



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**APLICACIÓN DE TELEDETECCIÓN PARA ESTIMAR LA VARIACIÓN DE LA
COBERTURA VEGETAL EN EL ECOSISTEMA FRÁGIL LOMAS DE
MANGOMARCA**

Línea de investigación:

Procesamiento digital de imágenes y señales

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de
Ingeniera Geógrafa

Autora:

Valderrama Rocca, Antuané

Asesor:

Vásquez Aranda, Ahuber Omar

ORCID: 0000-0002-2873-6752

Jurado:

Alva Velásquez, Miguel

Legua Terry, Alberto Israel

Zevallos Paredes, William Edward

Lima - Perú

2024



Suficiencia Profesional

INFORME DE ORIGINALIDAD

30%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	2%
5	riul.unanleon.edu.ni:8080 Fuente de Internet	2%
6	dominiodelasciencias.com Fuente de Internet	1%
7	cenergia.org.pe Fuente de Internet	1%
8	CENTRO DE CONSERVACION DE ENERGIA Y DEL AMBIENTE. "ITS para la Implementación de Filtros de Carbón de Activado en el Tratamiento de Biogás en la Central Térmica"	1%



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**APLICACIÓN DE TELEDETECCIÓN PARA ESTIMAR LA VARIACIÓN DE LA
COBERTURA VEGETAL EN EL ECOSISTEMA FRÁGIL LOMAS DE
MANGOMARCA**

Línea de Investigación:

Procesamiento digital de imágenes y señales

Informe del Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero

Geógrafo

Autora

Valderrama Rocca, Antuané

ORCID: 0009-0002-6846-371

Asesor

Vásquez Aranda, Ahuber Omar

ORCID: 0000-0002-2873-6752

Jurado

Alva Velásquez, Miguel

Legua Terry, Alberto Israel

Zevallos Paredes, William Edward

Lima - Perú

2024

INDICE

Resumen.....	7
Abstract.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Trayectoria de autor	10
1.2. Descripción de la empresa.....	12
1.2.1. Política empresarial.....	13
1.3. Organigrama de la empresa.....	15
1.3.1. Equipo humano	16
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	16
1.4.1. Área de medio ambiente en el campo de acción de estudios ambientales y desarrollo sostenible	16
1.4.2. Funciones desempeñadas	17
II. LA TELEDETECCIÓN PARA ESTIMAR LA VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL ECOSISTEMA FRAGIL LOMAS DE MANGOMARCA	19
2.1. Objetivos	20
2.1.1. Objetivo general.....	20
2.1.2. Objetivos específicos	20
2.2. Base Legal.....	20
2.3. Antecedentes	20

2.4. Marco teórico	25
2.3.1. Cobertura vegetal	25
2.3.2. Pérdida de la cobertura vegetal	25
2.3.3. Lomas de Mangamarca	25
2.5. Metodología	29
2.4.1. Procedimientos	29
2.6. Resultados	35
2.5.1. Clasificación y áreas de la cobertura vegetal, urbana y ecosistema frágil	35
2.5.2. Cambios de la cobertura vegetal en el Ecosistema frágil Lomas de Mangamarca	
43	
2.5.3. Mapas temáticos de la cobertura vegetal del Ecosistema frágil Lomas de	
Mangamarca	50
2.7. Discusión de resultados	54
III. APORTES MÁS DESTACABLES DE LA EMPRESA	56
IV. CONCLUSIONES	57
V. RECOMENDACIONES	58
VI. REFERENCIAS	59
VII. ANEXOS	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cantidad de área urbana y del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca según los años evaluados (2011, 2015, 2019 y 2023).....	43
Tabla 2: Cantidad de área urbana y del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca entre los años 2011 – 2015.....	44
Tabla 3: Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca respecto en el intervalo de los años 2011 – 2015.....	44
Tabla 4: Cantidad de área urbana y del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca entre los años 2015 – 2019.....	45
Tabla 5: Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca respecto en el intervalo de los años 2015-2019	45
Tabla 6: Cantidad de área urbana y del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca entre los años 2019 – 2023.....	46
Tabla 7: Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca respecto en el intervalo de los años 2019-2023	46
Tabla 8: Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca.....	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Organigrama estructural de Cenergia</i>	15
Figura 2: <i>Lomas de Mangomarca</i>	26
Figura 3: <i>Línea de tiempo de las Lomas de Mangomarca</i>	27
Figura 4: <i>Código para descarga de Landsat 5</i>	31
Figura 5: <i>Código para descarga de Landsat 7</i>	32
Figura 6: <i>Código para descarga de Landsat 8</i>	33
Figura 7: <i>Visualización de imagen Landsat con combinación SWIR-NIR.RED en el software ENVI</i>	36
Figura 8: <i>Selección de ROI'S dispersos en la imagen</i>	37
Figura 9: <i>Establecimiento de parámetros para ejecución de algoritmo</i>	38
Figura 10: <i>Clasificación inicial Landsat del año 2011</i>	38
Figura 11: <i>Mapa recién clasificado del año 2011</i>	39
Figura 12: <i>Mapa mejorado del año 2011</i>	40
Figura 13: <i>Mapa mejorado del año 2015</i>	40
Figura 14: <i>Mapa mejorado binario del año 2015</i>	41
Figura 15: <i>Mapa mejorado del año 2019</i>	41
Figura 16: <i>Mapa mejorado binario del año 2019</i>	42
Figura 17: <i>Mapa mejorado del año 2023</i>	42
Figura 18: <i>Mapa mejorado binario del año 2023</i>	43
Figura 19: <i>Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011-2015</i>	50
Figura 20: <i>Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2015-2019</i>	51
Figura 21: <i>Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2019-2023</i>	52
Figura 22: <i>Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011 al 2023</i>	53

