEDICIONES DASOMETRICAS			Sistema de Proyección: UTM Datum: WGS 84 / Zona 17S	
	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)	ESTE(X)	NORTE(Y)
21	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	6.5	1.20	1.50	579151	9619752
22	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	6	2.45	2.80	579149	9619751
23	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.50	1.50	579149	9619749
24	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5.8	1.60	1.50	579147	9619746
25	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.5	2.50	1.50	579150	9619745
26	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	2.10	2.80	579152	9619745
27	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4.5	1.20	1.30	579144	9619742
28	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4.5	2.45	1.00	579143	9619741
29	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	1.20	1.50	579143	9619740
30	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.8	1.20	1.50	579141	9619739
31	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.5	1.20	1.50	579142	9619738
32	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	2.50	2.80	579140	9619737
33	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.20	1.30	579141	9619736
34	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	6	2.45	1.00	579139	9619735
35	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.8	2.55	1.56	579139	9619734
36	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	2.05	1.07	579138	9619732
37	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	0.25	1.00	579138	9619731
38	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	0.35	1.20	579136	9619730
39	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.64	1.20	1.30	579135	9619729
40	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	2.45	1.00	579135	9619728
41	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4.5	0.56	1.50	579137	9619727
42	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	6	1.20	1.30	579132	9619729
43	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.8	0.70	2.00	579131	9619729
44	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.40	1.90	579129	9619727
45	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.05	1.65	579130	9619726
46	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.00	1.80	579133	9619726
47	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	1.35	1.50	579134	9619726

Individuo Evaluado	ESPECIE			MEDICIONES DASOMETRICAS			Sistema de Proyección: UTM Datum: WGS 84 / Zona 17S	
	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)	ESTE(X)	NORTE(Y)
48	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.10	1.50	579210	9619648
49	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	6	1.60	1.50	579210	9619647
50	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	6	1.05	1.50	579212	9619647
51	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.8	0.98	1.50	579213	9619646
52	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.56	1.25	579215	9619645
53	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.20	1.30	579217	9619644
54	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	2.45	1.00	579218	9619643
55	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5.5	1.15	1.55	579219	9619641
56	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	1.65	2.25	579220	9619641
57	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.8	0.70	2.00	579222	9619639
58	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.5	0.70	2.00	579221	9619640
59	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	0.70	2.00	579223	9619640
60	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	5	1.40	1.90	579225	9619640
61	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	6	1.15	1.55	579225	9619642
62	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	1.65	2.25	579223	9619641
63	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4.5	1.20	1.30	579221	9619642
64	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	2.5	2.45	1.00	579220	9619643
65	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	3.6	1.15	1.55	579220	9619645
66	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4.5	1.65	2.25	579222	9619644
67	Mangle Negro	Avicennia germinans	Acanthaceae	4.65	2.45	1.00	579222	9619645
68	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	5	1.90	2.00	579221	9619645
69	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	6	1.50	2.50	579239	9619661
70	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	4	1.60	2.85	579238	9619663
71	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.3	1.30	1.40	579238	9619664
72	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.5	1.50	2.50	579237	9619665
73	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	4.5	1.68	1.95	579235	9619666

Individuo Evaluado	ESPECIE			MEDICIONES DASOMETRICAS			Sistema de Proyección: UTM Datum: WGS 84 / Zona 17S	
	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)	ESTE(X)	NORTE(Y)
74	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.6	1.90	2.00	579237	9619666
75	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	6.5	1.50	2.50	579240	9619666
76	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.1	1.60	2.85	579241	9619666
77	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.3	1.30	1.40	579238	9619667
78	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.5	1.50	1.95	579234	9619668
79	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	6	1.60	2.56	579233	9619667
80	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	4	1.30	2.85	579231	9619668
81	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.3	1.50	2.64	579227	9619651
82	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.5	1.60	2.55	579224	9619655
83	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	6.5	1.30	2.45	579223	9619656
84	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	4.5	1.50	1.45	579223	9619659
85	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	6	1.60	1.65	579225	9619658
86	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	4	1.90	2.00	579208	9619646
87	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.3	1.50	2.50	579207	9619648
88	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.5	1.60	2.85	579206	9619647
89	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	4.5	1.30	1.40	579204	9619647
90	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	2.6	1.30	1.45	579204	9619650
91	Mangle Blanco	Laguncularia racemosa	Combretaceae	6.5	1.30	1.80	579201	9619649
92	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	2.1	2.45	1.00	579201	9619651
93	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	7	2.45	1.25	579201	9619652
94	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	4	1.85	1.85	579198	9619650
95	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	6	2.45	1.00	579197	9619651
96	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	5	2.50	1.65	579198	9619653
97	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	3	2.80	1.85	579197	9619654
98	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	5	1.50	1.75	579194	9619651
99	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	2.5	1.8	2.1	579196	9619655

