

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN**  
**AMBIENTAL**



**Efecto de la deforestación en la biodiversidad del sector  
Matapalo - Zona de Amortiguamiento Parque Nacional Cerros de  
Amotape - Tumbes 2024**

**Tesis para optar el grado académico de Maestra en Ciencias con  
mención en Gestión Ambiental**

**Autora: Br. Stephanie Nicole Verde Zárate**

**Tumbes, 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN**  
**AMBIENTAL**



**Efecto de la deforestación en la biodiversidad del sector  
Matapalo - Zona de Amortiguamiento Parque Nacional Cerros de  
Amotape - Tumbes 2024.**

**Tesis aprobada en forma y estilo por:**

**Dr. Napoleón Puño Lecarnaqué (presidente)**

**Dr. Francisco Alburquerque Viera (secretario)**

**Dr. Miguel Antonio Puestas Chully (vocal)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN**  
**AMBIENTAL**



**Efecto de la deforestación en la biodiversidad del sector  
Matapalo - Zona de Amortiguamiento Parque Nacional Cerros de  
Amotape - Tumbes 2024.**

**Los suscritos declaramos que el Proyecto de tesis es original en  
su contenido y forma:**

**Br. Stephanie Nicole Verde Zárate (autora)**

**Dr. Miguel Antonio Puestas Chully (asesor)**  
**Código ORCID 0000-0003-1979-9572**

**Dr. Eber Gines Tafur (co-asesor)**  
**Código ORCID 0000-00030366-4438**

**Tumbes, 2025**



*"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"*

### **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En Tumbes, a los veintidós días de abril del dos mil veinticinco, siendo las *18 horas del día 21.04.25*, en el aula N° 02 de la Escuela, se reunieron los miembros del jurado calificador constituido con la RESOLUCIÓN DIRECTORAL No 0376-2024/UNTUMBES-EPG-D de catorce de noviembre del dos mil veinticuatro, presidido por el **Dr. Puño Lecarnaqué, Napoleón** (presidente), integrado por el **Dr. Alburquerque Viera, Francisco** (secretario), y el **Dr. Puescas Chully, Miguel Antonio** (vocal – asesor).

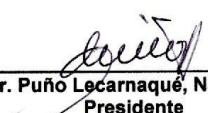
Instalado el jurado, se procedió a la evaluación, deliberación y calificación del acto de la sustentación de la tesis titulada: **"Efecto de la deforestación en la biodiversidad del sector Matapalo – zona de amortiguamiento Parque Nacional Cerros de Amotape – Tumbes 2024"**, presentada por la egresada: **Stephanie Nicole Verde Zárate**, para optar el grado académico de **MAESTRA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL**.

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte de la sustentante y después de la correspondiente deliberación, el jurado, conforme a lo normado en el artículo N° 111 del Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes, declara a la sustentante **APROBADA**, con el calificativo de **MUY BUENO**.

Por lo anterior, la sustentante está expedita para iniciar los trámites correspondientes y conducentes a la obtención del grado académico de **Maestra en Ciencias con mención en Gestión Ambiental**, en conformidad con lo normado en la Ley Universitaria N° 30220, el Texto Único Ordenado del Estatuto, El Reglamento General, el Reglamento General de Grados Títulos y el Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las *19 horas*, del mismo día, se dió por concluido la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia de público asistente.

Tumbes, 21 de abril 2025

  
Dr. Puño Lecarnaqué, Napoleón  
Presidente  
DNI 00225904  
Código Orcid 0000-0002-5008-8085

  
Dr. Alburquerque Viera, Francisco  
Secretario  
DNI 03605124  
Código Orcid 0000-0002-7468-5386

  
Dr. Puescas Chully, Miguel Antonio  
Vocal  
DNI 02660522  
Código Orcid 0000-0003-1979-9572

## Informe de originalidad Turnitin

Efecto de la deforestación en la biodiversidad del sector  
Matapalo - Zona de Amortiguamiento Parque Nacional Cerros  
de Amotape- Tumbes 2024.

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12</b> %	<b>12</b> %	<b>3</b> %	<b>5</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4</b> %
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de Tumbes</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>repositorio.utn.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>repositorio.untumbes.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>eprints.uanl.mx</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>repositorio.espam.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<b>www.martesfinanciero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>10</b>	<b>repositorio.unsch.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %

11	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	mail.polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	www.datasheet.hk Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
17	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.inrena.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
20	es.wikipedia.org Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	revistas.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
23	www.ijese.com Fuente de Internet	<1 %
24	TEMA LITOCLEAN S.A.C.. "ITS Proyecto de Ampliación de las Facilidades de Producción	<1 %

de la Batería N° 112 - Llano - Ex Lote VII Talara  
- Perú-IGA0005157", R.D. N° 019-2016-  
SENACE/DCA, 2022  
Publicación

---

25	es.unionpedia.org Fuente de Internet	<1 %
26	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
27	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
28	repobib.ubiobio.cl Fuente de Internet	<1 %
29	www.minambiente.gov.co Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 15 words

  
Dr. Miguel Antonio Puestas Chully  
ORCID ID: 0000-0003-1979-9572  
Asesor de Tesis

*Dedicatoria:*

*Le dedico mi trabajo de investigación a mis papás, mi hermana y mi mamita, porque son ellos quienes siempre han estado y siguen estando en cada logro y éxito que alcanzo.*

*Agradecimientos:*

*Agradezco a Dios por la vida y salud, a mis padres por siempre impulsarme a tomar retos y por siempre acompañarme en cada paso que doy, a mi hermana por siempre ser mi brazo derecho en mis decisiones y a mí misma, por siempre seguir hacia adelante a pesar de las dificultades. Porque siempre puedo y siempre podré.*

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
I. INTRODUCCIÓN.....	19
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. Descripción del área de estudio .....	25
3.1.1. Ubicación política .....	25
3.1.2. Ubicación geográfica.....	26
3.1.3. Límites .....	26
3.1.4. Población.....	27
3.1.5. Bosques.....	27
3.1.6. Actividad agrícola.....	27
3.2. Materiales y equipos .....	27
3.3. Softwares .....	27
3.4. Metodología .....	27
3.5. Población y muestra .....	27
3.5.1. Población.....	27
3.5.2. Muestra .....	27
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	28
3.7. Esquema del procesamiento de datos:.....	28
3.8. Descripción del procesamiento de datos .....	29
3.8.1. Selección y descarga de imágenes satelitales .....	29
3.8.2. Corrección geométrica.....	30
3.8.3. Mejoramiento de imagen Landsat a 15 m.....	31
3.8.4. Clasificación supervisada.....	31
3.8.5. Conversión de ráster a polígono .....	31
3.8.6. Elaboración de mapas.....	32

3.8.7. Características del Landsat 8 – OLI y TIRS .....	33
3.8.8. Combinación de bandas .....	33
3.9. Mapas del área en estudio .....	34
3.9.1. Mapas de cobertura vegetal .....	35
3.9.2. Mapas de incendios forestales .....	48
3.9.3. Mapas de cambio de uso de suelo .....	58
3.9.4. Mapa Reservoirio de agua – recurso hídrico .....	60
3.9.5. Muestreo aleatorio en campo .....	62
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
V. CONCLUSIONES.....	68
VI. RECOMENDACIONES .....	70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	71
VIII. ANEXOS .....	75

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio en UTM.....	28
Tabla 2. Características del Landsat 8.....	33
Tabla 3. Combinaciones de bandas.....	33
Tabla 4. Clasificación 2013.....	35
Tabla 5. Clasificación 2014.....	36
Tabla 6. Clasificación 2015.....	37
Tabla 7. Clasificación 2016.....	38
Tabla 8. Clasificación 2017.....	39
Tabla 9. Clasificación 2018.....	40
Tabla 10. Clasificación 2019.....	41
Tabla 11. Clasificación 2020.....	42
Tabla 12. Clasificación 2021.....	43
Tabla 13. Clasificación 2022.....	44
Tabla 14. Clasificación 2023.....	45
Tabla 15. Clasificación 2024.....	46
Tabla 16. Análisis de los mapas de cobertura vegetal (2013- 2024).....	47
Tabla 17. Focos de calor periodo 2019-2023. (Fuente SERFOR).....	48
Tabla 18. Alertas de incendios forestales 2019-2023. (Fuente SERFOR).....	50
Tabla 19. Cicatrices por incendios forestales 2017. (Fuente SERFOR).....	52
Tabla 20. Cicatrices por incendios forestales 2019. (Fuente SERFOR).....	53
Tabla 21. Cicatrices por incendios forestales 2021. (Fuente SERFOR).....	54
Tabla 22. Cicatrices por incendios forestales 2023. (Fuente SERFOR).....	55
Tabla 23. Cicatrices por incendios forestales 2024. (Fuente SERFOR).....	56
Tabla 24. Cicatriz, Polígono 1, (2019-2024). (Fuente SERFOR).....	57
Tabla 25. Cicatriz, Polígono 2, (2019-2024). (Fuente SERFOR).....	57
Tabla 26. Cambio de uso de suelo (2013).....	59
Tabla 27. Cambio de uso de suelo (2024).....	60
Tabla 28. Coordenadas para muestreo aleatorio (2024).....	62
Tabla 29. Plantaciones permanentes forestales del muestreo aleatorio.....	63
Tabla 30. Especies forestales categorizadas.....	63
Tabla 31. Especies forestales categorizadas.....	64

Tabla 32. Plantaciones permanentes frutales, medicinales, ornamentales y transitorias del muestreo aleatorio. ....	64
--	----

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	25
Figura 2. Mapa de ubicación con zonas.....	26
Figura 3. Esquema del procesamiento de datos. ....	28
Figura 4. Esquema de pre procesamiento de imágenes satelitales. ....	29
Figura 5. Selección y descarga de imagen Landsat en Earth Explorer. ....	30
Figura 6. Mejoramiento de pixel a 15m. ....	30
Figura 7. Clasificación Supervisada. ....	31
Figura 8. Conversión de ráster a polígono. ....	32
Figura 9. Elaboración de mapas.....	32
Figura 10. Mapa base (2013). ....	34
Figura 11. Mapa de cobertura vegetal (2013). ....	35
Figura 12. Mapa de cobertura (2014). ....	36
Figura 13. Mapa de cobertura vegetal (2015). ....	37
Figura 14. Mapa de cobertura vegetal (2016). ....	38
Figura 15. Mapa de cobertura vegetal (2017) ....	39
Figura 16. Mapa de cobertura vegetal (2018). ....	40
Figura 17. Mapa de cobertura vegetal (2019). ....	41
Figura 18. Mapa de cobertura vegetal (2020). ....	42
Figura 19. Mapa de cobertura vegetal (2021). ....	43
Figura 20. Mapa de cobertura vegetal (2022). ....	44
Figura 21. Mapa de cobertura vegetal (2023). ....	45
Figura 22. Mapa de cobertura vegetal (2024). ....	46
Figura 23. Estadístico de mapas de cobertura vegetal (2013- 2024). ....	47
Figura 24. Mapa de focos de calor (2017-2024). (Fuente SERFOR) ....	48
Figura 25. Mapa de alertas de incendios forestales (2019). (Fuente SERFOR) ..	50
Figura 26. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2017). (Fuente SERFOR) .....	52
Figura 27. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2019). (Fuente SERFOR) .....	53
Figura 28. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2021). (Fuente SERFOR) .....	54

Figura 29. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2023). (Fuente SERFOR)	55
Figura 30. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2024). (Fuente SERFOR)	56
Figura 31. Mapa base de cambio de uso de suelo (2013)	58
Figura 32. Mapa de cambio de uso de suelo (2024)	59
Figura 33. Mapa de reservorio de agua (2024)	61

## INDICE DE ANEXOS

Foto 1. Sector Matapalo Zona de Amortiguamiento .....	75
Foto 2. Especie forestal ceibo .....	75
Foto 3. Parcelas agrícolas - Sector Matapalo.....	76
Foto 4. Especies forestales diversas.....	76
Foto 5. Ubicación del reservorio de agua .....	77

## RESUMEN

Un área natural protegida es un espacio bajo la administración del estado, a través del SERNANP, que se encarga de cuidar, salvaguardar, conservar y preservar la biodiversidad que en ellas habita. Es así como en Tumbes tenemos 03 áreas naturales protegidas, siendo una de estas el Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCAM). La misma que es de tipo Bosque seco. Cada área natural protegida (ANP) a parte de tener su zona núcleo, cuenta con una zona de amortiguamiento, la cual es una zona que no es protegida por el SERNANP, pero que si cuenta con una opinión vinculante por parte de ellos. El PNCAM, enfrenta muchos problemas y daños ambientales y esto se debe a que su gran cobertura dificulta la protección del mismo. Allí se realizan muchas actividades que ponen en peligro el ecosistema y las especies nativas e indígenas. Con respecto a lo antes señalado, la presente investigación tiene como propósito determinar los efectos de la deforestación y como estos afectan a la biodiversidad del sector de Matapalo, Zona de Amortiguamiento Parque Nacional Cerros de Amotape. Teniendo como ejes de estudio a la pérdida de cobertura vegetal, los incendios forestales, el cambio de uso de suelo. Siendo así que se han utilizado imágenes satelitales con el programa de ARCGIS, en un periodo de espacio de línea tiempo de 11 años. Por lo que se realizó la trasposición de imágenes y la elaboración de mapas para sus respectivos análisis. Así como la verificación en campo de las especies forestales de la zona y que serían afectadas. Determinándose que los efectos de la deforestación en el PNCAM se deben principalmente al cambio de uso de suelo como consecuencia de las actividades agrícolas de la zona.

**Palabras clave:** ANP, PNCAM, Cobertura vegetal, biodiversidad, zona de amortiguamiento, cambio de uso de suelo, incendios.

## ABSTRACT

A protected natural area is a space under the administration of the state, through the SERNANP, which is responsible for caring for, safeguarding, conserving and preserving the biodiversity that lives there. This is how in Tumbes we have 03 protected natural areas, one of these being the Cerros de Amotape National Park (PNCAM). It is a dry forest type. Each protected natural area (ANP) apart from having its core zone, has a buffer zone, which is an area that is not protected by the SERNANP, but which does have a binding opinion from them. The PNCAM faces many problems and environmental damages and this is because its large coverage makes it difficult to protect it. Many activities are carried out there that endanger the ecosystem and native and indigenous species. With respect to the above, the purpose of this research is to determine the effects of deforestation and how these affect the biodiversity of the Matapalo sector, Buffer Zone of the Cerros de Amotape National Park. The study axes were the loss of vegetation cover, forest fires, and land use changes. Satellite images were used with the ARCGIS program over a time period of 11 years. Therefore, the images were transposed and maps were created for their respective analysis. As well as the verification in the field of the forest species in the area that would be affected. It was determined that the effects of deforestation in the PNCAM are mainly due to the change in land use as a consequence of agricultural activities in the area.

**Keywords:** ANP, PNCAM, vegetation cover, biodiversity, buffer zone, land use change, firel. |

## I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas están conformados por biotopos, los mismos que contienen componentes abióticos, reuniendo así las características propicias para que en ellos exista vida y se desarrollen las cadenas tróficas.

Ante lo señalado anteriormente es que a través de la ley N° 26834, “Ley de las Áreas Naturales Protegidas”, el SERNANP, es el ente rector encargado de cuidarlas y salvaguardarlas, así como el de preservar y conservar su biodiversidad, que en ellas habita.

Es así como dentro de la región de Tumbes, contamos con 03 áreas naturales protegidas por el estado, siendo una de ellas el Parque Nacional Cerros de Amotape, el mismo que por su gran extensión, enfrenta muchos problemas y daños ambientales, debido a que por su gran cobertura se dificulta la protección de este.

Tal, así es como, antes eran espacios donde ya existían comunidades y terceros, los mismos que conservaron sus derechos pre existentes por tener posesión antigua.

Que, sin embargo, muchos de ellos al comienzo mantuvieron sus actividades, poniendo en peligro los ecosistemas y sus especies nativas.

El Parque Nacional Cerros de Amotape, espacio natural protegido por el Estado a través del SERNANP, enfrenta muchos problemas y daños ambientales y esto se debe a que su gran cobertura dificulta la protección del conjunto.

Allí se realizan muchas actividades que ponen en peligro el ecosistema y las especies nativas e indígenas.

Así encontramos todo tipo de señales de muchos crímenes ecológicos, siendo uno de los principales la deforestación.

La deforestación y los cambios en el uso del suelo son causas importantes de la pérdida de bosques y la degradación ambiental a escala local, regional y mundial. Estos procesos están impulsados por factores tecnológicos, económicos, políticos, sociales y culturales.

Con respecto a lo antes señalado, esta investigación busca determinar los efectos de la deforestación y como estos afectan a la biodiversidad del sector de Matapalo, Zona de Amortiguamiento Parque Nacional Cerros de Amotape.

Por tal motivo se usaron las herramientas tecnológicas, como lo son los Sistemas Integrados de Gestión (SIG), de esta forma de manera multitemporal en una línea de espacio-tiempo de 11 años, desde el 2013 hasta el 2024, se analizaron

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### ***ARCGIS:***

(ArcGIS, s.f.), señala que el programa de ArcGIS nos permite recolectar, administrar, organizar, analizar y compartir información geográfica. Siendo la plataforma líder para crear y usar los Sistemas Integrados de Gestión (SIG).

### ***Biodiversidad:***

De acuerdo con Wilson, (1997, como se citó en Irama et al. (2003) la biodiversidad es una variación hereditaria que se da en los genes de una población local, siendo así hasta el proceso de las especies que componen una comunidad local.

### ***Calentamiento Global:***

Para Barbosa (2013, como se citó en Espejel y Flores, 2015), significa “Un fenómeno donde se muestra el incremento de la temperatura en la atmósfera terrestre y en los océanos durante las últimas décadas”.

### ***Cambio Climático:***

Comisión Económica para América Latina (s.f.), define el Cambio Climático como una alteración global del clima que pueden ser naturales, pero que principalmente se dan por acción del ser humano, siendo así sus actividades como la degradación de cobertura vegetal, quema de combustibles fósiles, actividades agrícolas y de transporte.

### ***Cambio de uso de la tierra:***

De acuerdo a López et al. (2015). Nos dice que son procesos, que inician primero con una deforestación para el inicio de áreas agrícolas, luego para pastizales y, finalmente son abandonados por causa de erosión o terminan siendo ocupado por el hombre para asentamientos humanos.

### ***Cobertura Vegetal:***

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022) la define como la cubierta de la tierra, la misma que está compuesta por biomasa, con características peculiares, siendo desde los pastizales hasta los bosques naturales.

### ***Conservación de la biodiversidad:***

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MINAMBIENTE) (2022) son los sistemas que interaccionan para preservar, restaurar, tener un uso sostenible y construir los conocimientos e información.

### ***Degradación:***

El MINAMBIENTE (2022, p.08), define la degradación como las acciones y actividades del hombre como el componente que daña los recursos naturales, afectando su calidad y productividad.

### ***Deforestación:***

Según Smith y Schwartz (2015, como se citó en Arce, 2018), consiste en una reducción, significativa, de bosques. Que incluye “plantaciones de árboles, agricultura, pastizales, reservas de agua y áreas urbanas.”