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: <i>Evolución de pérdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca</i>	48
Gráfico 2: <i>Tasa de pérdida anual del territorio de las Lomas de Mangamarca</i>	48
Gráfico 3: <i>Porcentaje de pérdida de cobertura vegetal</i>	49

Resumen

Este informe de trabajo de suficiencia profesional para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Geógrafo, reseña la experiencia laboral obtenida desde la emisión del grado de Bachiller, por lo tanto, el informe tiene como finalidad mostrar el aporte aplicando procesos basados en mi experiencia laboral y como contribución de investigación para la empresa y los futuros proyectos a desarrollar. El informe titulado “Aplicación de teledetección para estimar la variación de la cobertura vegetal en el ecosistema frágil Lomas de Mangamarca”, se consignó como objetivo aplicar la teledetección para estimar la variación de la cobertura vegetal en el ecosistema frágil Lomas de Mangamarca por la expansión urbana. La metodología se llevó a cabo inicialmente en gabinete y tuvo lugar en el ecosistema frágil Lomas de Mangamarca, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima Metropolitana, extrayendo información de imágenes satelitales de Google Earth Engine, posteriormente, se hizo el uso del programa ENVI para la clasificación de las muestras (vegetación, área urbana y área de loma) mediante los píxeles, teniendo como resultado una imagen de una sola banda, la cual asigna todos los píxeles agrupado al tipo de clase. Luego de obtener la imagen, se procedió a realizar una mejora mediante el programa ArcGIS, brindando a las clases un valor numérico, manteniendo las geometrías intactas, después de obtener la imagen mejorada se procedió a unificar las clases de pasto y área urbana para obtener una clasificación final de dos clases (binaria) territorio del Lomas de Mangamarca y área urbana, el cual permitirá identificar de mejor manera el problema de interés de la investigación. Teniendo en consideración los resultados obtenidos se propone conservar 5574 ha del territorio de Lomas de Mangamarca.

Palabras claves: cobertura vegetal, ecosistema frágil, expansión urbana, teledetección.

Abstract

This professional sufficiency work report for obtaining the Professional Title of Geographic Engineer, reviews the work experience obtained since the issuance of the Bachelor's degree, therefore, the purpose of the report is to show the contribution by applying processes based on my work experience and as a research contribution for the company and future projects to be developed. The report titled “Application of remote sensing to estimate the variation of vegetation cover in the fragile ecosystem Lomas de Mangamarca”, the objective was to apply remote sensing to estimate the variation of vegetation cover in the fragile ecosystem Lomas de Mangamarca due to urban expansion. . The methodology was initially carried out in an office and took place in the fragile ecosystem Lomas de Mangamarca, district of San Juan de Lurigancho, Metropolitan Lima, extracting information from satellite images of Google Earth Engine, subsequently, the ENVI program was used to the classification of the samples (vegetation, urban area and hill area) using the pixels, resulting in a single band image, which assigns all the grouped pixels to the type of class. After obtaining the image, an improvement was carried out using the ArcGIS program, providing the classes with a numerical value, keeping the geometries intact. After obtaining the improved image, the grass and urban area classes were unified to obtain a final classification of two classes (binary) territory of Lomas de Mangamarca and urban area, which will allow the problem of interest of the research to be better identified. Taking into consideration the results obtained, it is proposed to conserve 5,574 hectares of the territory of Lomas de Mangamarca.