Individuo Evaluado	ESPECIE			MEDICIONES DASOMETRICAS			Sistema de Proyección: UTM Datum: WGS 84 / Zona 17S	
	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)	ESTE(X)	NORTE(Y)
100	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	7	2.45	1.00	579223	9619647
101	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	3.5	2.5	1.65	579220	9619647
102	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	4.5	2	1.8	579223	9619649
103	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	6.5	2.45	1.00	579224	9619650
104	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	2.5	1.5	1.5	579225	9619649
105	Mangle Colorado	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	7	2.45	1.00	579225	9619647
106	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	5	0.80	1.60	579226	9619650
107	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	4	1.70	1.30	579227	9619646
108	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	5.5	1.56	1.30	579128.25	9619813.1
109	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	2.5	1.85	1.85	579127.96	9619811.5
110	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	3.5	2.1	1.45	579126.58	9619811.3
111	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	4.5	1.56	1.60	579131.51	9619817
112	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	2.5	2.3	1.30	579127.01	9619819.5
113	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	4.55	0.80	1.60	579125.61	9619821.8
114	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	3.5	1.70	1.30	579126.24	9619823.2
115	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	4.2	1.45	1.85	579125.74	9619824
116	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	2.8	1.5	1.45	579126.11	9619825.5
117	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	5.5	0.80	1.60	579129.81	9619825.1
118	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	2.5	1.70	1.30	579127.38	9619832.5
119	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	3.5	1.25	1.45	579128.99	9619834.2
120	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	4.5	1.65	1.65	579130.87	9619836.7
121	Mangle rojo	Rhizophora mangle	Rhizophoraceae	2.5	1.05	1.5	579125.08	9619833

Se evaluaron 121 individuos de las 04 especies estudiadas con la data obtenida del levantamiento fotogramétrico.

4.1.2. Generación de información actualizada de la determinación de cobertura vegetal mediante RPA

Mediante el uso de Drones para el levantamiento fotogramétrico para la identificación de cobertura vegetal se obtiene información con mayor precisión y con menor tiempo, además el área de estudio es una zona de difícil acceso debido al tiempo de mareas es donde el uso de esta tecnología ayuda de manera eficiente para estos tipos de investigaciones.



Figura 30 Ortomosaico del área de recuperación.

4.1.3. Determinación del Índice de Vegetación Diferenciado Normalizado (NDVI)

En la tabla 12 se pueden observar los índices NDVI, para los diferentes tipos de cobertura encontradas en las 100 hás. definidas como área de investigación.

Tabla 12

Índice de Vegetación

Tipo de cobertura	Clasificación	NDVI	Superficie (has)
Cuerpo del agua	Cuerpo del agua (NA)	0.005	10.50
Zona Salitrosa- banco de arena	Suelo sin Vegetación	0.1	0.50
Zona de langostinera existente	Suelo sin vegetación (SV)	0.1	8.80
Bosque Manglar Maduro	Vegetación Alta (VA)	0.6	52.0
Bosque de Manglar recuperado	Vegetación Mediana (VM)	0.3	24.0
Área de Recuperación	Vegetación Ligera (VL)	0.1	4.20
		Total	100

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Evaluación de la cobertura vegetal actual en el SNLMT

4.2.1.1. Análisis de la estructura de bosque manglar en el área LAN Zarumilla

Por la presente investigación y en el área de recuperación LAN ZARUMILLA de 4.20 Hás. se encontró de acuerdo a la tabla 9 que existen 4 tipos de manglares: mangle negro o salado, mangle rojo, mangle colorado y mangle blanco; corroborando la eficacia del uso de las áreas drones para identificar tipos de especies de cobertura vegetal; así mismo, este aspecto cualitativo del uso de los drones es similar a lo mencionado por Vallejo Suárez S.O. (2022) y Dioses Puelles (2020) investigadores que también indican que el dron es una opción para el análisis de cobertura vegetal e inclusive sirve para determinaciones cuantitativas lo que permite evaluar problemas vegetales inciertos periodos de tiempo.