### ***Ecosistema:***

De acuerdo, Tansley (1935, como se citó en Armenteras et al. (2016).), lo acuña como el conjunto de organismos, junto a los factores físicos de su ambiente en un determinado lugar y como la unidad básica de la naturaleza.

### ***Expansión agrícola:***

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2021), durante la COP26, señaló que más de la mitad de las pérdidas forestales se deben al cambio de uso de tierra, las cuales son utilizadas para la agricultura e infraestructuras, teniendo como resultado que el 90% es por deforestación mundial.

### ***Imagen satelital:***

Geosolutions consulting (s.f.), indican que las imágenes satelitales son fotografías tomadas de la tierra mediante el espacio a través de un satélite artificial.

### ***Impacto Ambiental:***

Luis (2006, como se citó en Juan, 2017), señala que la alteración de algunos elementos que se encuentran en el ambiente originan un impacto ambiental, sea positivo o negativo, repercutiendo en la salud humana, a partir de acciones o actividades humanas.

### ***Incendios forestales:***

Gil (2022), indica que el fuego no deseado que se genere de manera esporádica es considerado como incendio forestal, del mismo que se propaga sin control, causando daños ecológicos, económicos y sociales.

### ***Napa freática:***

Menendez (2016), nos dice que la acumulación de agua subterránea, a una profundidad relativa del suelo es la napa freática. Siendo puntualmente un acuífero.

### ***NDVI:***

Grupo TYCGIS Formación (s.f.). indican que el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, mide la biomasa como indicador simple, por lo que es la salud vegetativa calculada.

**Recursos forestales:**

MINAMBIENTE (2022, p.13), son los elementos bióticos y abióticos que conforman un ecosistema. Encontrándose en los bosques, los cuales pueden ser maderables y no maderables.

**Servicios ecosistémicos:**

De acuerdo al MINAMBIENTE (2022, p.14), los define como los beneficios que la humanidad recibe de los ecosistemas, como resultado de la interacción de la biodiversidad que en ellos albergan.

**SIG:**

Vílchez (2000, como se citó en Liria, 2008), nos dice que los Sistemas de Información Geográfica (SIG), tratan datos georreferenciados, con el fin de generar información nueva, para el análisis y toma de decisiones.

**Zona de amortiguamiento:**

Parque Nacional Bahuaja Sonene, Plan Maestro (2019), este documento nos dice que la Zona de Amortiguamiento es aquella área conjunta a los límites de cada Área Natural Protegida por el SINANPE, estableciéndose en el Plan Maestro, de esta forma minimizando las repercusiones generadas por actividades humanas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción del área de estudio

##### 3.1.1. Ubicación política

Matapalo es un distrito que pertenece a la Provincia de Zarumilla, ubicado en el departamento de Tumbes.

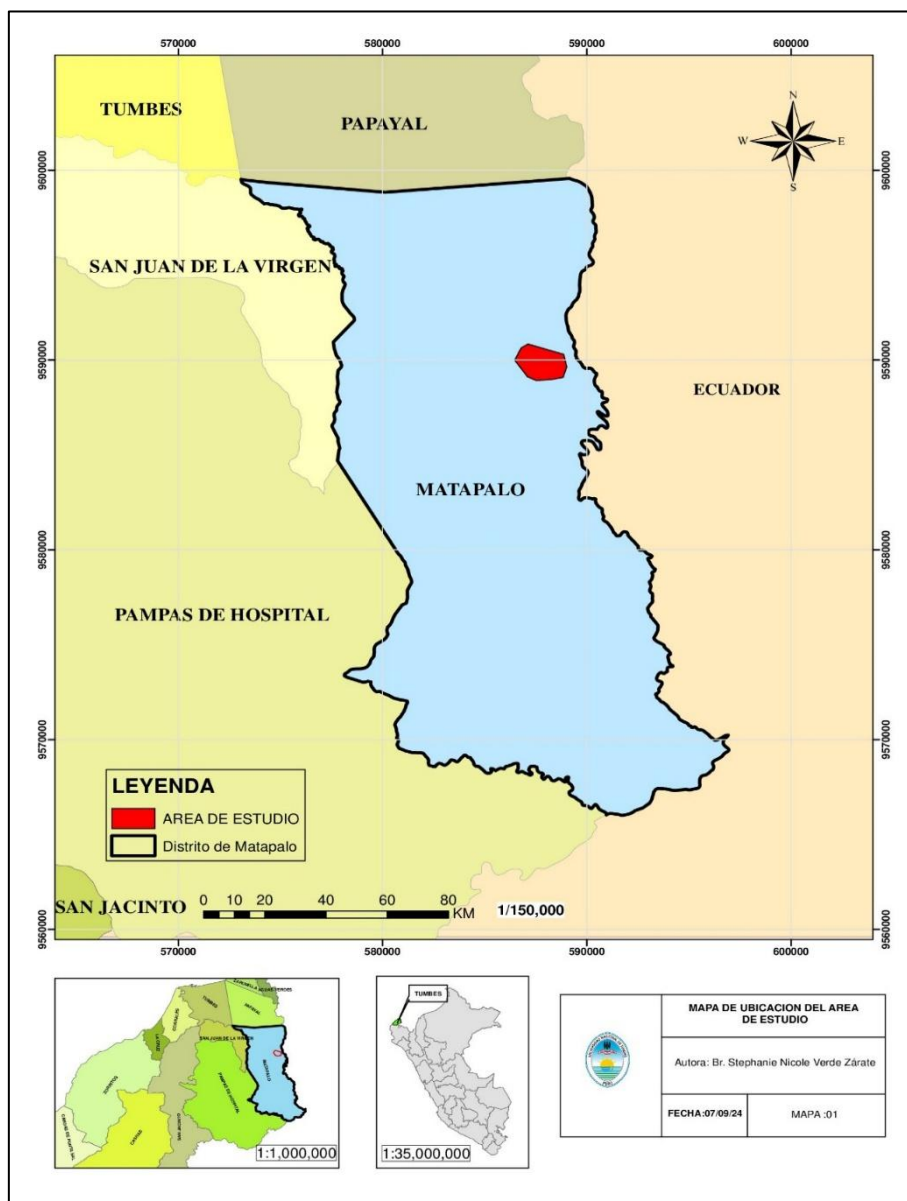


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

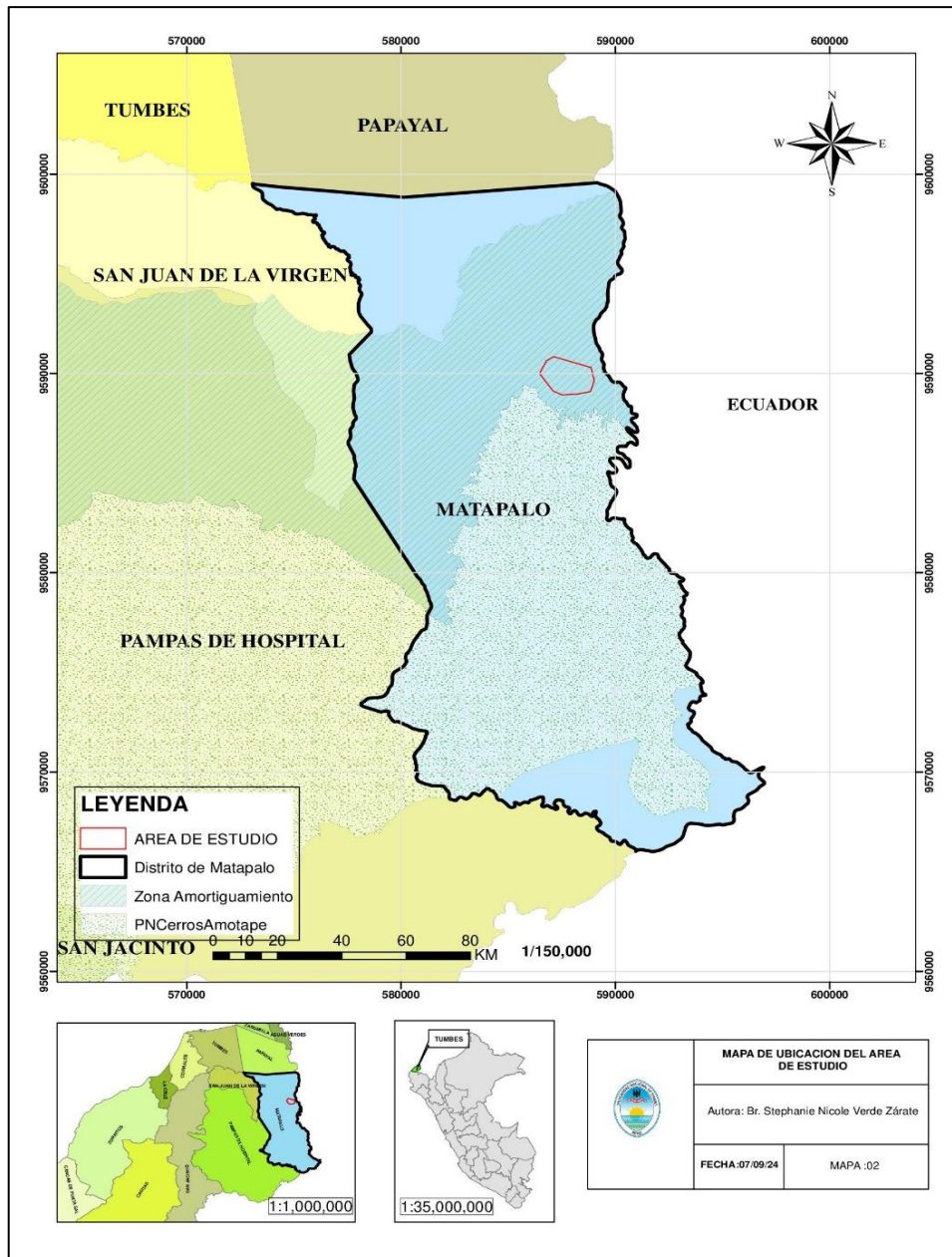


Figura 2. Mapa de ubicación con zonas.

### 3.1.2. Ubicación geográfica

Matapalo es uno de los cuatro distritos que conforman la provincia de Zarumilla, ubicada en el departamento de Tumbes.

### 3.1.3. Límites

El distrito de Matapalo tiene los siguientes límites: al norte, con el distrito de Papayal; al este y al sur, con Ecuador; y al oeste, con Pampas de Hospital y San Juan de la Virgen.

#### **3.1.4. Población**

Matapalo como distrito cuenta con una población de 5000 habitantes. Aprox. Según RENIEC (s.f)

#### **3.1.5. Bosques**

Es de tipo bosque seco.

#### **3.1.6. Actividad agrícola**

El distrito de Matapalo tiene el 90% la actividad agrícola, siendo esta la predominante, teniendo así que entre los cultivos más sembrados de plantaciones permanentes está el limón y como plantaciones transitorias (yuca, maíz, camote y entre otros).

### **3.2. Materiales y equipos**

- GPS
- Libreta de notas
- Laptop

### **3.3. Softwares**

- ArcGIS 10.5
- Google Earth
- SAS Planet

### **3.4. Metodología**

El método utilizado fue el análisis multitemporal de imágenes satelitales utilizando el programa de ArcGIS, en un periodo de 11 años (2013 - 2024)

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Se tomó un polígono que comprende una extensión territorial de 351 hectáreas.

#### **3.5.2. Muestra**

En esta investigación se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia.

El polígono cuenta con 8 puntos, respectivamente con sus coordenadas en la siguiente tabla:

*Tabla 1. Coordenadas del área de estudio en UTM.*

Puntos	Coordenadas	Coordenadas Norte
P1	587,127.00 m E	95' 90840.00 m S
P2	588,872.00 m E	95' 90292.00 m S
P3	589,017.00 m E	95' 89630.00 m S
P4	588,840.00 m E	95' 89077.00 m S
P5	587,522.00 m E	95' 88916.00 m S
P6	587,104.00 m E	95' 89107.00 m S
P7	586,470.00 m E	95' 89980.00 m S
P8	586,786.00 m E	95' 90633.00 m S

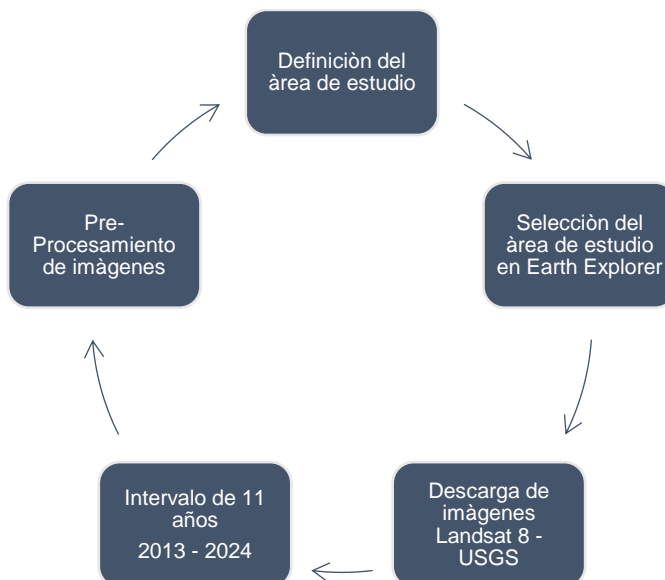
### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada fue la observación de imágenes satelitales, en un periodo de tiempo de 11 años, desde el año 2013 al 2024.

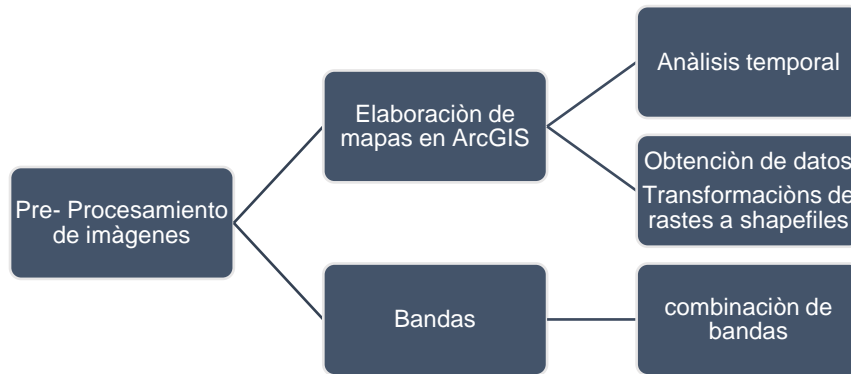
Los softwares utilizados fueron: ArcGIS 10.5 y SAS.Planet, y para el procesamiento de datos el Microsoft Excel.

Ejecutando los siguientes pasos, como se describen en los gráficos a continuación:

### 3.7. Esquema del procesamiento de datos:



*Figura 3. Esquema del procesamiento de datos.*



*Figura 4. Esquema de pre procesamiento de imágenes satelitales.*

### **3.8. Descripción del procesamiento de datos**

La elaboración de los mapas se realizó utilizando diversos programas y herramientas, entre ellos ArcGIS, SAS.Planet, Google Earth y Earth Explorer.

#### **3.8.1. Selección y descarga de imágenes satelitales**

Las imágenes satelitales seleccionadas abarcaron un periodo de 11 años, desde 2013 hasta 2024. Estas fueron descargadas en formato TIFF de Landsat 8 a través del sitio web USGS Earth Explorer, correspondientes a las siguientes fechas: 2 de octubre de 2013, 7 de febrero de 2014, 25 de enero de 2015, 13 de enero de 2016, 16 de diciembre de 2017, 7 de abril de 2018, 26 de abril de 2019, 3 de septiembre de 2020, 14 de marzo de 2021, 20 de noviembre de 2022, 7 de noviembre de 2023 y 4 de julio de 2024. Estas fechas fueron seleccionadas debido a la baja nubosidad presente en el área de estudio.

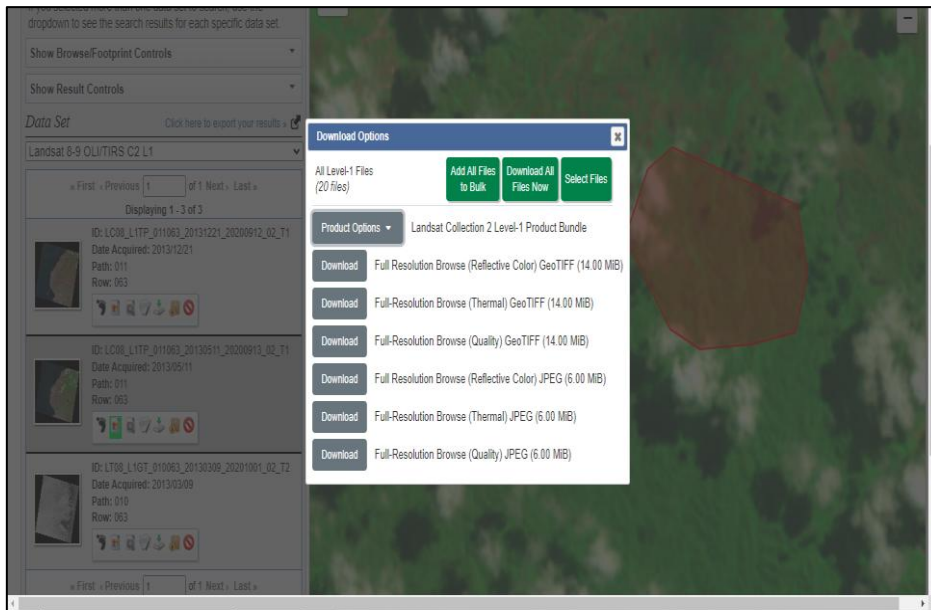


Figura 5. Selección y descarga de imagen Landsat en Earth Explorer.

### 3.8.2. Corrección geométrica

Las imágenes Landsat 8 obtenidas del Earth Explorer están proyectadas en el sistema WGS-1984-UTM Zona 17N. Posteriormente, se re-proyectaron a la Zona 17S, ajustándose a la ubicación geográfica correspondiente.

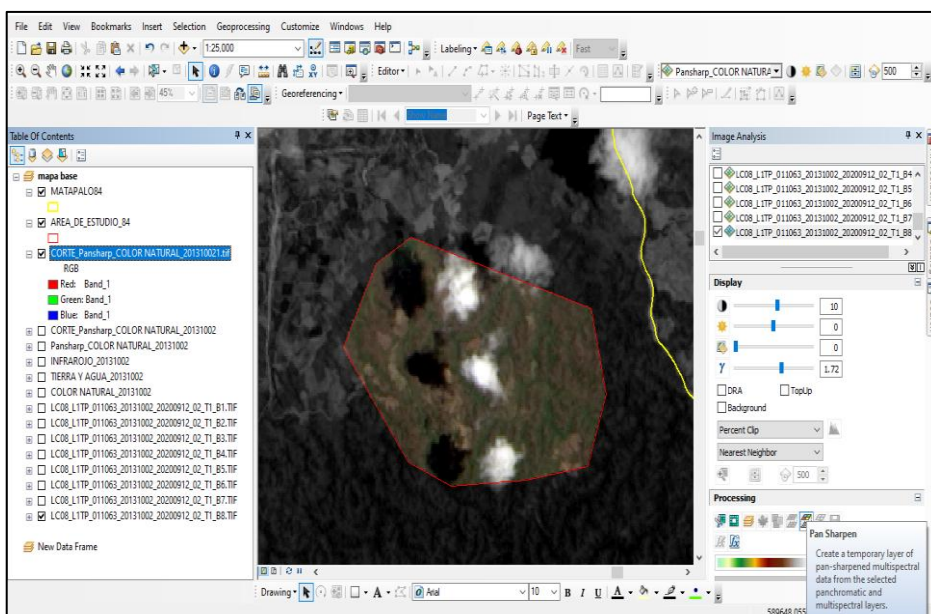


Figura 6. Mejoramiento de pixel a 15m.