Keywords: vegetation cover, fragile ecosystem, urban expansion, remote sensing.

I. INTRODUCCIÓN

En consumación al procedimiento para la obtención de título profesional por la modalidad de Informe de trabajo de Suficiencia Profesional, el presente informe fue desarrollado y está estructurado en torno al Anexo IV del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Federico Villarreal (UNFV), mediante la Resolución R.N. N.º2900-2018-CU-UNFV, el cual se enmarca en La Ley Universitaria N°30220.

El presente capítulo, preciso mi experiencia laboral donde me tocó participar en diferentes campos de acción como catastro, planificación territorial, sistemas de información geográfica, gestión integral de residuos sólidos, elaboración de instrumentos de gestión ambiental y participe en investigaciones y brindar capacitaciones.

Adicionalmente, se describe a la empresa donde laboro actualmente, su política empresarial, organigrama, áreas y funciones que se desempeñan y mi aporte más destacado.

El presente informe y aporte de investigación, estimará mediante la teledetección la variación de la cobertura vegetal en el ecosistema frágil Lomas de Mangamarca en un determinado periodo dado por la actividad antrópica.

Durante los últimos años, se ha advertido que las Lomas de Mangamarca han sido ocupadas por invasores de terrenos, lo que conlleva a la reducción y posible desaparición de este ecosistema. Se encuentra ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, siendo uno de los recursos naturales que poseen un grandioso paisaje, flora y fauna, sin embargo, la preservación de este ecosistema frágil es un tema a tratar con suma urgencia ya que no cuenta con el cuidado necesario de parte de los pobladores, instituciones y autoridades.

1.1. Trayectoria de autor

Antuané Valderrama Rocca (en adelante el autor), posee el grado de bachiller en Ingeniería Geográfica, egresó en el año 2019 de la Facultad de Ingeniería Ambiental, Geográfica y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal, cuenta con cinco años de experiencia en elaboración de estudios de impacto ambiental, sistemas de información geográfica, análisis de imágenes satelitales, composición y generación de mapas temáticos y el uso de software.

Inicié mi formación profesional en enero del 2018 con el cargo de asistente catastral en la Municipalidad Distrital de Los Olivos, brindando soporte al área de Subgerencia de Obras Privadas, Catastro y Planeamiento Urbano, realizando actividades como emisión de planos catastrales, visación y llenado de fichas catastrales, elaboración de memorias descriptivas para el terreno visitado, emisión de planos catastrales, elaboración de mapas temáticos y la actualización del plano general de catastro mediante la base de datos del inventario de predios existentes.

En Julio del 2018, ingresé a la empresa HIS Asesores y consultores S.A.C. con el cargo de asistente del área de sistemas integrados de gestión, desarrollando actividades como elaboración de mapas y planos para los diversos proyectos a cargo, respaldar en la estructuración y gestión de los procesos de operación de los proyectos asignados, planificación y apoyo en la implementación del sistema de gestión de calidad, seguridad y medio ambiental de las empresas industriales.

En setiembre del 2018, con el cargo de Asistente Gis y del área de proyectos, ingresé a la empresa Acades Consultoría Integral S.A.C. desarrollando actividades como elaboración de instrumentos de gestión ambiental de tipo preventivo, correctivo, seguimiento y control para el sector de industria manufacturera, elaboración de informes de monitoreo ambiental de los

componentes agua, aire, suelo, radiaciones no ionizantes y ruidos, entre otros, para el desarrollo de línea base física de los estudios ambientales, así como para la consumación de los compromisos establecidos en el plan de manejo ambiental de los estudios aprobados, ejecución de mapas y planos para los diversos proyectos a cargo, empleando los Software.

En marzo del 2019 ingresé a la Municipalidad de Bellavista (Callao) con el puesto de Promotora ambiental del Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos, siendo responsable de sensibilizar y capacitar a la población en cuestiones relacionadas con el manejo y clasificación adecuada de las fuentes de residuos sólidos en la fuente, además de brindar capacitaciones a los centros educativos, instituciones públicas, establecimientos, relacionadas al cuidado y proyección del medio ambiente.