4.2.1.2. clasificación de la cobertura vegetal en el área LAN Zarumilla

En la presente investigación mediante el procesamiento de ortomosaico, se identifican 2875 individuos en un área de 4.20 Hás.; siendo el mangle negro o salado con 2250 individuos que representan el 78.3%, el mangle rojo con 250 individuos que representa el 8.7%, mangle colorado con 238 individuos que represente el 8.1%; y el mangle blanco con 143 individuos que representan 5%; resultados muy significativos que valoran la precisión del método aplicado y el uso del dron; precisión que coincide con otros investigadores que usando estas metodologías han precisado pérdidas de superficies boscosas en determinados periodos de aplicación de la técnica, tal como Córdoba Reyes I.R. (2020), o Dioses Puelles (2020) que obtuvo significativos resultados cuantitativos y cualitativos en pérdidas de superficies boscosas.

4.2.1.3. Generación de información actualizada de la determinación de cobertura vegetal en el santuario nacional de los manglares de tumbes con alta tecnología utilizando sistemas de aeronaves pilotadas en distancia (RPA)

En la presente investigación el levantamiento fotogramétrico se realizó con drones, con la finalidad de identificar la cobertura vegetal, lográndose información precisa y en el menor tiempo de la cantidad y tipo de mangle existente en el área bajo estudio; un área sumamente difícil de acceder y haberlo realizado por cualquier otro método tanto por la frondosidad de la cobertura vegetal como por el aspecto de las altas mareas que inundan el bien del estudio.

4.2.1.4. Índice de Vegetación (NDVI)

En la presente investigación de 100 has., Evaluadas, 52 has son de bosque manglar maduro (52%) correspondiendo una clasificación de vegetación alta (VA) coincidiendo con (Dioses Puelles, 2020) que realiza una similar investigación en el SNLMT, obtuvo también con imágenes satelitales un 68.06% de áreas con bosque de manglar.

V. CONCLUSIONES

1. La técnica del uso de drones permitió la identificación de 4 tipos de mangle: mangle negro o salado, mangle rojo, mangle colorado y mangle blanco.
2. En el procesamiento de ortomosaico se identificaron 2875 individuos en el área de 4.20 Hás.; siendo el mangle negro o salado con 2250 individuos que representa 78.3% de la población del santuario nacional de manglares de Tumbes.
3. El dron obtuvo el levantamiento fotogramétrico que permitió rápidamente realizar en forma cualitativa y cuantitativa la identificación precisa de toda la cobertura vegetal manglar estudiada.
4. Esta tecnología es sumamente importante para áreas de difícil acceso sea por la densidad de población u otras dificultades presentes.
5. El tipo de cobertura Bosque Manglar Maduro clasificado como vegetación alta (VA) Constituye el 52% del área Total investigada.

VI. RECOMENDACIONES

1. Esta técnica y metodología de evaluación e identificación de áreas boscosas, debería extenderse para toda el área actual de manglar de Tumbes; así como, para evaluar e identificar el bosque seco y húmedo de Tumbes, y ver el avance de la deforestación y extinción de especies importantes del bosque.
2. Identificar las áreas deforestadas y especies en extensión plantear programas de forestación y reforestación; en este caso para el mangle que más sobresale en el sistema como es el mangle negro o salado y de esta manera preservar la rica fauna que se alberga en su interior (cangrejo, conchas negras, Etc.).
3. Se propone que en las 4.20 Há. que se han observado, se le de atención prioritaria en restauración por especies que se han encontrado en mayor cantidad y que se han adaptado, como es el mangle negro con un 78.3%, seguidamente del mangle rojo con 8.7%.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. BIBLIOGRAFÍA

Alongi, D. M. 2002 Present satatus and future of worlds mangrove forest. Environ. Conserv 29 (3); 331-349

Alonso Sarría, F. (2016). *Cartografía Digital. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de Geograf.