### 3.8.3. Mejoramiento de imagen Landsat a 15 m

Para efectuar las correcciones, se mejoró la resolución de los píxeles de 30 x 30 metros a 15 x 15 metros, ya que las imágenes presentaban baja visibilidad. Este proceso se llevó a cabo utilizando el software ArcGIS 10.5 y la herramienta Pan Sharpen.

### 3.8.4. Clasificación supervisada

Se clasificaron en cuatro categorías: áreas sin vegetación, áreas con vegetación, nubosidad y sombras. Para cada categoría se emplearon puntos de control utilizando el software ArcGIS 10.5 y la herramienta Image Analysis.

### 3.8.5. Conversión de ráster a polígono

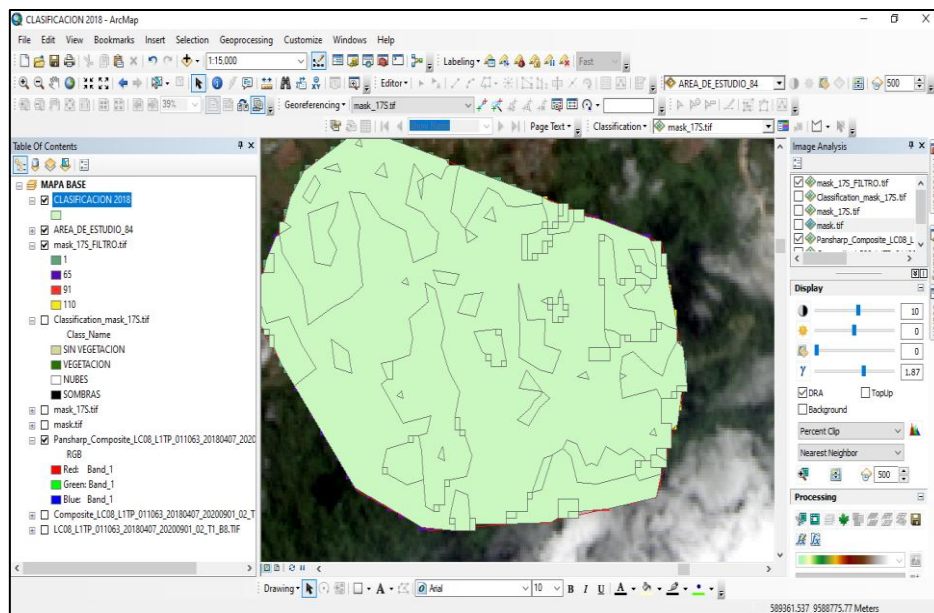


Figura 7. Clasificación Supervisada.

La transformación de ráster a polígono se llevó a cabo empleando el software ArcGIS 10.5, específicamente mediante la herramienta Conversion Tools-From Raster y la opción Raster to Polygon. Este proceso permitió obtener los datos en hectáreas y calcular los porcentajes correspondientes a cada clase.

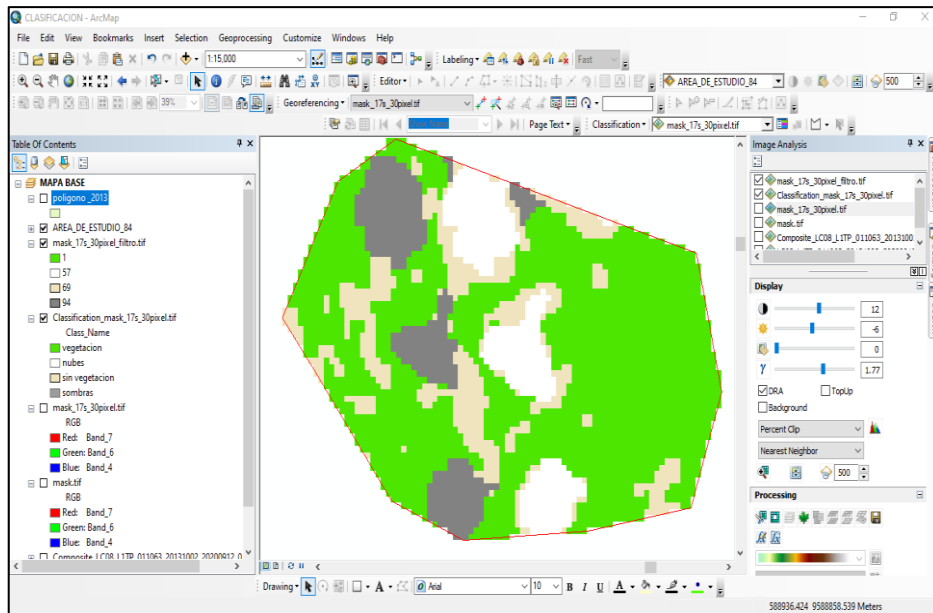


Figura 8. Conversión de ráster a polígono.

### 3.8.6. Elaboración de mapas

Los mapas fueron realizados en el programa ArcGis 10.5 con escala 1:10000, como se muestra a continuación.

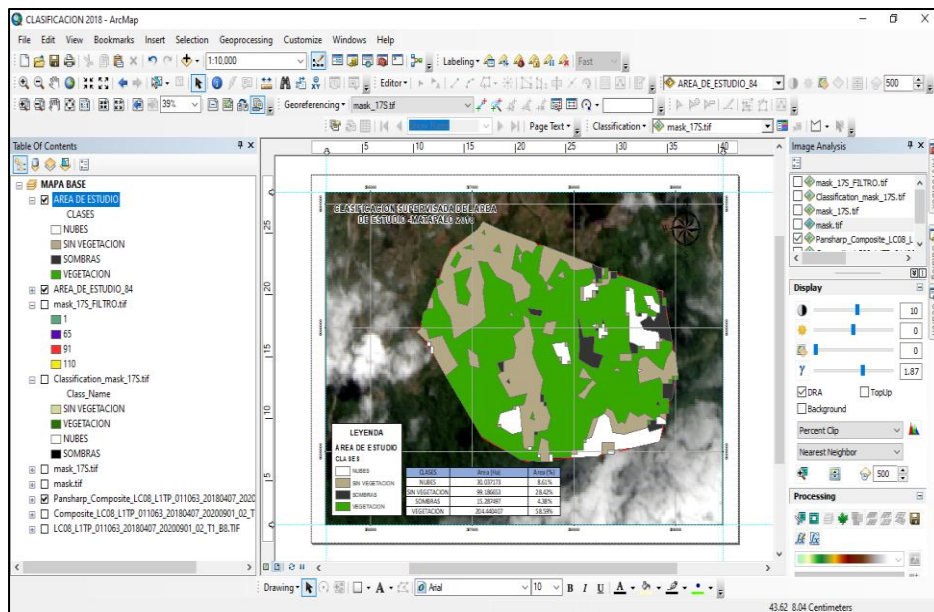


Figura 9. Elaboración de mapas.

### 3.8.7. Características del Landsat 8 – OLI y TIRS

El Landsat 8 cuenta con 9 bandas espectrales, con una resolución de 30 metros en las bandas 1 a 7 y la banda 9. Por su parte, la banda 8 tiene una resolución pancromática de 15 metros, mientras que las bandas 10 y 11 contribuyen a obtener una estimación más precisa de la temperatura de la superficie, creando así una nueva área de control de calidad.

Tabla 2. Características del Landsat 8.

Landsat 8 Banda	Sensor	Longitud de onda (µm)	Resolución Espacial (m)	Resolución Radiométrica
Bandas 1-7 y 9 (azul, verde, rojo, infrarrojo cercano, infrarrojo corto 1 y 2, cirrus)	OLI	0.43 - 0.45	30	16 bits
2. Azul	OLI	0.45 - 0.51	30	16 bits
3. Verde	OLI	0.53 - 0.59	30	16 bits
4. Rojo	OLI	0.64 - 0.67	30	16 bits
5. Infrarrojo Cercano (NIR)	OLI	0.85 - 0.88	30	16 bits
6. Onda corta infrarroja (SWIR) 1	OLI	1.57 - 1.65	30	16 bits
7. Onda corta infrarroja (SWIR) 2	OLI	2.11 - 2.29	30	16 bits
8. Pancromática	OLI	0.52 - 0.90	15	16 bits
9. Cirrus	OLI	1.36 - 1.38	30	16 bits
10. Infrarrojo térmico 1	TIRS	10.60 - 11.19	100 * (30)	16 bits
11. Infrarrojo térmico 2	TIRS	11.50 - 12.51	100 * (30)	16 Bits

### 3.8.8. Combinación de bandas

La combinación de bandas permite representar imágenes satelitales en colores. Para obtener una imagen en color, es necesario combinar tres bandas aplicando los colores primarios (rojo, verde y azul) a distintas bandas. En la siguiente tabla se detallan las combinaciones posibles.

Tabla 3. Combinaciones de bandas.

Descripción	Combinación (RGB)
Color natural	432
Falso color (urbano)	764
Color infrarrojo (vegetación)	543

Descripción	Combinación (RGB)
Agricultura	652
Penetración atmosférica	765
Vegetación saludable	562
Tierra / agua	564
Natural con remoción atmosférica	753
Infrarrojo de onda corta	754
Análisis de vegetación	654

### 3.9. Mapas del área en estudio

El siguiente mapa base es el que se ha utilizado y se ha formado de acuerdo con los 08 puntos del polígono en estudio, el mismo que se usó para la generación de todos los mapas que a continuación veremos.

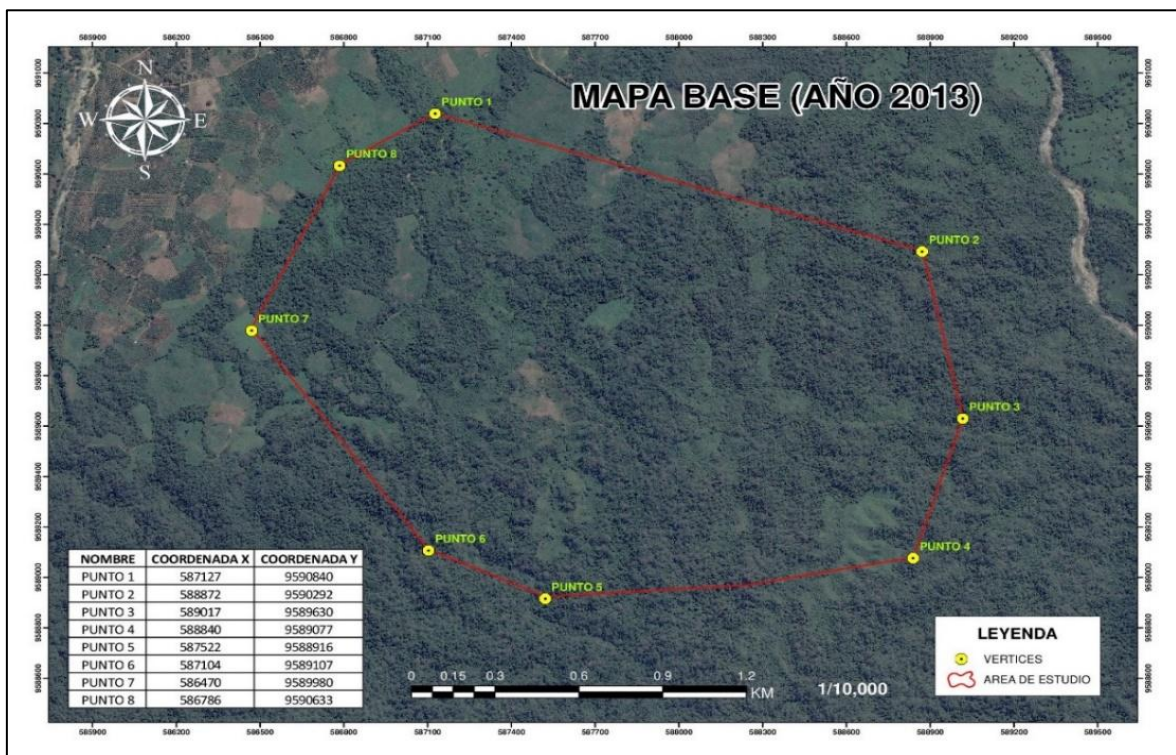


Figura 10. Mapa base (2013).

### 3.9.1. Mapas de cobertura vegetal

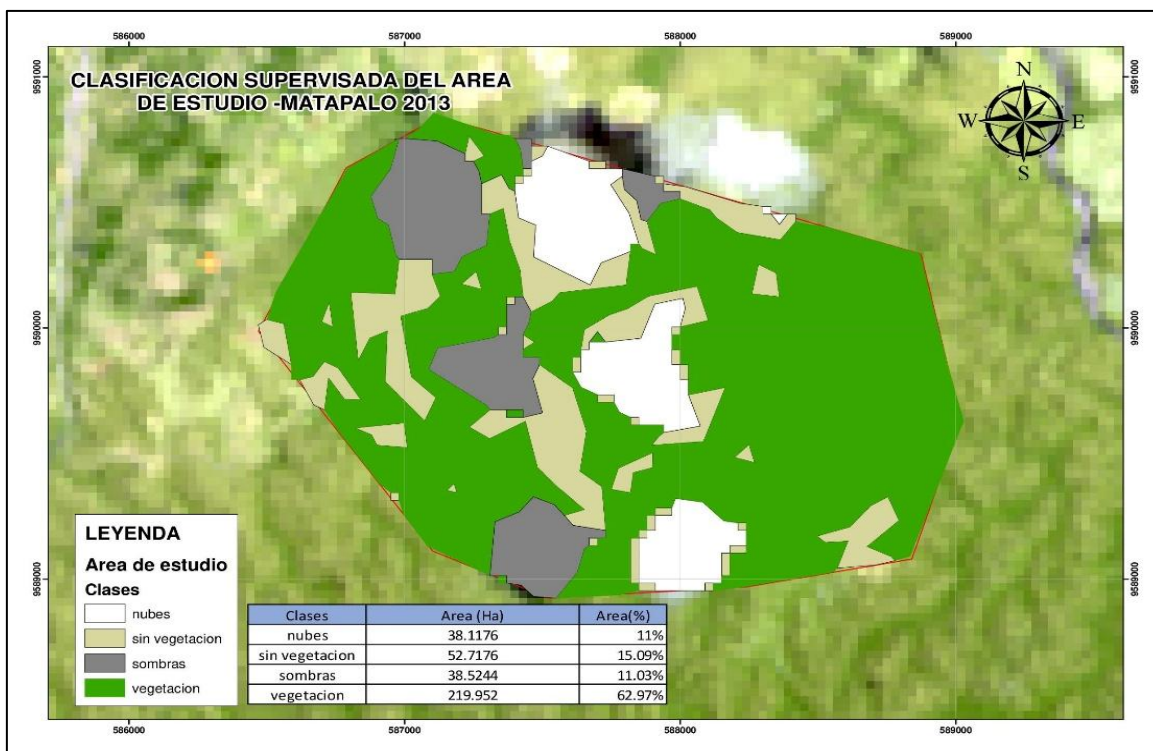


Figura 11. Mapa de cobertura vegetal (2013).

Tabla 4. Clasificación 2013.

Tipo	Área Ha.	%
<b>Sombra</b>	38,52	11,03%
<b>Nube</b>	38,12	10,91%
<b>Sin vegetación</b>	52,72	15,09%
<b>Con vegetación</b>	219,95	62,97%

El siguiente gráfico, es el mapa base del año 2013, se aprecia una imagen satelital procesada en ArcGIS, la misma que contiene sombras, nubes, área con vegetación y otra sin vegetación. Para este primer año de análisis se evidencia que la cobertura vegetal es de 62,97%, quiere decir que más de la mitad del polígono en estudio contiene plantaciones.



Figura 12. Mapa de cobertura (2014).

Tabla 5. Clasificación 2014.

Tipo	Área Ha.	%
<b>Sin vegetación</b>	107,6518	30,81%
<b>Con vegetación</b>	241,7652	69,19%

Para el año 2014, tenemos la siguiente imagen procesada, donde visualmente está más limpia, sin la presencia de nubes y sombras, por lo que se pudo visualizar que contiene mayor porcentaje de vegetación, siendo esta de 69,19%, por lo que podemos deducir que en la imagen de base del año 2013 tenía igual o similar porcentaje de cobertura vegetal.

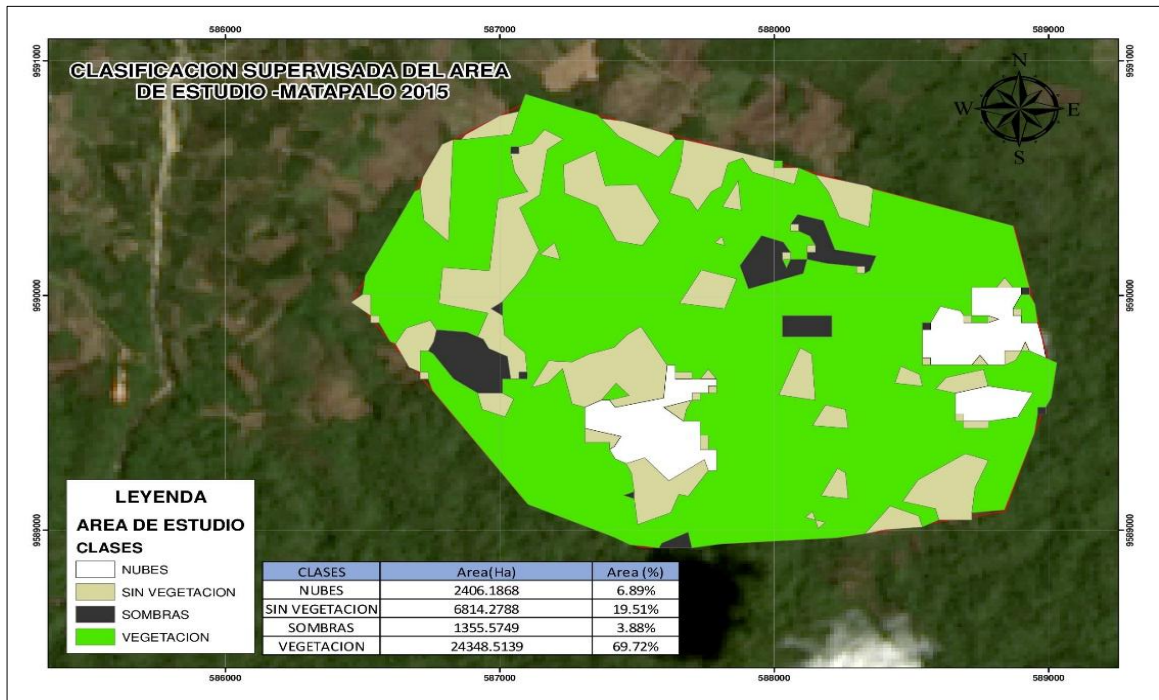


Figura 13. Mapa de cobertura vegetal (2015).