En abril del 2020, logré ascender como Coordinadora del Programa de Segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos, siendo responsable de la supervisión de los promotores ambientales para desarrollar la correcta sensibilización y desarrollo de las actividades programadas para la población en temas relacionados al medio ambiente, además de aseverar de que se cumplan los objetivos establecidos para el programa y consumir con la meta establecida por el MINAM.

En setiembre del 2020, ingresé a la empresa Group Ecomining con el puesto de Asistente de Ingeniería geográfica, desarrollando las siguientes funciones: Elaboración de instrumentos de gestión ambiental en el sector minero y producción (DIA, Igafom, EiaSd, PCM, etc.), mantenimiento del sistema de gestión de seguridad y medio ambiente, elaboración de CBC y responsable del área de insumos químicos y bienes fiscalizables para el sector minero.

En junio del 2022, obtuve el puesto de Asistente de Ingeniería geográfica en la empresa Evamin S.A.C., siendo responsable de la Elaboración de instrumentos de gestión ambiental en

el sector minero y producción (DIA, IgafoM, EiaSd, Plan de cierre de minas, fiscalización ambiental, PAMA, etc.), elaboración de proyectos de inversión para solicitud de derecho de servidumbre para proyectos mineros, elaboración de CBC y elaboración de mapas temáticos.

En enero del 2023 hasta la actualidad, ingresé a la empresa Cenergia con el puesto de Ingeniera Geográfica Asistente, desarrollando actividades relacionadas al sector eléctrico y producción, detallo las actividades: Elaboración de instrumentos de gestión ambiental en el sector eléctrico y producción (DIA, PAMA, PAD, Plan de cierre, ITS, EiaSd, etc.), elaboración de informes de monitoreo ambiental, informes de sitios contaminados, supervisión de trabajos de campo, participación en reuniones técnicas con clientes y autoridades competentes, ponente en talleres participativos, aportes en investigación ligado a la teledetección y sistemas de información geográfica, etc.

1.2. Descripción de la empresa

Centro de Conservación de Energía y del Ambiente – CENERGÍA, se estableció en el año 1985, integrando el esfuerzo de instituciones y empresas del sector público y privado, interesadas en promover la eficiencia energética, la protección del ambiente y el avance hacia las energías renovables, a través de la ejecución de investigación aplicada, capacitación, asesoramiento, gestión y desarrollo de proyectos para sus diversos grupos de interés.

CENERGIA, está comprometida a proporcionar servicios de manera idónea, transparente, independiente, oportuna y eficaz, mediante una cultura proactiva. El establecimiento de alianzas estratégicas y la colaboración de un equipo sólido de especialistas ha facilitado el acceso a nuevos nichos de mercado en el sector energía y del ambiente; asimismo, ha permitido también afrontar a los nuevos cambios normativos y tecnológicos, posicionándose en el mercado como Institución especializada en el rubro. Entre sus actividades brinda capacitaciones a través del aula virtual, dirigido al público en general e instituciones

educativas sobre temas de eficiencia energética, protección del ambiente y energías renovables. Además, realiza cursos de especialización orientados hacia los sectores: minero, industrial, residencial, transporte, público y servicios del país.

1.2.1. Política empresarial

Cenergia es una asociación cuyo propósito es promover la eficiencia energética, la conservación del medio ambiente y el fomento de las energías renovables a través de la realización de la investigación aplicada, capacitación, asesoramiento, gestión y desarrollo de proyectos para sus diversos grupos de interés.

Cenergia se compromete a proporcionar servicios de manera idónea, transparente, independiente, oportuna y eficaz mediante una cultura proactiva.

Cenergia, actúa de acuerdo con los compromisos adquiridos con sus grupos de interés, basados en el cumplimiento de los requerimientos de las normas ISO 9001:2015 y mediante el proceso de mejora continua. Es política de Cenergia:

- ✓ Mejorar la calidad de los procedimientos y servicios, con procesos eficaces, avalando la satisfacción de los clientes.
- ✓ Trabajar con personal capacitado y competente
- ✓ Mantener un adecuado nivel de exigencia tecnológica
- ✓ Mejorar continuamente la efectividad de su sistema de gestión de calidad
- ✓ Fundar y reexaminar continuamente los objetivos y metas del sistema de gestión, para asegurar que se cumpla su política.