Cordova Reyes, J. R., & Sanchez De Souza, L. O. (2020). Análisis de la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú.

Dioses Puelles, J. E. (2020). Determinación y evaluación de la cobertura vegetal a través de parcelas de monitoreo permanente en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes - Perú. *Repositorio UNTUMBES*.

Jiménez, S. I. J., Bustamante, W. O., de Jesús, M., & Pablo, M. INFORMACIÓN DE DRONES Y SU ANÁLISIS EN LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN.

Matías, A. (2020). En su Trabajo de Investigación “Aplicación de un VANT para mejorar los procesos productivos en Minera Chinalco Perú S. A., Morococha 2020”.

Mendoza, R., Amador, E., Llinas J. y Bustillos, J. 1984. Inventtio de las Á reas de manglar en la Ensenada de Aripes, B. C. S. En: Memorias de la primera reunión sobre ciencia y sociedad: Presente y Futuro de la

Ensenada de La Paz. México. U. A. B. C. S. y Gobierno del Estado de B. C. S. México. 43-52 p.

Pablo, M. D. J. M., Bustamante, W. O., Sánchez, A. G., & Jiménez, S. I. J. (2018) EFECTO DE LA SOMBRA EN EL CÁLCULO DE LA COBERTURA VEGETAL, USANDO IMÁGENES DE DRONES.

ONERN (1972), Monitoreo en los cambios de la cobertura y uso de la tierra en el ecosistema manglar de Tumbes.

Ruiz Luna , A., Berlanga Robles , C., & Cervantes , E. A. (2008). Evaluación de la condición de los sistemas de manglar en el noroeste de México. 58. Recuperado el 28 de agosto de 2023, de de los ecosistemas y la biodiversidad.

7.2. WEBGRAFÍA

El Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT). (2020). sernanp. Obtenido de <https://biodiversidadanp.sernanp.gob.pe/en/?areas-naturales-pro=ficha-anp&394>

MINAN. (2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal - Memoria descriptiva. Ministerio del Ambiente. Lima Perú: Biblioteca Nacional del Perú n.º 2015-13226. Recuperado el 29 de agosto de 2023, de <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>

NTC-001-2015. (2015). NTC-001-2015 - Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia. Informe y publicaciones, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima. Recuperado el 29 de agosto de 2023, de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes->

publicaciones/321488-ntc-001-2015-requisitos-para-las-operaciones-de-sistemas-de-aeronaves-pilotadas-a-distancia.

Rodriguez Chavez, O. E., & Arredondo Bautista, H. A. (2015). MANUAL PARA EL MANEJO Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES OBTENIDAS DEL SENSOR REMOTO MODIS DE LA NASA APLICADO EN ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL, Bogotá. Recuperado el 25 de agosto de 2023, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7050/tesis123.pdf>.

Rodriguez García, M. E. (2021). COMPARACIÓN ENTRE LOS SOFTWARE PIX4D Y AGISOFT METASHAPE DE LOS PRODUCTOS FOTOGRAFÉTICOS DE LA ESTACIÓN DEL METROPOLITANO PLAZA DE FLORES E INTERSECCIÓN DE SUS VÍAS BARRANCO - LIMA, 2021. Tesis, UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, Huacho Perú. Recuperado el 28 de agosto de 2023, de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6595/TESIS%20RODRIGUEZ%20GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RPASDrones. (29 de agosto de 2020). Seguimiento de Grandes Obras con Drones. Obtenido de RPASDrones: <https://www.rpas-drones.com/quienes-somos/>

Vallejos Suarez, S. (2022). Metodología para el análisis de cobertura vegetal mediante imágenes obtenidas con drones en franjas de protección de ríos. caso: Rio Chorlaví, ciudad de Ibarra. Tesis Postgrado, Universidad Técnica del Norte, Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, Ibarra Ecuador. Recuperado el 29 de agosto de 2023, de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12997>

Vallejos Suarez, S. O. (2022). Metodología para el análisis de cobertura vegetal mediante imágenes obtenidas con drones en franjas de protección de ríos. caso: Rio Chorlaví, ciudad de Ibarra [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12997>