Tabla 6. Clasificación 2015.

Tipo	Área Ha.	%
<b>Nubes</b>	24,0619	6,89%
<b>Sin vegetación</b>	68,1428	19,51%
<b>Sombras</b>	13,5557	3,88%
<b>Con vegetación</b>	243,4851	69,72%

El procesamiento del mapa del año 2015, contiene nubes y sombras, por lo que su visualización es limitada en esos sectores, y eso se debe a que la satélite captura screens en tiempo real y de existir estas condiciones se quedan tal cual, sin embargo, en este tercer año de análisis mantenemos el porcentaje de cobertura vegetal alto, siendo este de 69,72%.

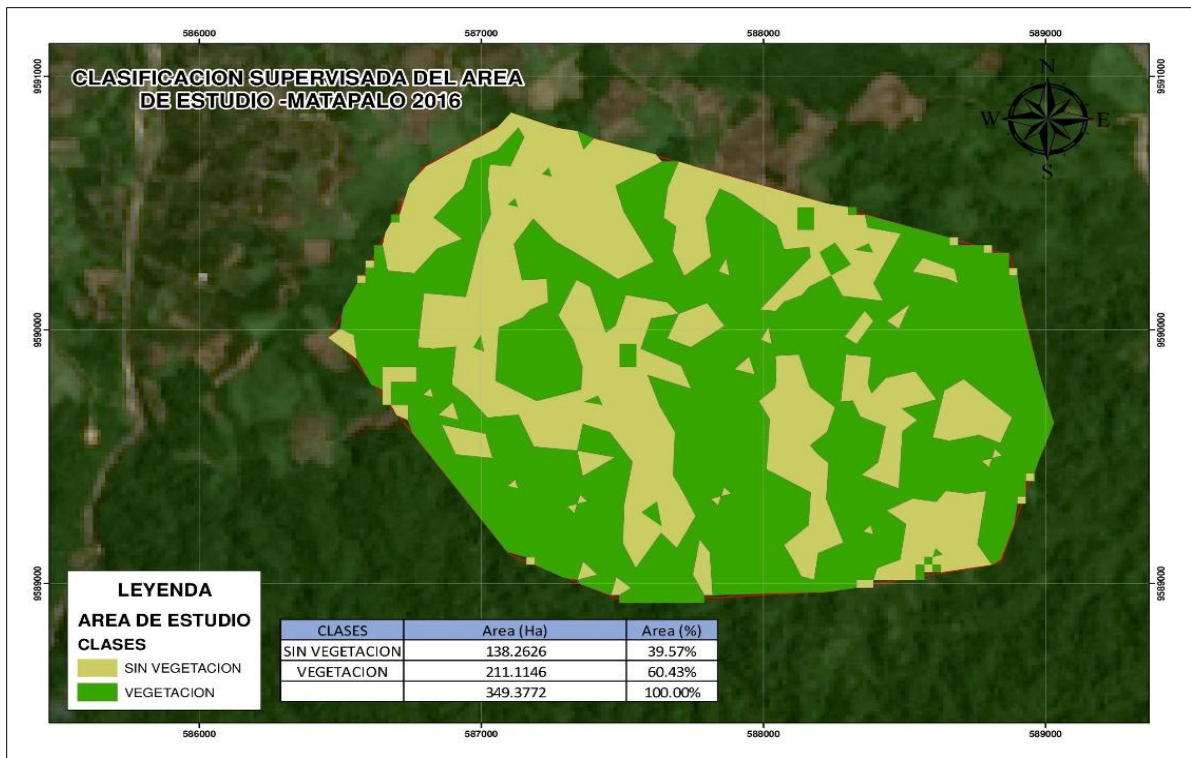
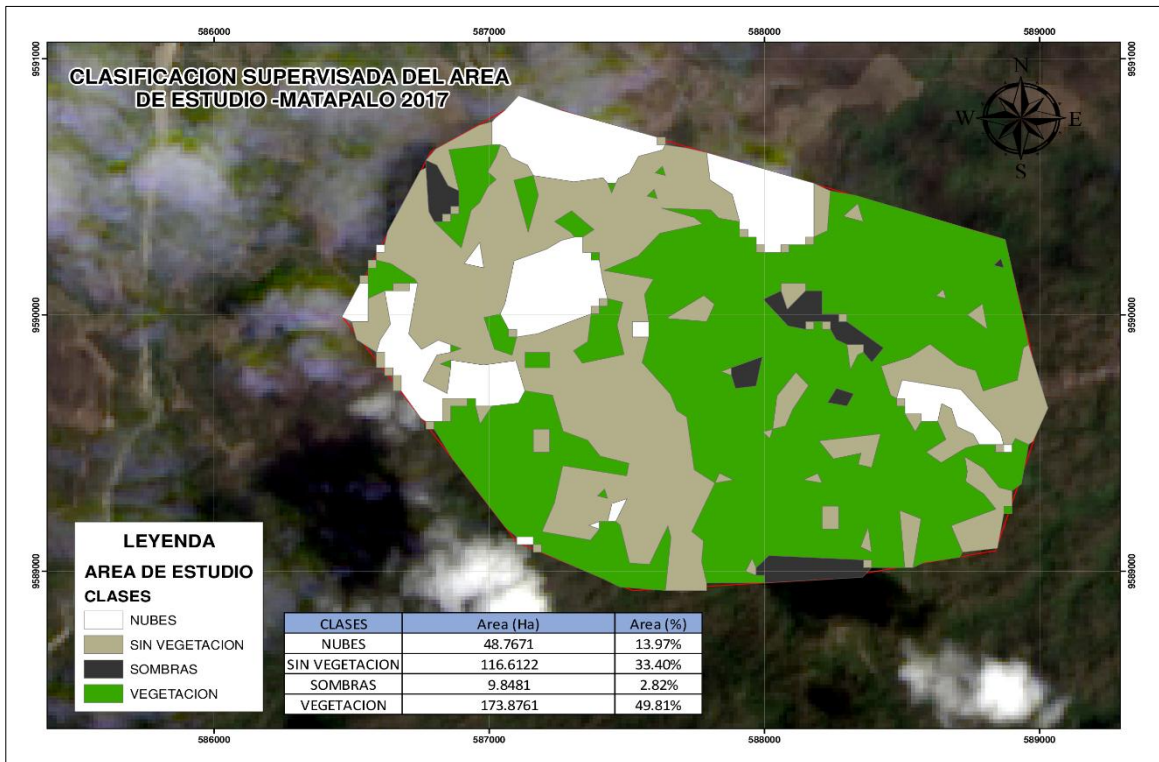


Figura 14. Mapa de cobertura vegetal (2016).

Tabla 7. Clasificación 2016.

Tipo	Área Ha.	%
Sin vegetación	138,2626	39,57%
Con vegetación	211,1146	60,43%

El análisis del mapa del año 2016, fue mejor, y eso a consecuencia de encontrarse visualmente limpio, sin nubes ni sombras, por lo que se evidenció una disminución de la vegetación, siendo esta del 60,43%, por lo que en este año podemos notar un recorte en su cobertura vegetal, y una reducción de la misma en un 9,29% comparado al año anterior. Por tanto, su porcentaje sin cobertura vegetal se incrementó en un 20,07%, dando como resultado un 39,57% en este año.



*Figura 15. Mapa de cobertura vegetal (2017)*

*Tabla 8. Clasificación 2017.*

Tipo	Área Ha.	%
<b>Nubes</b>	48,7671	13,97%
<b>Sombras</b>	9,8481	2,82%
<b>Con vegetación</b>	173,8761	49,81%
<b>Sin vegetación</b>	116,6122	33,40%

Analizando el siguiente mapa del año 2017, tenemos una imagen satelital que contiene sombras y nubes, por lo que esas zonas no se pueden visualizar, sin embargo, apreciamos que su cobertura vegetal ahora es de 49,81%, siendo el 10,62% del año anterior, por lo que se ve reflejado en el porcentaje de sus áreas sin vegetación, siendo esta del 33,40%, dando una disminución del 27,03% comparado al año anterior. Este año es significativo, debido a su mayor porcentaje de pérdida de vegetación, a diferencia de los 04 años anteriormente analizados.

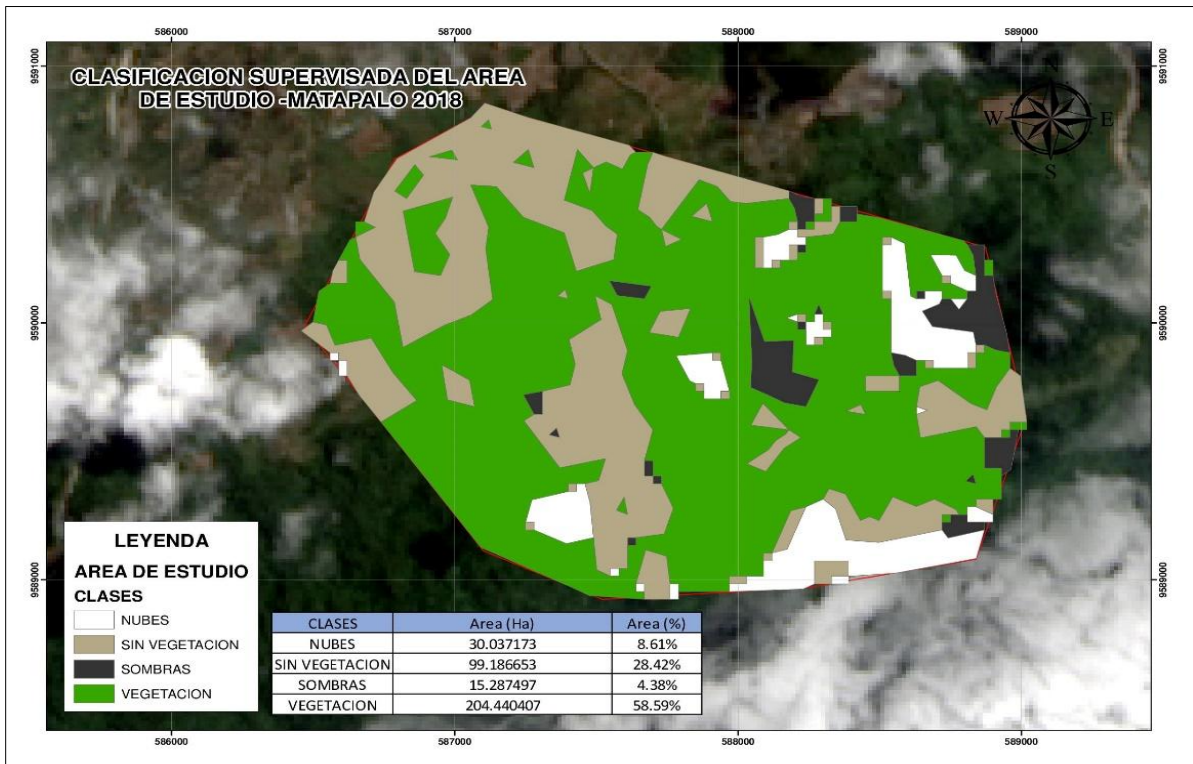
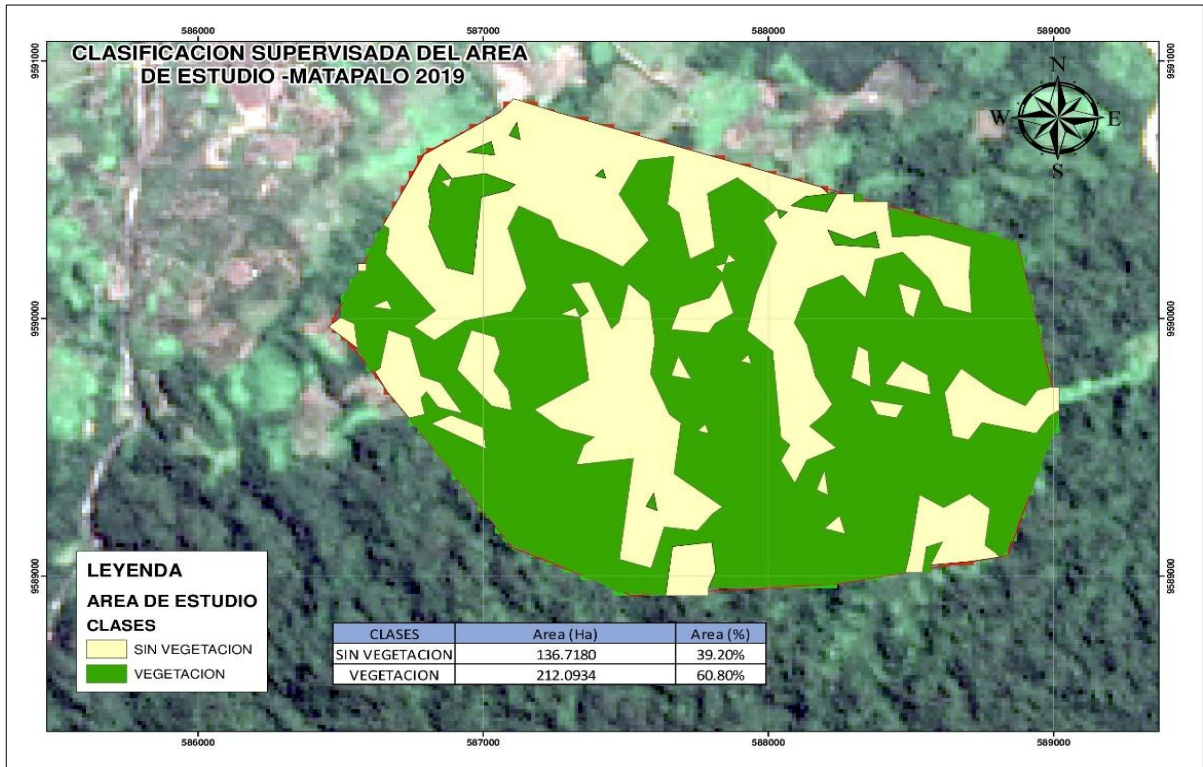


Figura 16. Mapa de cobertura vegetal (2018).

Tabla 9. Clasificación 2018.

Tipo	Área Ha.	%
<b>Nubes</b>	30,0372	8,61%
<b>Sombra</b>	15,2875	4,38%
<b>Con vegetación</b>	204,4404	58,59%
<b>Sin vegetación</b>	99,1867	28,42%

Para el año 2018, en el análisis del siguiente mapa podemos observar, que, a pesar de tener sombras y nubes, se evidencia un incremento en su porcentaje de área con vegetación, siendo de 8,78%, mayor al año anterior, dando como resultado un espacio con 58,59% de cobertura vegetal para este año. Por lo que a simple vista podemos visualizar una regeneración natural del bosque. Siendo un excelente año para la salud del bosque.



*Figura 17. Mapa de cobertura vegetal (2019).*

*Tabla 10. Clasificación 2019.*

Tipo	Área Ha.	%
<b>Sin vegetación</b>	136,7180	39,20%
<b>Con vegetación</b>	212,0934	60,82%

En el siguiente mapa del año 2019, de acuerdo con nuestro procesamiento observamos un incremento en su cobertura vegetal leve del 2,23%, así obteniendo un espacio de 60,82% con vegetación, por lo que se confirma una restauración natural del bosque como en el año anterior. Y esto se debe a que la salud del ecosistema y las condiciones climáticas siguen siendo buenas.

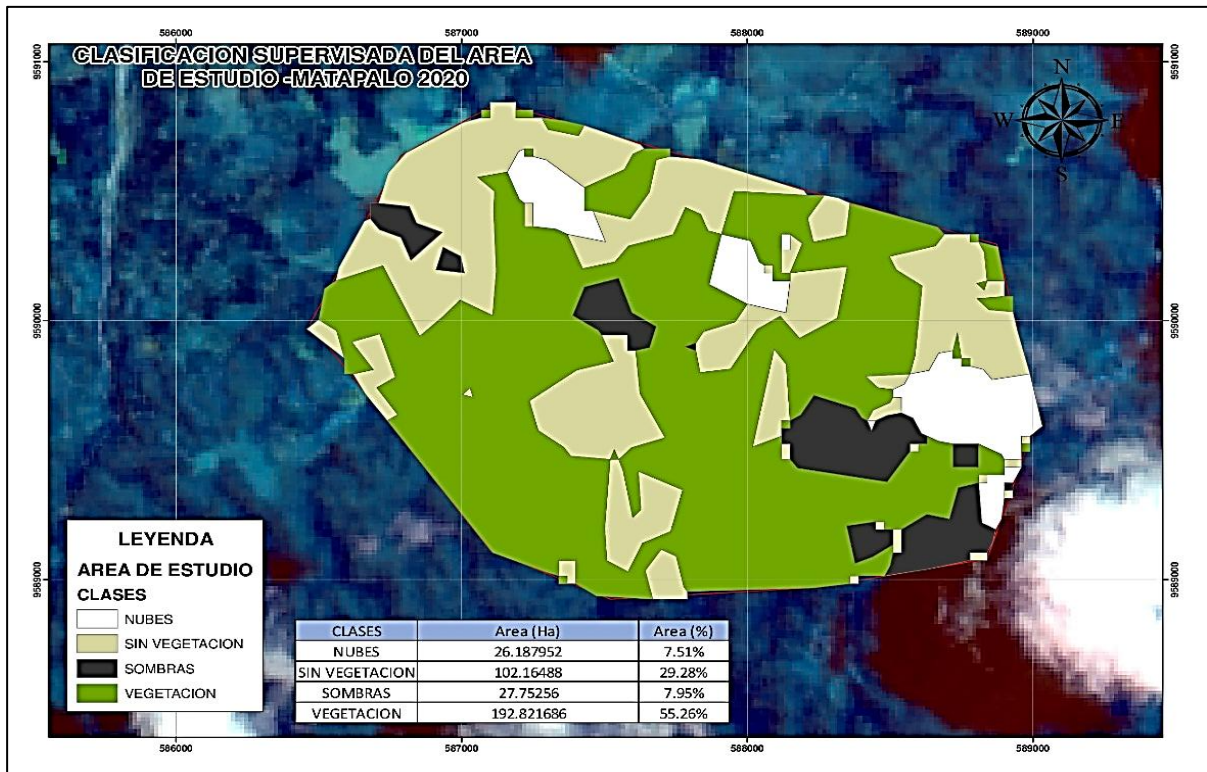


Figura 18. Mapa de cobertura vegetal (2020).

Tabla 11. Clasificación 2020.

Tipo	Área Ha.	%
<b>Nube</b>	26,1880	7,51%
<b>Sombras</b>	27,7526	7,95%
<b>Con vegetación</b>	192,8217	55,26%
<b>Sin vegetación</b>	102,1649	29,28%

La imagen satelital procesada del año 2020 contiene nubes y sombras, por lo que se aprecia una disminución del 5,56% en su cobertura vegetal dando como resultado un 55,26%, comparado al año anterior, así mismo se visualiza una disminución de 9,92% en su área sin vegetación, obteniendo así un 29,28% sin vegetación del polígono en estudio. Por lo que si bien es cierto hay una disminución en el bosque, esto puede ser a consecuencia de las nubes y sombras.

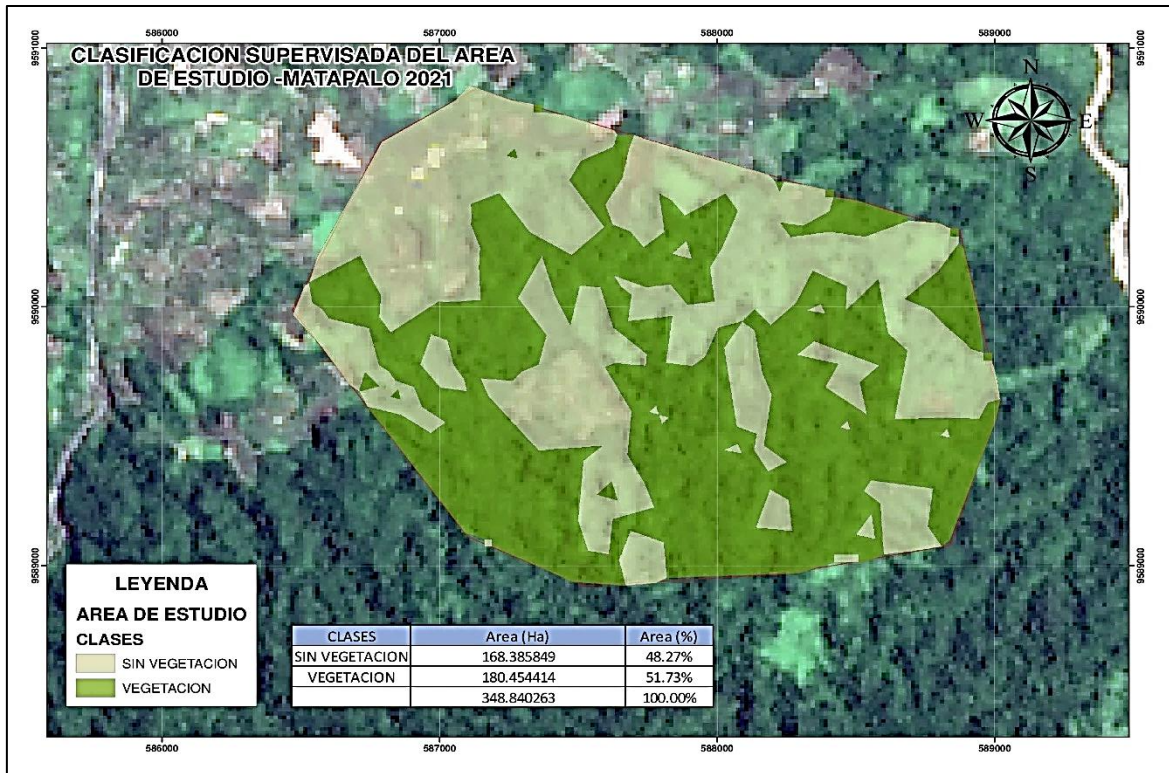


Figura 19. Mapa de cobertura vegetal (2021).

Tabla 12. Clasificación 2021.

Tipo	Área Ha.	%
<b>Sin vegetación</b>	168,3858	48,27%
<b>Con vegetación</b>	180,4544	51,73%

El siguiente mapa corresponde al procesamiento del año 2021, donde visualizamos una disminución del 3,53% de su cobertura vegetal, dando como resultado un 51,73% de la zona con vegetación, a diferencia del año anterior en que se pensó que era por la presencia de las nubes y sombras, teniendo también un incremento del 18,99% en la zona sin vegetación, por lo que ahora tenemos un porcentaje de 48,27%, evidenciándose así en este año una disminución del bosque, que si bien es cierto es mínima pero existente en la zona estudiada.

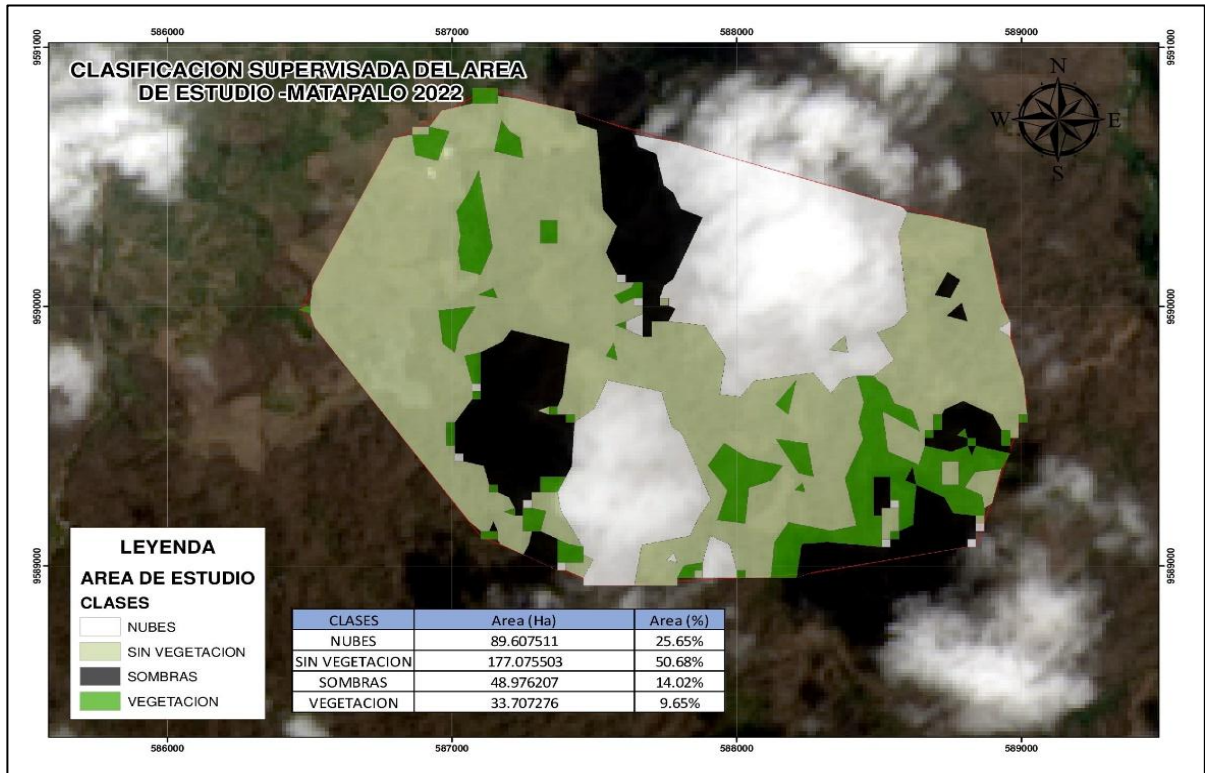


Figura 20. Mapa de cobertura vegetal (2022).

Tabla 13. Clasificación 2022.

Tipo	Área Ha.	%
<b>Nubes</b>	89,6075	25,65%
<b>Sombras</b>	48,9762	14,02%
<b>Sin vegetación</b>	177,0755	50,68%
<b>Con vegetación</b>	33,7073	9,65%

La salud del bosque en el siguiente mapa elaborado del año 2022 es crítica, ya que, a pesar de tener nubes y sombras, lo cual visualmente limita la observación de algunas zonas, se aprecia una disminución significativa en su cobertura vegetal por lo que tenemos una pérdida del 18,99% de la misma, teniendo ahora solo el 9,65% de su zona con vegetación, a diferencia del anterior año que era de 51,73%.



Figura 21. Mapa de cobertura vegetal (2023).

Tabla 14. Clasificación 2023.

Tipo	Área Ha.	%
Sin vegetación	221,2879	63,37%
Con vegetación	127,9229	36,63%

El año 2023 de acuerdo con la siguiente imagen satelital procesada, tenemos una 36,63% de espacio con vegetación, y un 63,37% sin la misma, por lo que podemos decir que, a pesar de no tener ningún tipo de obstáculo en la visualización, ya sea por las nubes y/o sombras, el bosque si está teniendo una considerable pérdida en su vegetación de forma anual y progresivamente.

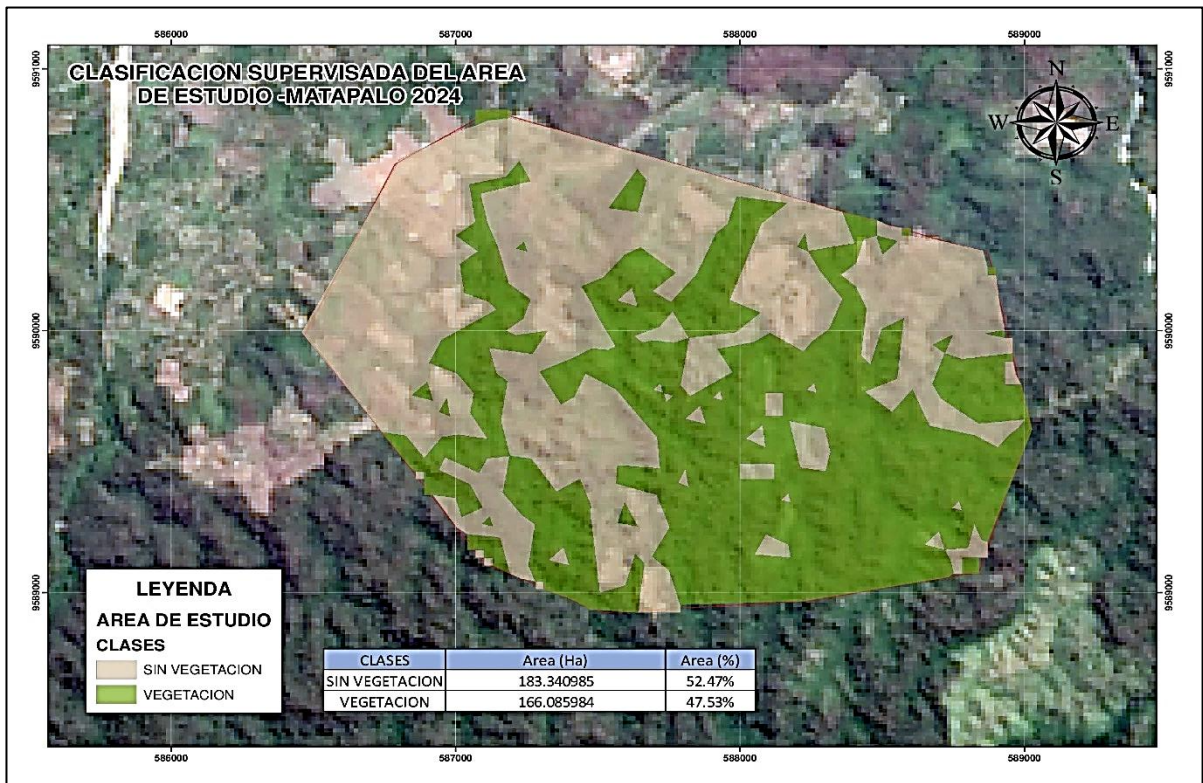


Figura 22. Mapa de cobertura vegetal (2024).

Tabla 15. Clasificación 2024.

Tipo	Área Ha.	%
Sin vegetación	183,3410	52,47%
Con vegetación	166,0860	47,53%

El último análisis de nuestras imágenes satelitales es del año 2024, como se muestra en el mapa de arriba, donde observamos que nuestra zona con vegetación es de 47,53% y sin vegetación del 52,47%. Por lo que podemos observar que el % de ambos fueron casi de la mitad de forma proporcional al polígono en estudio, por lo que se deduce, que la cantidad de plantaciones que perdía en unas zonas, eran recuperadas en otras.

La siguiente tabla a continuación nos muestra el resumen y análisis del procesamiento de los 11 mapas de cobertura vegetal, durante el periodo del año 2013 al año 2024 del polígono de estudio en la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Cerros de Amotape.

Tabla 16. Análisis de los mapas de cobertura vegetal (2013- 2024).

Año	Área Ha.	%
2013	219,96	100,00%
2014	241,77	9,92%
2015	243,49	10,70%
2016	211,12	-4,02%
2017	173,88	-20,95%
2018	204,45	-7,05%
2019	212,10	-3,57%
2020	192,83	-12,33%
2021	180,46	-17,96%
2022	33,71	-84,67%
2023	127,93	-41,84%
2024	166,09	-24,49%

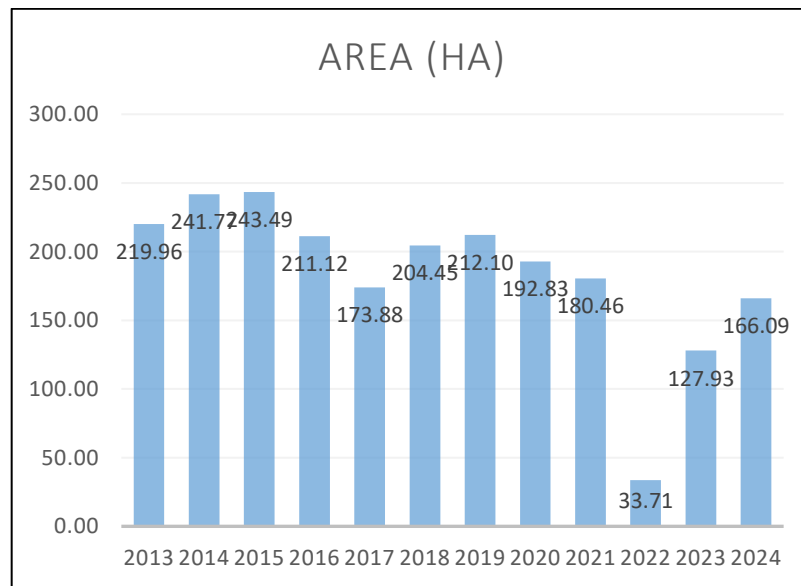


Figura 23. Estadístico de mapas de cobertura vegetal (2013- 2024).

Luego del análisis del procesamiento en ArcGIS de los 11 mapas, en el periodo de espacio-tiempo de los años: 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024, respectivamente, obtenemos como resultado que la zona del polígono en estudio ha perdido significativamente su cobertura vegetal, teniendo como resultado que actualmente ha perdido el 24,49% de su vegetación, y eso a consecuencia de una disminución gradual del bosque, a pesar de haber observado una restauración del bosque en los años 2018 y 2019.

### 3.9.2. Mapas de incendios forestales

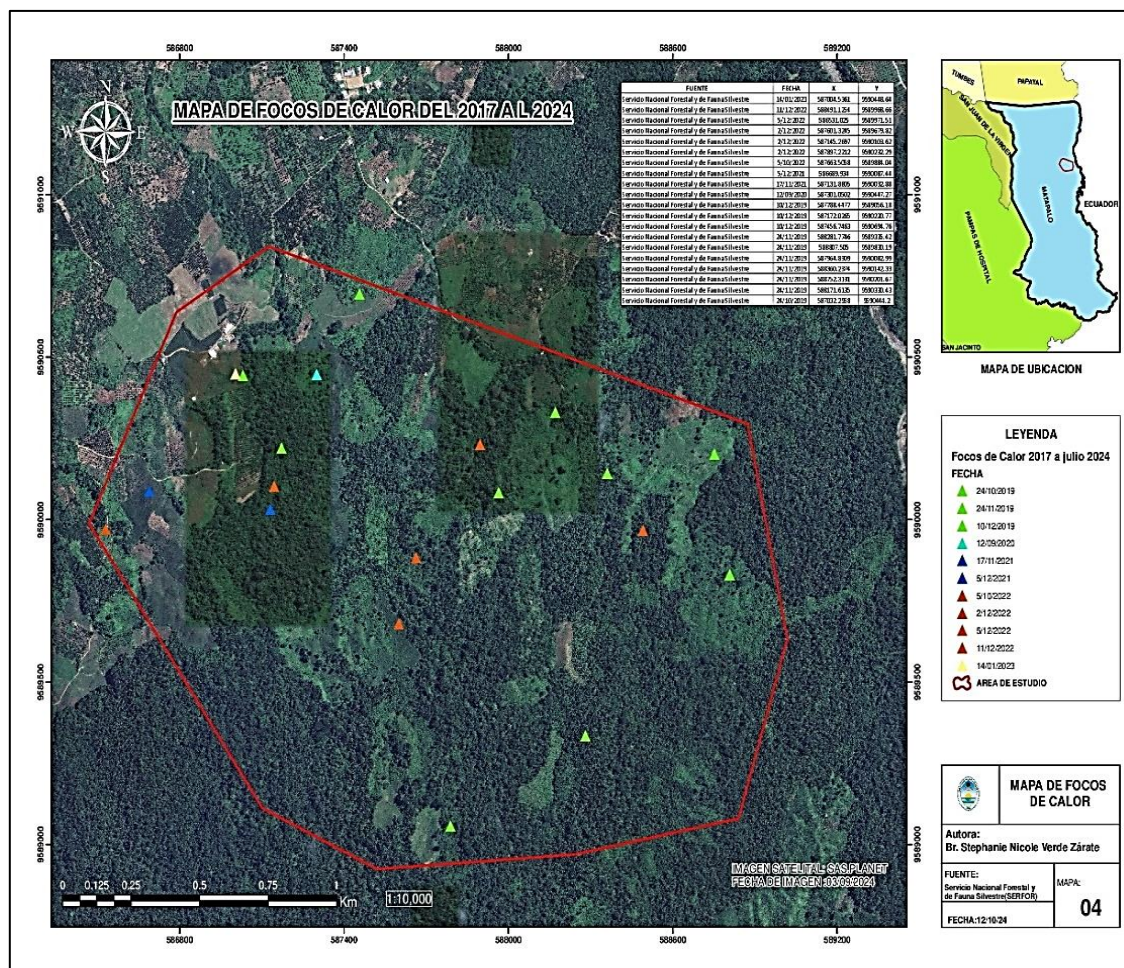


Figura 24. Mapa de focos de calor (2017-2024). (Fuente SERFOR)

Tabla 17. Focos de calor periodo 2019-2023. (Fuente SERFOR)

Fuente	Fecha	X	Y
Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre	14/01/2023	587004,54	9590448,64
	11/12/2022	588491,13	9589968,66
	05/12/2022	586531,03	9589971,51
	02/12/2022	587601,32	9589679,82
	02/12/2022	587145,27	9590103,62
	02/12/2022	587897,22	9590232,29
	05/10/2022	587663,51	9589884,04
	05/12/2021	586689,93	9590087,44
	17/11/2021	587131,88	9590032,66
	12/09/2020	587301,05	9590447,51

<b>Fuente</b>	<b>Fecha</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
	10/12/2019	587788,45	9589056,18
	10/12/2019	587172,03	9590220,77
	10/12/2019	587456,75	9590694,76
	24/11/2019	588281,77	9589335,42
Servicio Nacional Forestal y de	24/11/2019	588807,51	9589830,19
Fauna Silvestre	24/11/2019	587964,83	9590082,99
	24/11/2019	588360,24	9590142,33
	24/11/2019	588752,31	9590201,67
	24/11/2019	588171,61	9590330,43
	24/10/2019	587032,30	9590444,20

El siguiente mapa se ha elaborado con la colaboración de la data proporcionada por el SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre), de acuerdo a sus reportes de focos de calor que se han dado desde el año 2017 hasta el año 2024, dentro del sector de Matapalo.

De los cuales han sido seleccionados solo aquellos que se encontraban dentro del polígono de estudio para la presente investigación forestal.