Vásquez, I. (2005). Propuesta de zonificación para la conservación del ecosistema de manglar y el desarrollo sostenible en el refugio de vida silvestre del Estuario de río Muisne. Universidad Internacional de Andalucía, Ciencias, Sevilla España. Recuperado el 28 de agosto de 2023, de <https://goo.gl/ZAeqBP>

Vera Andrade, E. A. (2018). EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA VEGETAL DEL MANGLAR DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MANGLARES ESTUARIO RÍO ESMERALDAS. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, ESCUELA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL, Esmeraldas. Recuperado el 28 de 8 de 2023, de <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1737/1/VERA%20ANDRADE%20%20EDUARDO%20ALFREDO.pdf>

Vide Pifarré D, Briansó Martínez M. Análisis de los servicios ecosistémicos producidos por los manglares a partir de la percepción de la comunidad de Curral Velho. Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona. Ciencias Ambientales. [Internet]. 2014. pp. 13-14. Disponible desde https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2014/hdl_2072_248363/PFC_Brianso_Vide_res um.pdf.

Vide Pifarré, D., & Briansó Martínez, M. (2014). Análisis de los servicios ecosistémicos producidos por los. Universidad Autónoma de Barcelona, Ciencias Ambientales, Barcelona. Recuperado el 28 de agosto de 2023, de

https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2014/hdl_2072_248363/PFC_Brianso_Vide_resum.pdf.

Zabaleta, S. (2017). Determinación del VANT más decuado para la optimización de los procesos de levantamiento topográfico y cálculo de volumen en Drummond LTD-Mina Pribbenow. Recuperado el 28 de agosto de 2023, de <http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/894/1/Determinación>.