Teniendo así durante el periodo de años analizados, que fueron 20 reportes de focos de calor que se produjeron y se evidenciaron con el satélite del SERFOR, los mismos que son sistematizados de los datos recolectados en su plataforma digital denominada Geoserfor-Geoportal (<https://geo.serfor.gob.pe/visor/>), siendo un periodo de 04 años, desde el 2019 al 2023, los que aparecieron dentro del polígono de estudio.

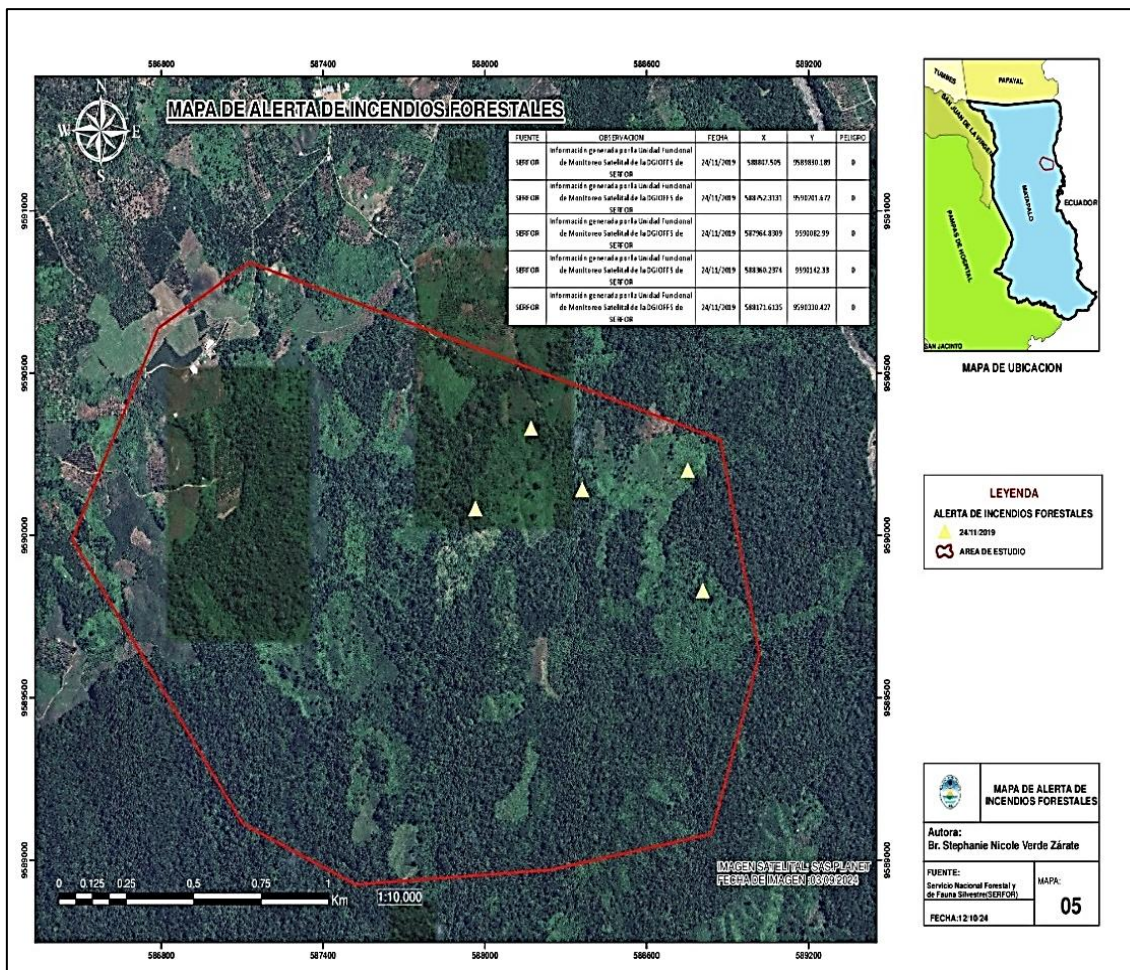


Figura 25. Mapa de alertas de incendios forestales (2019). (Fuente SERFOR)

Tabla 18. Alertas de incendios forestales 2019-2023. (Fuente SERFOR)

Fuente	Observación	Fecha	X	Y	Peligro
SERFOR	Información generada por la Unidad Funcional de Monitoreo Satelital de la DGIOFFS de SERFOR	24/11/2019	588807,51	9589830,19	0
	Información generada por la Unidad Funcional de Monitoreo Satelital de la DGIOFFS de SERFOR	24/11/2019	588752,31	9590201,67	0

	de la DGIOFFS de SERFOR				
	Información generada por la				
<b>SERFOR</b>	Unidad Funcional de Monitoreo Satelital de la DGIOFFS de SERFOR	24/11/2019	587964,83	9590082,99	0
	Información generada por la				
<b>SERFOR</b>	Unidad Funcional de Monitoreo Satelital de la DGIOFFS de SERFOR	24/11/2019	588360,24	9590142,33	0
	Información generada por la				
<b>SERFOR</b>	Unidad Funcional de Monitoreo Satelital de la DGIOFFS de SERFOR	24/11/2019	588171,61	9590330,43	0

Del año 2019 al 2023 fueron 05 los focos de calor que aparecieron y se visualizaron dentro del polígono de estudio.

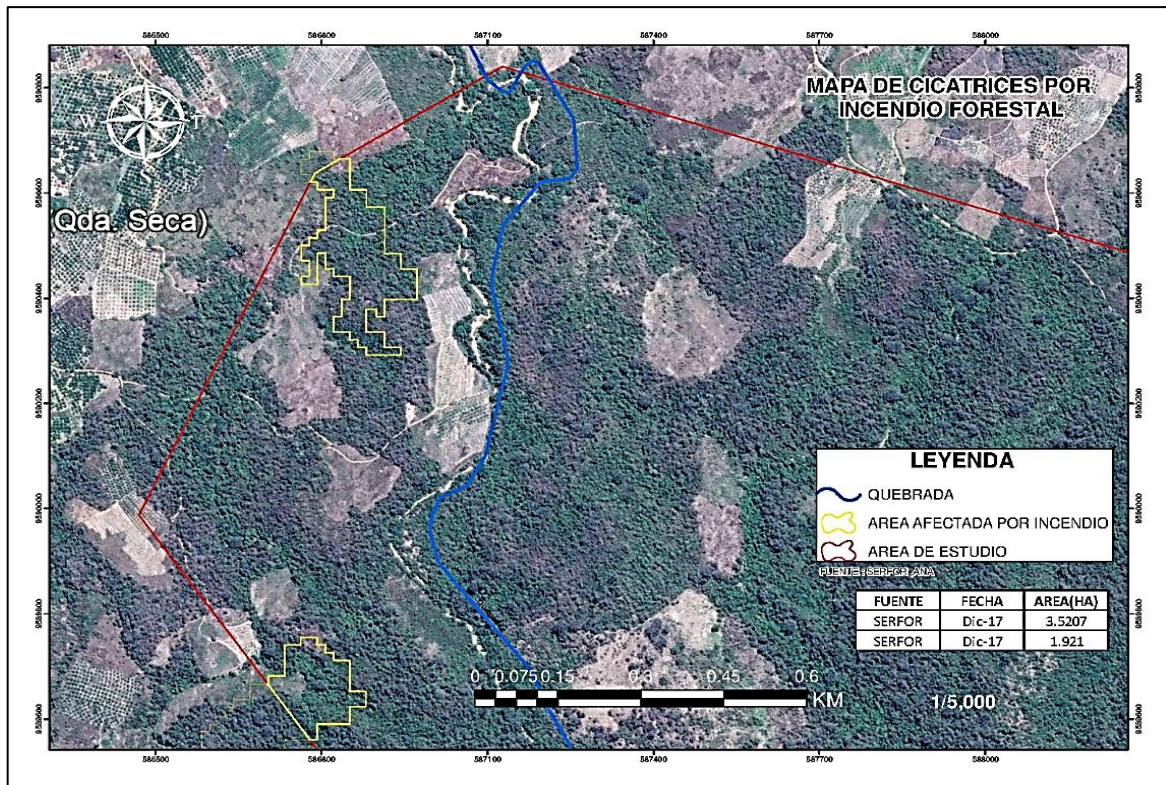


Figura 26. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2017). (Fuente SERFOR)

Tabla 19. Cicatrices por incendios forestales 2017. (Fuente SERFOR)

Área total afectada dentro del polígono de estudio		
Fuente	Fecha	Área Ha.
SERFOR	dic-17	3,5207
SERFOR	dic-17	1,9210

El mapa elaborado con la data del año 2017 nos muestra 02 cicatrices, quiere decir las marcas que han sido generadas por los incendios dentro un bosque o vegetación con terreno, por lo que se evidencia una afectación en hectáreas de 5,4417 has., dentro del polígono en estudio.

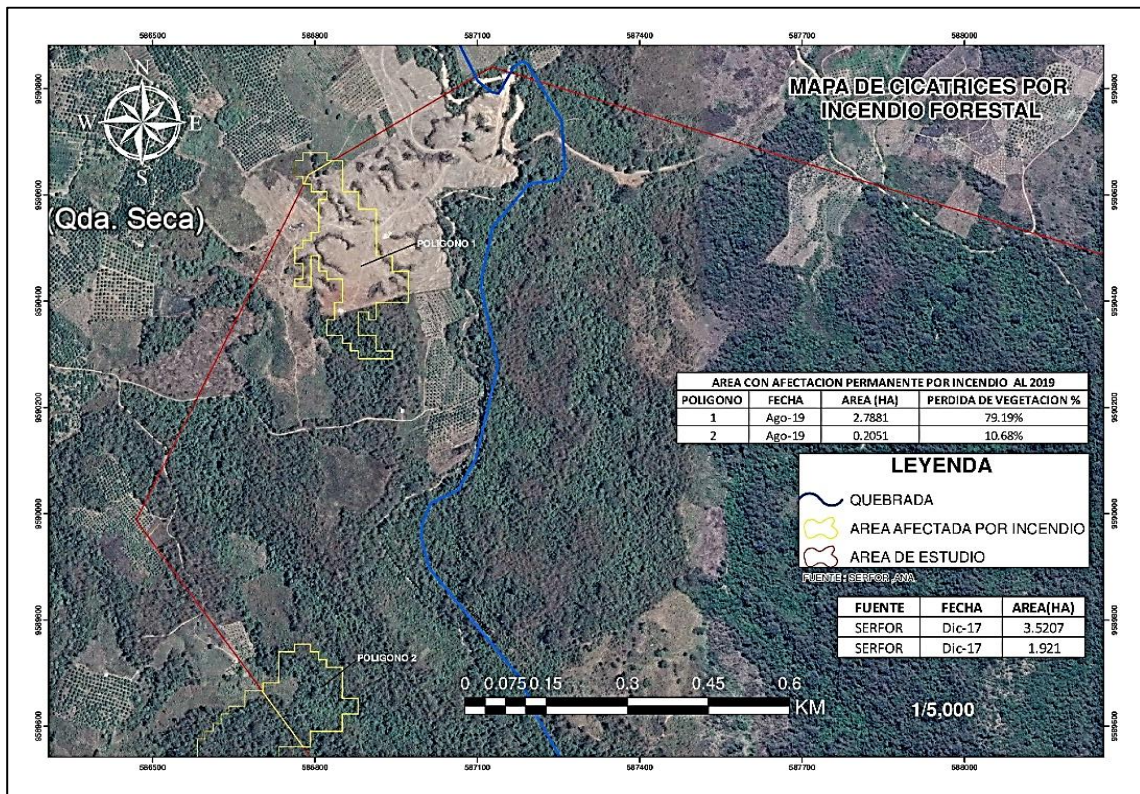


Figura 27. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2019). (Fuente SERFOR)

Tabla 20. Cicatrices por incendios forestales 2019. (Fuente SERFOR)

Área con afectación permanente por incendio al 2019			
Polígono	Fecha	Área Ha.	Perdida de vegetación %
1	ago-19	2,7881	79,19%
2	ago-19	0,2051	10,68%

Para el año 2019, de acuerdo con el procesamiento de las imágenes satelitales, y la data, se visualiza que, de las 02 cicatrices forestales, la primera de la parte superior ha perdido mayor cobertura vegetal, siendo del 79,19% a diferencia del año 2017, mientras que en la 2da cicatriz de la parte inferior abajo es mínima su pérdida de vegetación, como consecuencia de los incendios forestales. Cabe acotar que la línea azul es el shape de la quebrada seca, por donde debería pasar.

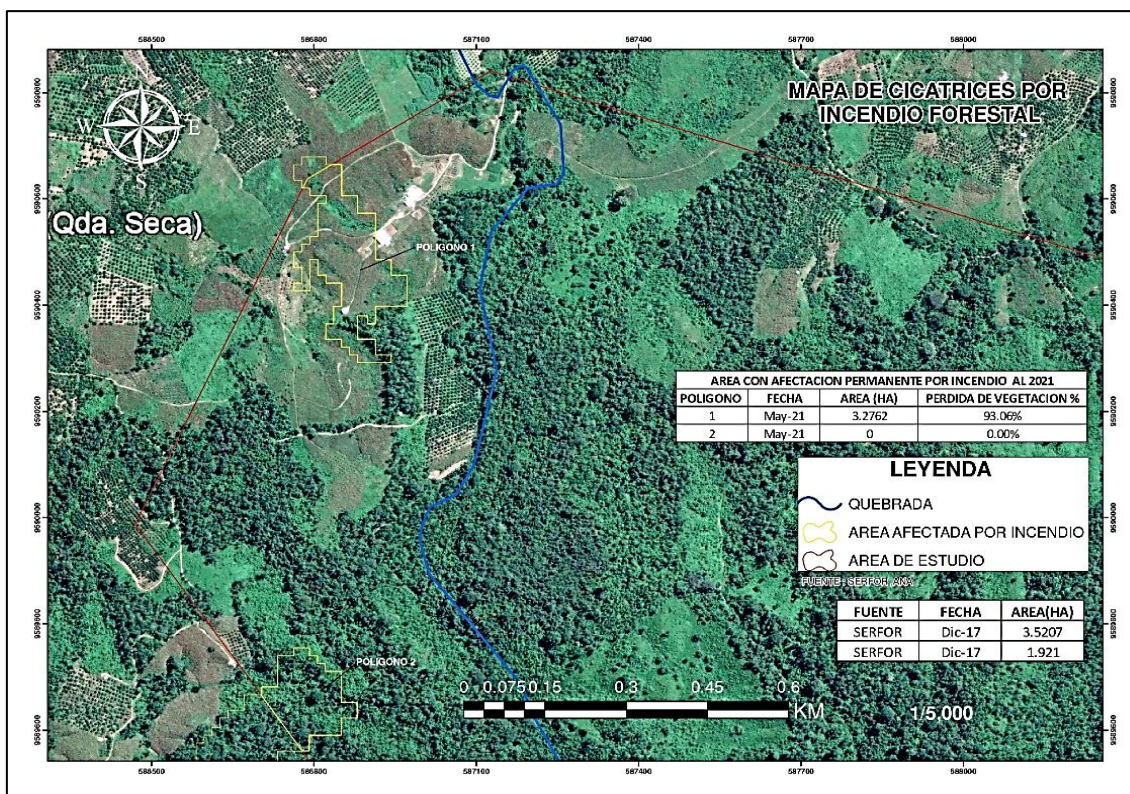


Figura 28. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2021). (Fuente SERFOR)

Tabla 21. Cicatrices por incendios forestales 2021. (Fuente SERFOR)

Área con afectación permanente por incendio al 2021			
Polígono	Fecha	Área Ha.	Perdida de vegetación %
1	may-21	3,2762	93,06%
2	may-21	0	0,00%

El análisis del mapa del año 2021, 02 años después del procesamiento y análisis del mapa del año 2019, donde se observó una significativa pérdida de cobertura vegetal, encontramos que para este año, nuevamente tenemos una pérdida significativamente del bosque, siendo esta vez del 93,06% de vegetación de la cicatriz superior arriba, sin embargo también visualizamos lo que pasa con la cicatriz ubicada en el lado posterior de abajo, teniendo un 0,0% de pérdida de vegetación, a consecuencia de una restauración natural del bosque, evidenciando así la capacidad que tiene el bosque para solo restaurarse, y en específico nuestro polígono de estudio, dentro de nuestra investigación. Cabe acotar que la línea azul es el shape de la quebrada seca, por donde debería pasar.

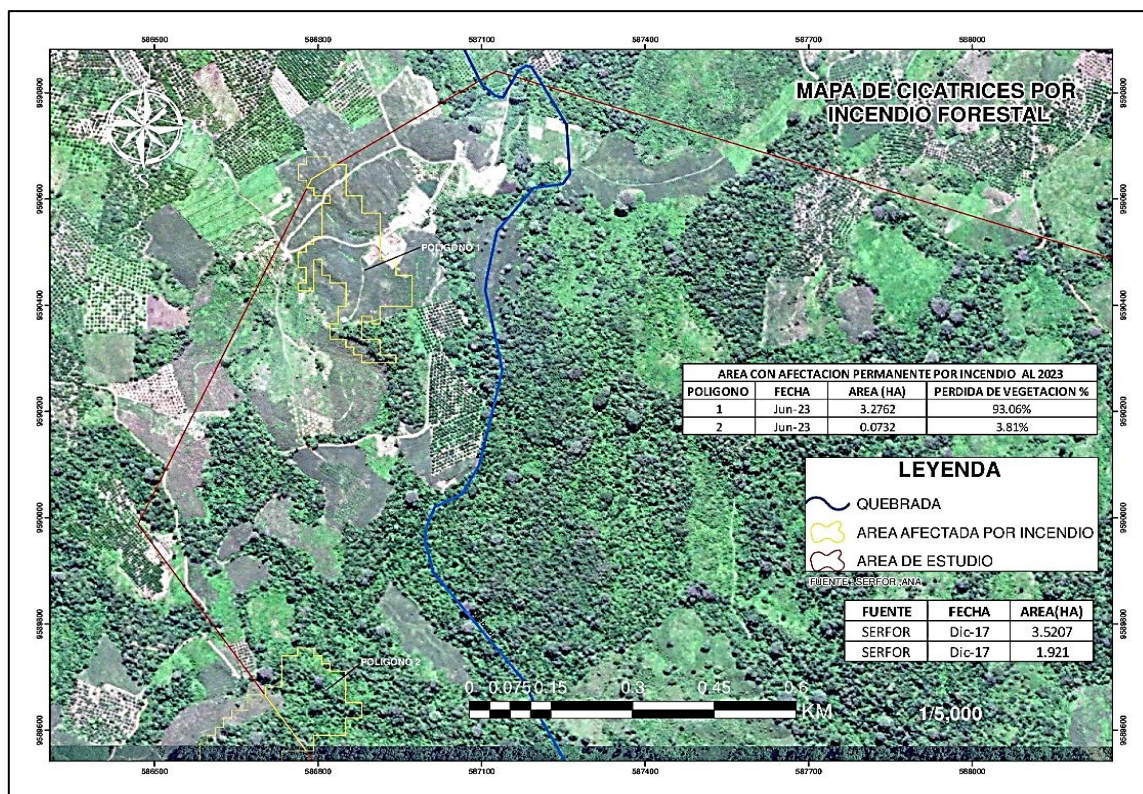


Figura 29. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2023). (Fuente SERFOR)

Tabla 22. Cicatrices por incendios forestales 2023. (Fuente SERFOR)

Área con afectación permanente por incendio al 2023			
Polígono	Fecha	Área Ha.	Perdida de vegetación %
1	jun-23	3,2762	93,06%
2	jun-23	0,0732	3,81%

Para el año 2023, del procesamiento y análisis del mapa, se observa que la cicatriz ubicada en el lado superior de arriba mantiene su porcentaje de pérdida del 93,06% de su vegetación, evidenciándose que esta zona no ha podido recuperarse ni restaurarse de forma natural, lo que también se observa es que en la segunda cicatriz hay una pérdida del 3,81% de su vegetación, lo que anteriormente no había en el año 2021, debido a su restauración natural. Cabe acotar que la línea azul es el shape de la quebrada seca, por donde debería pasar.

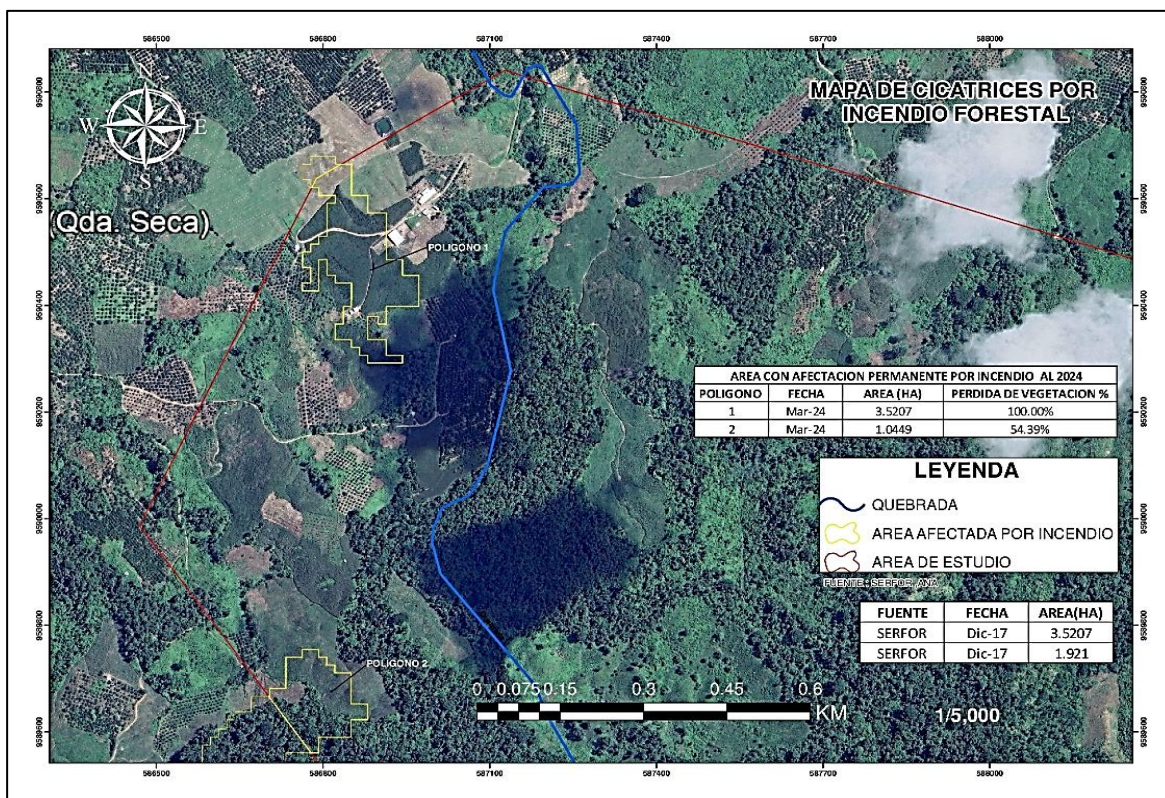


Figura 30. Mapa de cicatrices por incendios forestales (2024). (Fuente SERFOR)

Tabla 23. Cicatrices por incendios forestales 2024. (Fuente SERFOR)

Área con afectación permanente por incendio al 2024			
Polígono	Fecha	Área Ha.	Perdida de vegetación %
1	mar-24	3,5207	100,00%
2	mar-24	1,0449	54,39%

Del mapa anterior procesado del año 2024, se aprecia que la cicatriz ubicada en el lado superior de arriba ha perdido al 100% su cobertura vegetal, dando como resultado que desde del año 2021, no logró recuperarse ni restaurarse de forma natural, también se observa que, en la segunda cicatriz ubicada en el lado inferior de abajo, ha seguido perdiendo cobertura vegetal, obteniendo como resultado final un 54,93% de disminución en su vegetación.

Cabe acotar que la línea azul es el shape de la quebrada seca, por donde debería pasar.

Por consiguiente, del análisis de los mapas elaborados de la data proporcionada por el SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre), se obtuvo que, dentro del polígono de estudio, se encontraron 02 cicatrices, originadas a raíz de los incendios forestales, originados durante el periodo de años desde el 2017 hasta el 2024, dentro de la zona de amortiguamiento del sector de Matapalo.

Teniendo como resultado que, del análisis de las imágenes satelitales procesadas se observa que ambas cicatrices han perdido cobertura vegetal, de la primera ubicada en el lado superior de arriba, su pérdida de área forestal fue total, al 100%, mientras que en la segunda cicatriz ubicada al lado inferior de abajo perdió más de la mitad, siendo el 54,39% de su área forestal.

El siguiente cuadro es la síntesis, resumen y análisis de la primera cicatriz ubicada en lado superior de arriba, a consecuencia de los incendios forestales, durante los años: 2017, 2021, 2023 y 2024, en un intervalo de tiempo cada 02 años hasta el 2024, dentro de la zona del polígono de estudio para la presente investigación forestal.

*Tabla 24. Cicatriz, Polígono 1, (2019-2024). (Fuente SERFOR)*

<b>Polígono</b>	<b>Fecha</b>	<b>Área Ha.</b>	<b>Perdida de vegetación %</b>
<b>1</b>	ago-19	2,7881	79,19%
	may-21	3,2762	93,06%
	jun-23	3,2762	93,06%
	mar-24	3,5207	100,00%

Del procesamiento y análisis de las imágenes satelitales, durante el periodo de años: 2019, 2021, 2023 y 2024, evidenciamos un aumento significativo de la pérdida de cobertura vegetal, dando como resultado la pérdida del 100% de toda su área.

*Tabla 25. Cicatriz, Polígono 2, (2019-2024). (Fuente SERFOR)*

<b>Polígono</b>	<b>Fecha</b>	<b>Área Ha.</b>	<b>Perdida de vegetación %</b>
<b>2</b>	ago-19	0,2051	10,68%
	may-21	0	0,00%
	jun-23	0,0732	3,81%
	mar-24	1,0449	54,39%

En la segunda cicatriz, que se encuentra ubicada en el lado inferior de abajo, se procesaron también las imágenes satelitales y su data, durante el periodo de años: 2019, 2021, 2023 y 2024, por lo que se observó que en el año 2021 hubo una restauración natural al haber 0,00% de cobertura vegetal, sin embargo, luego se tuvo una pérdida parcial de vegetación de la zona, teniendo que su pérdida fue del 54,39% durante ese periodo de análisis de espacio-tiempo.

Por lo tanto, del análisis anterior se demuestra que los incendios forestales no son un factor determinante ni siempre vinculante con la pérdida de cobertura vegetal de un bosque ni de un ecosistema. Y esto se debe a que en el año 2021 se vió una respuesta significativa del bosque cuando se restauró de manera natural, la misma que demostró su capacidad de resiliencia y la salud del mismo.

### 3.9.3. Mapas de cambio de uso de suelo

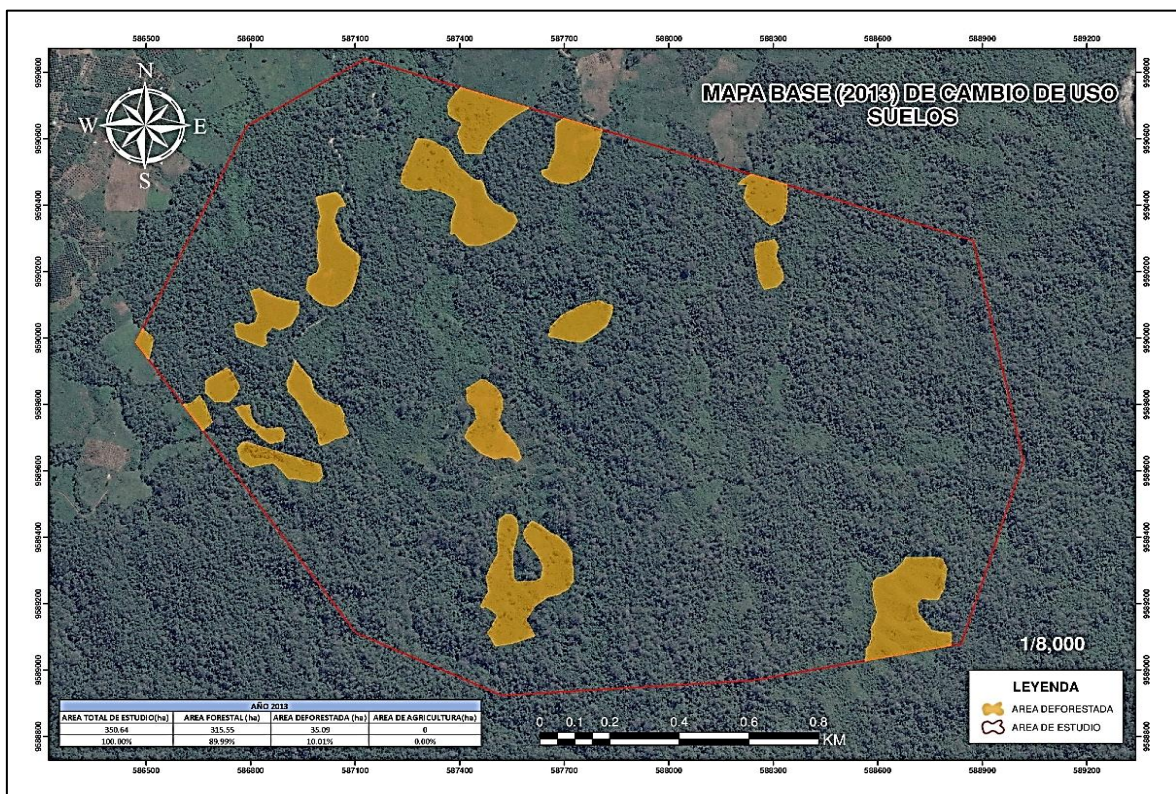


Figura 31. Mapa base de cambio de uso de suelo (2013)

Tabla 26. Cambio de uso de suelo (2013).

Área total de estudio Ha.	Área forestal Ha.	Área deforestada Ha.	Área de agricultura Ha.
350,64	315,55	35,09	0
100,00%	89,99%	10,01%	0,00%

De nuestro polígono de estudio obtuvimos el siguiente mapa, señalizando las áreas afectadas y deforestadas a consecuencia del cambio de uso de suelo.

Por lo que se han identificado 17 zonas con presencia de cambio de uso de suelo en el año 2013, teniendo como resultado que de nuestras 350,64 has. del polígono en estudio para la presente investigación, tiene el 35,09 has. de área deforestada, equivalente al 10,01% del área en estudio, sin presencia de área utilizada para agricultura ni ninguna otra actividad del sector agrícola.

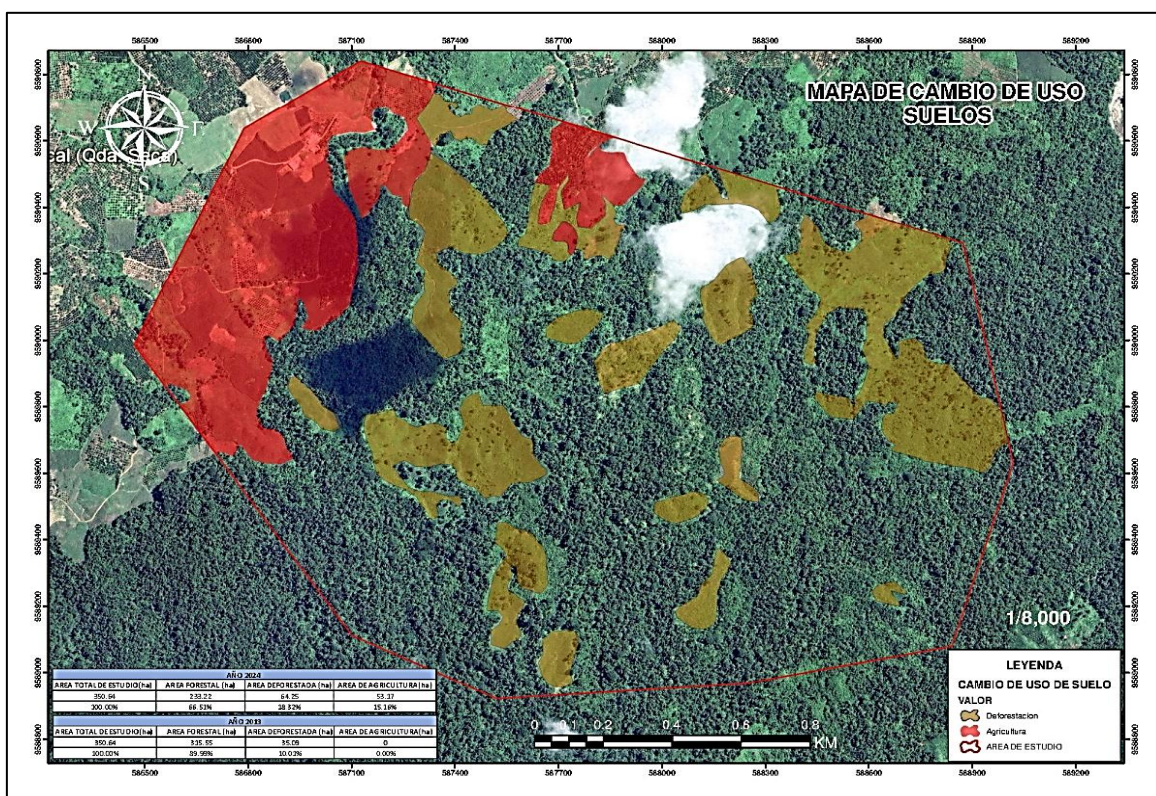


Figura 32. Mapa de cambio de uso de suelo (2024)

*Tabla 27. Cambio de uso de suelo (2024).*

Área total de estudio Ha.	Área forestal Ha.	Área deforestada Ha.	Área de agricultura Ha.
<b>350,64</b>	233,22	64,25	53,17
<b>100,00%</b>	66,51%	18,32%	15,16%

En el siguiente mapa de cambio de uso de suelo del año 2024, podemos observar que, en un intervalo de tiempo de 11 años, el área deforestada en hectáreas es de 64,25 has., teniendo un aumento significativo de la pérdida de cobertura vegetal, siendo el 18,32% de la zona del polígono en estudio, lo que equivale a 29,16 has. más de las que teníamos inicialmente en el mapa base del año 2013.

Así mismo para nuestro mapa del año 2024 ya visualizamos la presencia de actividades económicas, en este caso de actividades agrícolas como la agricultura, siendo 15,16% del área deforestada, lo que equivale a 53,17 has. del polígono en estudio.

#### **3.9.4. Mapa Reservorio de agua – recurso hídrico**

Debido al área degradada dentro del polígono de estudio, es que decidimos analizar la fuente de agua y el recurso hídrico de las zonas deforestadas para cambio de uso de suelo que ahora son utilizadas para actividades agrícolas, y donde hemos evidenciado la instalación de parcelas para agricultura. Por ello el siguiente mapa muestra un reservorio de agua fuera del polígono de estudio, perteneciente a un poblador, para poder abastecer sus parcelas, las mismas que se encuentran dentro de nuestro polígono en estudio.

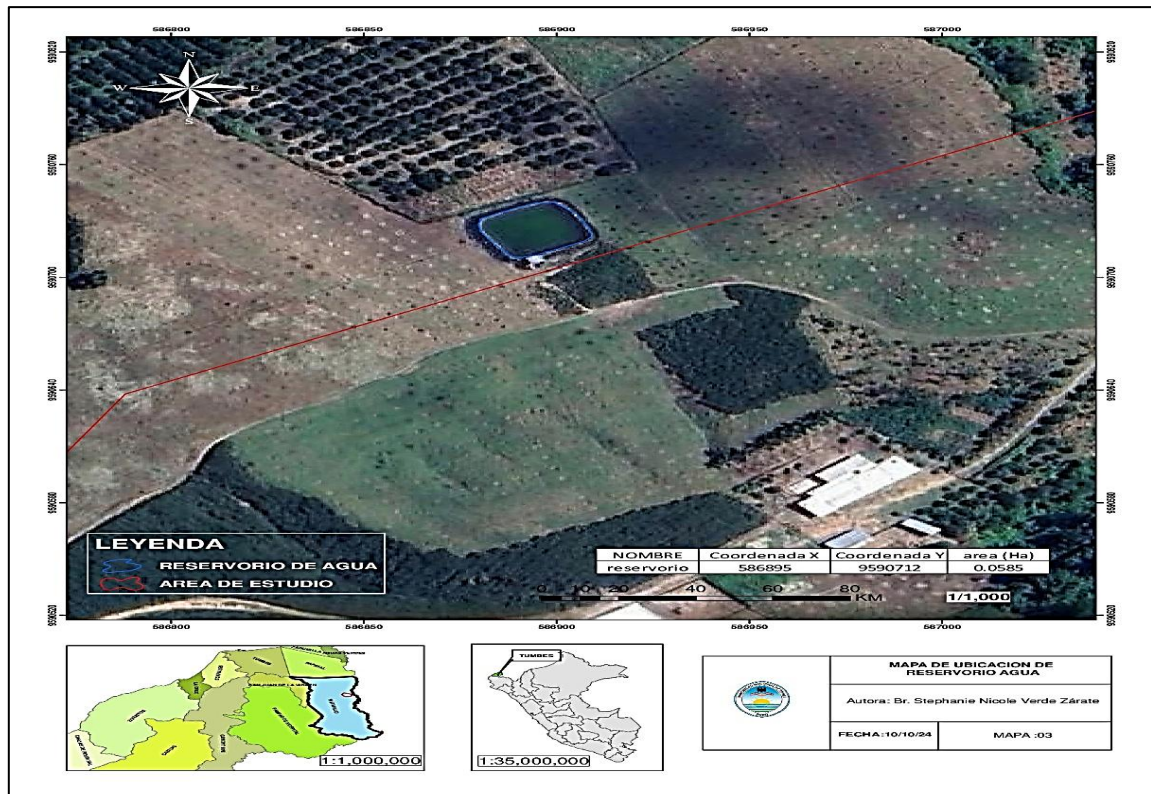


Figura 33. Mapa de reservorio de agua (2024)

La línea roja visualizada en el mapa del reservorio simboliza el límite del polígono en estudio con la zona fuera del mismo. Por lo que se observa un reservorio de agua, el mismo que ha sido confirmado en la salida de campo a la zona en investigación.