VIII. ANEXOS

Anexo 1 Fotos GPS Geodésico



Anexo 2 Toma de puntos de especies







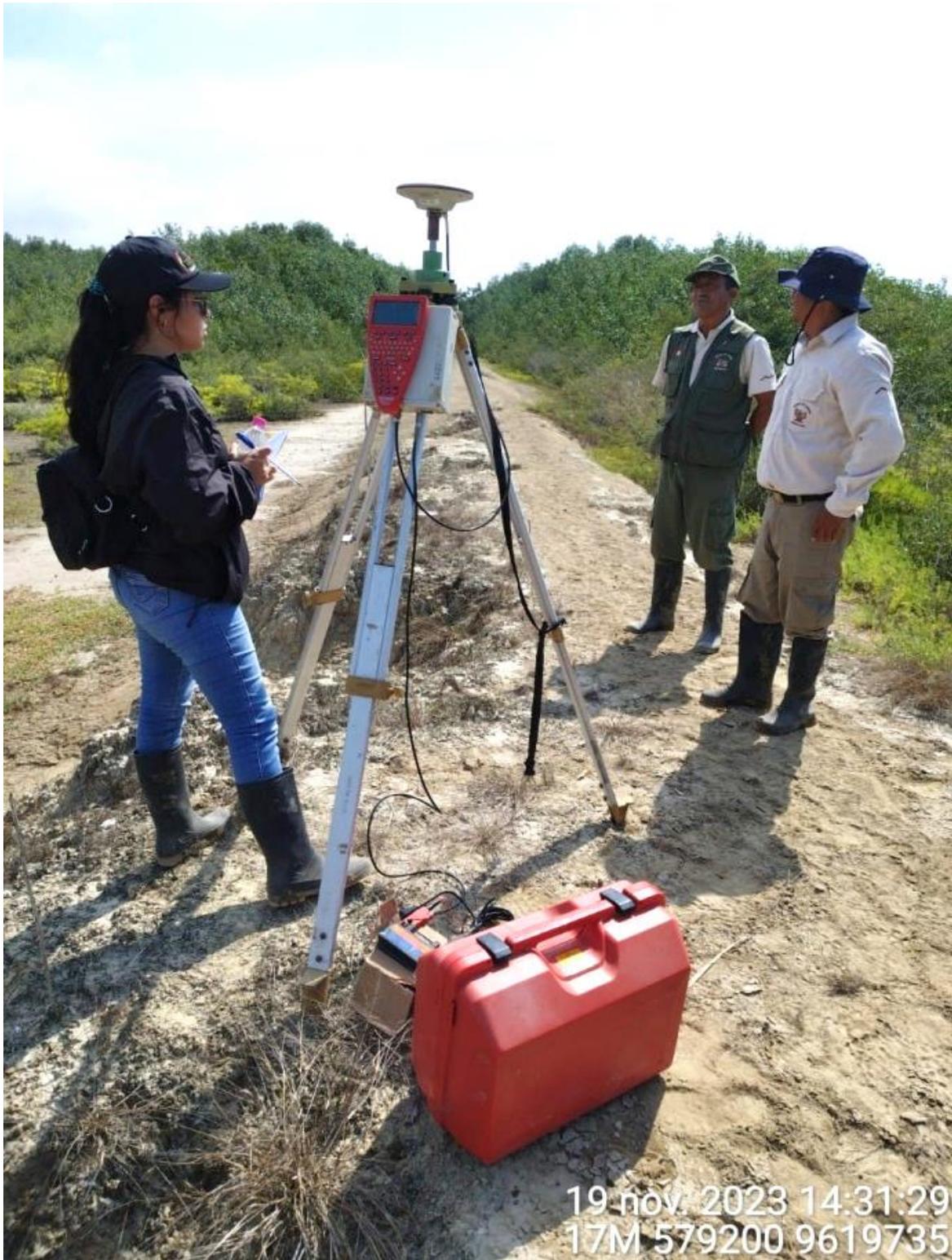
Anexo 3 Grupo de trabajo de campo



Anexo 4 Toma de punto del GPS Geodésico n°01



Anexo 5 Toma de punto del GPS Geodésico n°02



Anexo 6 Ruta de vuelo de toma de fotos



Anexo 7 Coordinaciones de asesores para el ingreso al SNLMT



Anexo 8 Equipo de trabajo ingresando al punto del área de investigación SNLMT



Anexo 9 Recibo por derecho de servicio de data de la red geodésica nacional (Data GNSS ERP) – TUMBES

	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL AV. ARAMBURU 1184 - SURQUILLO LIMA - LIMA TELEFONO : 226-7067 EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm		RECIBO DE INGRESO RUC :20301053623 R001-020748																			
	Datos de Cliente Cliente : HINOJOSA NIQUEN YAMIRA ANABELLE Direccion : URB VILLA UNIVERSITARIA MZ. "D", LT. 13 DNI. 72887499		Datos del Recibo Fecha de Emision : 01 Diciembre 2023 N° Interno : 0000011957 Forma de Pago : DEPOSITO Tipo de Moneda : SOLES																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>CODIGO</th> <th></th> <th>CANTIDAD</th> <th>PRECIO U</th> <th>SUBTOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>S-02-04-00049</td> <td>SERVICIO DE DATA DE LA RED GEODESICA NACIONAL (DATA GNSS ERP) - TUMBES TUMBES TUMBES -- TUMBES 240101</td> <td>1.00</td> <td>119.40</td> <td>119.40</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CIENTO DIECINUEVE CON 40/100 SOLES</td> <td>IMPORTE TOTAL</td> <td>S/ 119.40</td> </tr> </tbody> </table>		ITEM	CODIGO		CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL	01	S-02-04-00049	SERVICIO DE DATA DE LA RED GEODESICA NACIONAL (DATA GNSS ERP) - TUMBES TUMBES TUMBES -- TUMBES 240101	1.00	119.40	119.40	CIENTO DIECINUEVE CON 40/100 SOLES				IMPORTE TOTAL	S/ 119.40			
ITEM	CODIGO		CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL																	
01	S-02-04-00049	SERVICIO DE DATA DE LA RED GEODESICA NACIONAL (DATA GNSS ERP) - TUMBES TUMBES TUMBES -- TUMBES 240101	1.00	119.40	119.40																	
CIENTO DIECINUEVE CON 40/100 SOLES				IMPORTE TOTAL	S/ 119.40																	
Vendedor : cNAVARROC Cobrado Por : jBROCCAB Hora Impresion : 12:32:40p.m.																						
Esta es una representacion impresa N° NOTA VENTA : 0000013715 TU02 DEL 19 DE NOVIEMBRE DEL 2023 JORGESOLIS170@GMAIL.COM 5S																						