Anteriormente, en las imágenes procesadas de incendios forestales, se mostraba una línea azul, la misma que es el shape de la quebrada seca, que es por donde debería cruzar dentro de la zona, por lo que en las imágenes satelitales se observa seca, y esto es debido a que es de tipo itinerante (quiere decir que tiene periodos en las que posee un caudal de agua y en otros no), sin embargo en la salida de campo que se realizó se ha visualizado seca, y de algunas pequeñas conversaciones con pobladores del lugar y dentro de sus parcelas, nos indican que hace mucho tiempo que se mantiene seca, que ahora la usan como trocha carrozable, es por ello que toman punto de agua de otras fuentes, como el reservorio, y en otros casos han implementado un sistema de riego tecnificado por goteo.

Con la información corroborada en campo podemos deducir que uno de los motivos que ocasiona que la quebrada seca se mantenga sin caudal de agua es debido a la falta de cobertura vegetal, por el área deforestada que tenemos en la zona, ya que recordemos que muchas especies forestales sirven como colchón de agua manteniendo que el flujo de agua perdure, así como las cabeceras de cuencas reforestadas y/o con vegetación siempre mantienen su caudal activo

### 3.9.5. Muestreo aleatorio en campo

Luego del procesamiento de la información en mapas, se procedió a verificar y corroborar en campo el área de estudio, a manera de poder realizar un muestreo aleatorio dentro del polígono que se está investigando, para la identificación de especies forestales, tipos de cultivos y muestras fotográficas como registro.

Fue así que se tomaron los siguientes puntos tratando de abarcar las zonas de interés y de las que se quería tener una mejor visualización de la realidad actual y en campo.

Siendo los siguientes puntos:

*Tabla 28. Coordenadas para muestreo aleatorio (2024).*

<b>Punto</b>	<b>Coordenada este</b>	<b>Coordenada norte</b>
1	587,542.00 m	95'90660.00 m
2	588,616.00 m	95'90330.00 m
3	586,721.00 m	95'89798.00 m

Encontrando las siguientes plantaciones permanentes forestales:

*Tabla 29. Plantaciones permanentes forestales del muestreo aleatorio.*

<b>Nº</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
1	Algarrobo	<i>Neltuma piurensis</i> (L. Vasquez, Ecurra & Huaman) CE Hughes & GP Lewis
2	Barbasco negro	<i>Bonellia mucronata</i> (Schult.) B. Ståhl & Källersjö
3	Ceibo	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.
4	Cerrilla	<i>Mimosa acantholoba</i> (Willd.) Poir.
5	Charán negro	<i>Libidibia glabrata</i> (Kunth) C.Cast. & G.P.Lewis
6	Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey
7	Guácimo (huasimo)	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
8	Guayacán oreja de león	<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K.Schum.) S.O. Grose
9	Palo santo	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.
10	Polo polo	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.
11	Porotillo	<i>Erythrina velutina</i> Willd.
12	Pretino	<i>Cavanillesia platanifolia</i> (Humb. & Bonpl.) Kunth

Las 12 especies forestales del cuadro anterior son las que se han verificado en campo, de acuerdo al muestreo aleatorio y que se encuentran dentro del polígono de estudio, en la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Cerros de Amotape,

Cabe resaltar que, de las 12 especies forestales encontradas, 02 se encuentran categorizadas de acuerdo al Decreto Supremo N° 043-2006-AG. En 02 tipos de estados como detallaremos a continuación:

*Tabla 30. Especies forestales categorizadas.*

<b>Categoría</b>	<b>Especie Forestal</b>
<b>En peligro (En)</b>	Polo Polo
<b>Vulnerable (Vu)</b>	Algarrobo

Así mismo de las 12 especies forestales encontradas, 02 de ellas se encuentran categorizadas de acuerdo a normativa en la categoría B, como valiosas, según el Valor del Estado Natural (VEN) de su madera, de acuerdo a la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 241-2016-SERFOR-DE, como se detalla a continuación:

*Tabla 31. Especies forestales categorizadas.*

<b>Categoría B</b>	<b>Especie forestal</b>
<b>Valiosas</b>	Palo santo
	Algarrobo

Además de ello en las zonas donde se hizo cambio de suelo, a raíz de la deforestación y ahora son parcelas agrícolas, se encontraron las siguientes plantaciones permanentes frutales, medicinales y transitorias:

*Tabla 32. Plantaciones permanentes frutales, medicinales, ornamentales y transitorias del muestreo aleatorio.*

<b>Nº</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nombre científico</b>
1	Overall	Medicinal	<i>Cordia lutea Lam.</i>
2	Papelillo	Ornamental	<i>Bougainvillea peruviana Bonpl.</i>
3	Maíz	Transitoria	<i>Zea mays</i>
4	Limón	Frutal	<i>Citrus limon</i>
5	Plátano verde	Frutal	<i>Musa paradisiaca</i>
6	Camote	Transitorio	<i>Ipomoea batata</i>
7	Piña	Frutal	<i>Ananas comosus L.</i>
8	Papaya	Frutal	<i>Carica papaya L.</i>
9	Plátano guineo	Frutal	<i>Musa acuminata</i>
10	Mango	Frutal	<i>Mangifera indica L.</i>
11	Palta	Frutal	<i>Persea americana</i>

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del procesamiento de mapas indicó lo siguiente:

- De los mapas de cobertura vegetal, en un periodo de 11 años se ha perdido 24,49% de área forestal, siendo producto del cambio de uso de suelo a consecuencia de la deforestación, para actividad agrícola en la zona representando las actividades con mayor peligro.
- De los mapas de incendios forestales, de las 02 cicatrices, las mismas que fueron proporcionadas por el SERFOR, ubicadas dentro del polígono en estudio, fueron analizadas dando como resultado que el polígono 01 tuvo una pérdida de área forestal del 100%, mientras que el polígono 02 tuvo una pérdida del 54,39%, sin embargo en el año 2021 la cicatriz 02 del polígono no tuvo pérdida de cobertura vegetal, y esto es debido a que hubo una restauración natural del bosque, dando como consecuencia que 02 años después se muestra deforestación y cambio de suelo, de acuerdo a las imágenes satelitales.
- Así mismo en los mapas de incendios forestales vemos un brazo de la Quebrada Seca, el mismo que de acuerdo al shape del ANA, indica que es una fuente de agua tipo itinerante (quiere decir que tiene tiempos con caudal y otros sin caudal), sin embargo, actualmente se encuentra seca y ya no se activa ni se llena, como consecuencia de la pérdida de la cobertura vegetal de la zona.
- De los mapas de cambio de uso de suelo, se muestra una pérdida del bosque en un 33,48%, siendo utilizado actualmente como zona agrícola.

- Del mapa del reservorio, se observa que algunas parcelas obtenían el agua para el riego de las mismas, confirmando no haber muchas fuentes de agua naturales sino creadas a través de los pobladores.
- De los resultados anteriores se puede visualizar de acuerdo a los mapas analizados, así como las tablas con estadísticas, muestran que la mayor parte de pérdida de biodiversidad ha sido por el cambio de uso de suelo como consecuencia de la deforestación.
- De todo lo antes señalado, tenemos que en el año 2021 Campaña y Tafur, indicaron en su investigación titulada “Análisis multitemporal mediante SIG de la sequía y la deforestación en la Reserva Nacional de Tumbes-Perú, 1986 - 2019”, que la vegetación alta (VA) fue en el año 2016, siendo de 19 142,28 has, por otro lado los valores más bajos fueron en el 2005 y 2010, siendo así 15 401,25 y 15 094,53 has, respectivamente; observando que en el año 2019 el área fue de 18 219,51ha, donde hubo una recuperación dentro de los últimos diez años.
- Para los resultados de la investigación anteriormente señalada, podemos afirmar que, en nuestro polígono de estudio, para el mapa de incendios forestales del año 2021, la cicatriz del polígono 02 tuvo una regeneración natural.
- Si bien es cierto que tanto el Parque Nacional Cerros de Amotape, como la Reserva Nacional de Tumbes, son áreas naturales protegidas por el estado, solo la zona núcleo es la que se preserva, mas no las zonas de amortiguamiento, y esto influye también en el acceso de la población a las mismas. Siendo así que a pesar de que hubo una regeneración natural en el polígono 02, este mismo luego de 02 años volvió a tener deforestación, como consecuencia del cambio de uso de suelo de la zona por la población, para transformarlo de suelo forestal a suelo agrícola, y esto con el fin de convertirlo en parcelas de tipo agrícolas.

- Teniendo así que la actividad antrópica es determinante para la pérdida de cobertura vegetal y se confirma con el estudio de Camacho et. al. (2022), donde indicó que el 0,73% son áreas degradadas del total de los ecosistemas y solo el 0,27% ésta protegida, siendo esta situación dada en la provincia de Morona Santiago, las áreas deforestadas representan un 0,73% del total de bosques y un 0,27% del área protegida, por motivo de que han sido deforestadas para actividades agropecuaria representando el 94%, como resultado del análisis multitemporal.
- Es así como vemos que la regeneración natural dentro de un área natural protegida es efectiva siempre y cuando no tenga intervención antrópica, y que sea en una zona núcleo más no en una zona de amortiguamiento, en donde la población tiene acceso y uso libre de la misma.

## V. CONCLUSIONES

1. De la presente investigación se puede determinar que la pérdida de cobertura vegetal en 11 años debido a la deforestación, como consecuencia del cambio de uso de suelo, para actividad agrícola, es de 24,49% del total del polígono en estudio.
2. Del análisis de las cicatrices por incendios y focos de calor, dentro del polígono de estudio, se concluye que el impacto de los incendios forestales no genera una pérdida de biodiversidad, ya que se pudo visualizar como en un periodo de 02 años el bosque tuvo una restauración natural.
3. Se concluye del análisis de los mapas de cambio de uso de suelo, que el polígono en estudio ha sido deforestado a consecuencia de la deforestación antrópica, el mismo que ahora es utilizado como zona agrícola.
4. De lo anteriormente mencionado, se concluye que los efectos de la deforestación son por actividad humana, siendo su principal causa la actividad agrícola como consecuencia del cambio de uso de suelo.

5. A su vez, los mapas generados en la presente investigación son un aporte a la restauración de áreas degradadas, debido a que nos muestran en una línea de espacio-tiempo de 11 años, cuál ha sido la transformación del bosque seco del polígono en estudio, debido a las actividades antrópicas (deforestación y cambio de uso de suelo) generadas por el hombre.
  
6. Considerando importante la recuperación de estas áreas como parte de la restauración de ecosistemas, siendo así el primer paso para el bienestar de los bosques, así mismo se resalta que la articulación con las instituciones competentes genera una estructuración adecuada en materia forestal, así como también los sistemas SIG contribuyen mediante la recopilación y almacenamiento de información a la visualización de un espacio geográfico, estableciendo prioridades para la toma de decisiones.
  
7. Por último, la presente investigación nos ha permitido reconocer que tipo de especies forestales se encuentran en la zona de estudio que están categorizadas por normativa y actualmente corren peligro debido a su importancia reconocida y verificada por los organismos competentes en materia forestal.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a colegas que en sus futuras investigaciones realicen un inventario forestal, a manera de poder conocer con exactitud, el número de plantas por cada especie vegetativa ya sea de tipo forestal u otra utilidad, de preferencia dentro del polígono de estudio u otra zona dentro de la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Cerros de Amotape.
2. También se sugiere que se realice una investigación de los servicios ecosistémicos de las especies forestales dentro del área de estudio, para conocer cómo interactúan en este ecosistema y que ya no se protegen actualmente.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia Agraria de Noticias. (21 de febrero de 2018). *Tumbes: 400 hectáreas de bosque seco se pierden por tala ilegal*. <https://agraria.pe/index.php/noticias/tumbes-400-hectareas-de-bosque-seco-se-pierden-por-tala-ileg-16017>
- Arce, R. (1 de junio de 2018). *Deforestación: conceptos, alcances y retos para revertirlo*. SERVINDI. <https://www.servindi.org/actualidad-noticias/31/05/2018/deforestacion-conceptos-alcances-y-retos-para-revertirlo>
- ArcGIS (s.f.) *Introducción a ArcGIS* <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Armenteras, D., Gonzáles, T.M., Vergara, L.K., Lupe, F.J., Rodriguez, N., Bonilla, M.A. 2016 Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas* 25(1): 83-89. Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-1.12
- Arriols, E. (26 de julio de 2023). *Qué son los incendios forestal y cómo se producen*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-incendios-forestales-y-como-se-producen-1703.html>
- Camacho-López, C., Jara-Franco, N., & González-Rivadeneira, J. (2022). Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo en Morona Santiago. *Polo del Conocimiento*, 7(1), 797-807. doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v7i1.3511>
- Camacho Peña, J. F. (2022). Análisis de regresión logística aplicado al modelamiento espacial de las causas de deforestación en el departamento del Guaviare durante el periodo 2005-2020 y proyección de escenarios de deforestación a 2030. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 31(2), 255–280. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v31n2.98012>

- Comisión Económica para América Latina. (s.f.). *Acerca de Cambio Climático*. <https://www.cepal.org/es/temas/cambio-climatico/acerca-cambio-climatico#:~:text=Se%20denomina%20cambio%20clim%C3%A1tico%20a,transporte%2C%20entre%20otros%2C%20como%20consecuencia>
- Espejel Rodríguez, Adelina, & Flores Hernández, Aurelia. (2015). Conocimiento y percepción del calentamiento global en jóvenes del bachillerato, Tlaxcala. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(6), 1277-1290. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342015000600011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000600011&lng=es&tlng=es).
- Espinoza, V. (s.f.). *Dinámica Ego: una herramienta gratuita para modelar y brindar soporte en el análisis de CCUS*. <https://cgp.org.pe/publicaciones/boletin3/B3-08.pdf>
- Fedemaderas. (2023, 19 de enero). *La deforestación, un grave problema a nivel mundial*. <https://fedemaderas.org.co/la-deforestacion-un-grave-problema-a-nivel-mundial/#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20de%20las%20Naciones,de%20hect%C3%A1reas%20de%20bosques%20anualmente>.
- Forero Riaño, J. A., y Polanco Puerta, M. F. (2021). Análisis de la deforestación en La Macarena, antes y después de los acuerdos de paz. *Colombia forestal*, 24(2), 9–23. <https://doi.org/10.14483/2256201X.16479>
- Geosolutions Consulting. (s.f.). *Conceptos Básicos sobre Imágenes Satelitales – Fotogrametría pt.1* <https://www.geosolutionsconsulting.com/conceptos-basicos-de-las-imagenes-satelitales/#:~:text=Las%20im%C3%A1genes%20satelitales%20son%20fotograf%C3%ADas,entre%20otros%20casos%20de%20uso>
- Gil Mora, J. E. (2022). Incendios Forestales: causas e impactos. *El Antoniano*, 135(1), 68 - 113. <https://doi.org/10.51343/anto.v135i1.866>
- Grupo TYC GIS Formación. (s.f.). NDVI, ¿qué es y para qué sirve? <https://www.cursosteledeteccion.com/ndvi-que-es-y-para-que-sirve/>
- Juan Pérez, José Isabel. (2017). Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México. *Acta universitaria*, 27(3), 36-56. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1249>

- Ley 26834. (1977). *Ley de Áreas Naturales Protegidas*. Congreso de la República del Perú.
- Liria, Jonathan. (2008). Sistemas de información geográfica y análisis espaciales: un método combinado para realizar estudios panbiogeográficos. *Revista mexicana de biodiversidad* , 79(1), 281-284. Recuperado en 14 de julio de 2024, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532008000100024&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532008000100024&lng=es&tlng=es).
- López, V. H., Balderas, M. A., Chávez, M. C., Juan, J. I., & Gutiérrez, J. G. (2015). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. *Ciencias de La Tierra*, 22(2), 136–144.
- Luque-Ramos, L. (2021). Análisis de la deforestación de la Amazonia peruana: Madre de Dios. *Revista Innova Educación*, 3(3), 198-212. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.013>
- Menendez Córdoba, F. (2016) *Sistema de monitoreo de napas freáticas mediante freatímetros electrónicos* [Tesis de grado, Instituto Universitario Aeronáutico] Centro Regional Universitario Cordoba IUA. <https://rdu.iaa.edu.ar/handle/123456789/1098>
- MinAmbiente. (2022). *Proyecto tipo: Recuperación de cobertura vegetal en áreas disturbadas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 48. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/Guia-Methodologica-PT-Cobertura-Vegetal.pdf>
- Núñez, Irama; González-Gaudiano, Édgar y Barahona, Ana. La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. INCI [online]. 2003, vol.28, n.7, pp.387-393. ISSN 0378-1844.
- Olaya, J. C., & Tafur, E. G. (2021). Análisis multitemporal mediante SIG de la sequía y la deforestación en la Reserva Nacional de Tumbes-Perú, 1986-2019. *Manglar: Revista de Investigación Científica*, 18(3), 267-274.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*. <https://www.fao.org/forest-resources/assessment/2020/es#:~:text=La%20FAO%20define%20la%20deforestaci%C3%B3n,inducido%20por%20humanos%20o%20no>
- Parque Nacional Bahuaja Sonene, Plan Maestro (2019). *Capítulo 6 Zona de Amortiguamiento* [Archivo PDF]. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/301.pdf>
- Piedad, C. (2010). *Estimación de la productividad primaria mediante el modelo de eficiencias y sensores remotos*. [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Biblioteca Digital FCEN-UBA. [http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis\\_n4668\\_Cristiano](http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n4668_Cristiano)
- Samamé Saavedra, J. A. (2023). Impacto de la deforestación en la pérdida del hábitat de vida silvestre amenazada en la Amazonía. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 915-935. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5374](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5374)
- Mongabay. (9 de abril del 2024). *Planeta perdió 3.7 millones de hectáreas de bosques primarios en 2023: diez campos de fútbol por minuto*. <https://es.mongabay.com/2024/04/planeta-perdio-millones-bosques-primarios-en-2023/>
- Vicuña Yonz, J. A., & Almanza Quispe, W. S. (2023). Deforestación y pérdida de bosques en la Provincia de Condorcanqui, Amazonas, Perú, durante el período 2001-2021. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 5. <https://doi.org/10.47796/ing.v5i0.790>
- World Resources Institute. (4 de abril del 2024). *Forest Pulse: La información más reciente sobre los bosques del mundo*. <https://research.wri.org/es/gfr/latest-analysis-deforestationtrends#:~:text=La%20p%C3%A9rdida%20total%20de%20bosques,las%20de%202019%20y%202021.>
- WWF. (2024, 08 de julio). *¿Qué es la deforestación y cómo impacta a nuestro planeta?* <https://www.wwf.org.pe/en/?389690/que-es-la-deforestacion#:~:text=Impactos%20de%20la%20deforestaci%C3%B3n,-La%20deforestaci%C3%B3n%20tiene&text=Los%20bosques%20act%C3%BAan%20como%20sumideros,y%20exacerbando%20el%20calentamiento%20global.>

## VIII. ANEXOS

### Fotografías de la zona



*Foto 1. Sector Matapalo Zona de Amortiguamiento*



*Foto 2. Especie forestal ceibo*



*Foto 3. Parcelas agrícolas - Sector Matapalo*



*Foto 4. Especies forestales diversas*



*Foto 5. Ubicación del reservorio de agua*