Cenergia, por medio de su Sistema de Gestión de Calidad, quiere demostrar a sus diversos grupos de interés, su preocupación y compromiso por la calidad de sus servicios.

- Misión:

A través de la realización de estudios y proyectos teniendo como norma la calidad en el servicio, se contribuye al uso eficiente de la energía, el desarrollo de las energías renovables, a la preservación del ambiente y al desarrollo sostenible del país.

- Visión:

Consolidarse como la organización líder a nivel nacional en la promoción y realización de actividades de capacitación y difusión, científicas y tecnológicas encaminadas a promover el uso eficiente de la energía, el creación y desarrollo de proyectos de energías renovables y de actividades asociadas a la preservación del ambiente para el desarrollo sostenible del país

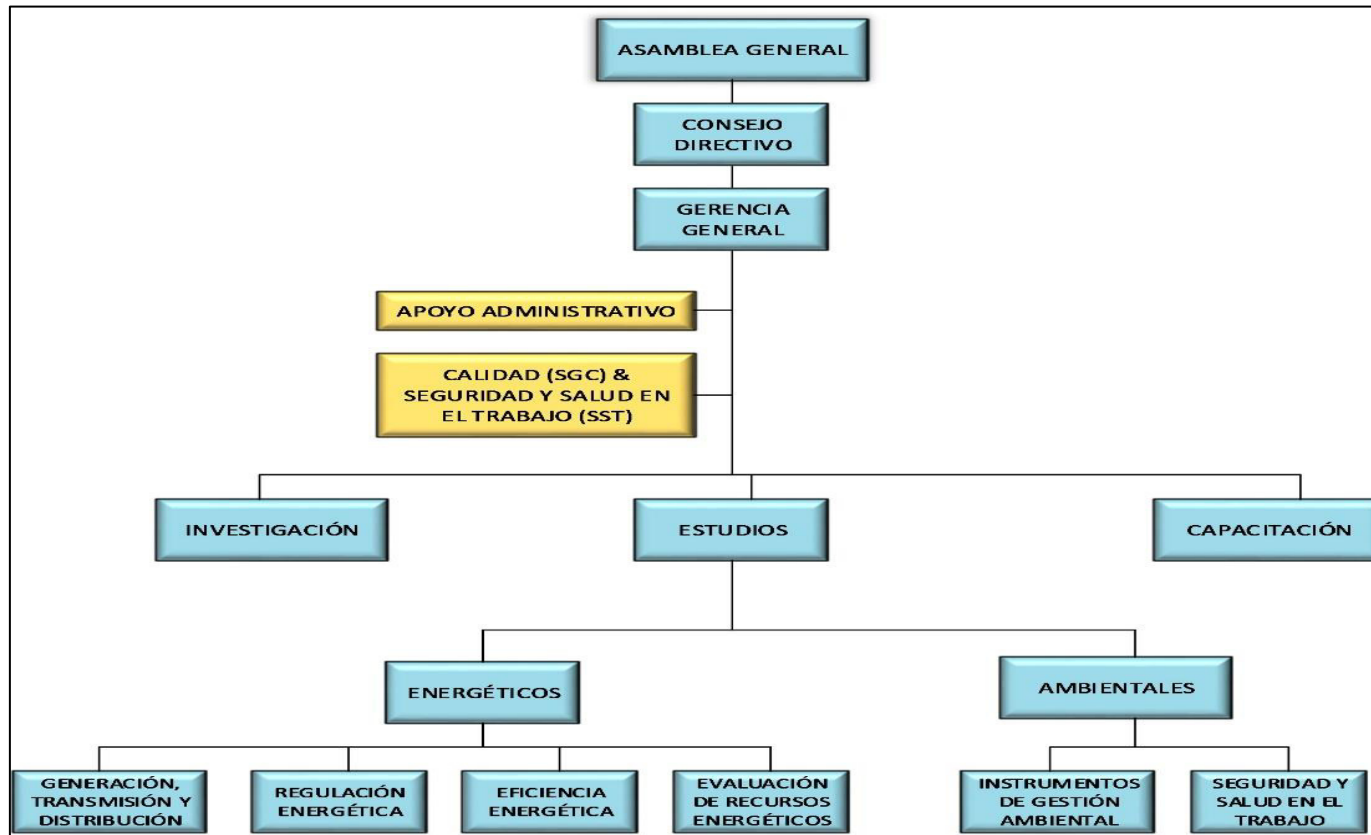
- Valores:

- ✓ Seguridad: es el valor principal que fomenta el respeto por la vida de los colaboradores que se encuentra presente en las diversas áreas de la empresa.
- ✓ Honestidad: la obligación de hacer las cosas bien desde la honradez y el respeto, conservando la ética profesional, atribuyendo al cliente un servicio de alta calidad que proporciona valor y utilidad
- ✓ Respeto, inclusión y reconocimiento: respetar las tradiciones, reconocer los logros de cada colaborador y fomentar una cultura en la que las contribuciones y las ideas sean apreciadas.
- ✓ Responsabilidad: comprometidos con la responsabilidad ambiental y social y con la promoción y preservación del desarrollo sostenible.

1.3. Organigrama de la empresa

Figura 1

Organigrama estructural de Cenergia



Nota. Organigrama tomado por cortesía del área de Recursos humanos de la empresa Cenergia

1.3.1. Equipo humano

CENERGIA cuenta con un equipo humano, conformado por profesionales especialistas, son 23 trabajadores que brindan servicios de acuerdo con su cargo y profesión. Los profesionales son del más alto nivel especializados en promover la eficiencia energética, preservar el medio ambiente y el progreso de la eficiencia de las energías renovables

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

1.4.1. Área de medio ambiente en el campo de acción de estudios ambientales y desarrollo sostenible

CENERGIA cuenta con la experiencia en la realización de los instrumentos de impacto ambiental para los diferentes sectores productivos, en este sentido se brinda los siguientes servicios:

- Asesoría en los instrumentos de gestión ambiental (DIA, DAP, EIAd, EIAsd, PAMA, DAA, EVAP, ITS, PAD, etc).
- Gestión de permisos y autorizaciones.
- Estudios de monitoreos ambientales (aire, ruido, suelos, RNI, emisiones, agua superficial y subterránea, efluentes, etc.)
- Estudios de monitoreo de biodiversidad (flora y fauna).
- Asesoramiento ambiental estratégico.
- Gestión social y relaciones comunitarias.
- Estudios en arqueología (PEA, PMA, CIRA).
- Remediación y restauración (IISC).

- Seguridad industrial (estudios de riesgo, planes de contingencia y estudios de seguridad y salud en el trabajo).

1.4.2. Funciones desempeñadas

Actualmente me desempeño como Ingeniera Geógrafa especialista ambiental dentro del área de medio ambiente en el campo de acción de estudios ambientales, desarrollo sostenible y aportes de investigación, donde desempeño las siguientes funciones:

- Responsable del desarrollo del proyecto Plan Ambiental Detallado de la Línea de transmisión 138 kV S.E. Paragsha II - S.E. Uchucchacua (L-1123)
- Coordinadora del proyecto Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Línea de transmisión 22. kV S.E. Chilota – S.E. San Gabriel.
- Responsable del Informe técnico Sustentatorio (ITS) para la implementación de filtros de carbón activado en el tratamiento de biogás en la Central Térmica Biomasa La Gringa V.
- Encargada de la elaboración del Informe técnico Sustentatorio (ITS) para la implementación de filtros de carbón activado en el tratamiento de biogás de la Central Térmica Biomasa Doña Catalina.
- Coordinadora de la ejecución del proyecto Plan Ambiental Detallado (PAD) para la Central Térmica Biomasa Huaycoloro.
- Responsable de la elaboración del Informe de Sitios Contaminados de la Central Termoeléctrica Contamana, Central Térmica Tarapoto, Central Térmica Moyobamba, Central Térmica Juanjui y Central Térmica Bellavista.

- Encargada de elaborar el Informe de Sitios Contaminados de la Central Hidroeléctrica Gera I y Central Hidroeléctrica Gera II.
- Coordinadora de la implementación del Programa de Aporte al desarrollo local correspondiente al Plan de Relaciones Comunitarias de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de revestimientos cerámicos (MEIA) - CELIMA 3.
- Responsable de la elaboración de la Actualización del Plan de Manejo Ambiental del Diagnóstico Ambiental Preliminar de la Planta de Cerámicos San Martín de Porres – Celima 2
- Coordinadora del proyecto “Actualización del Estudio de Impacto Ambiental(EIA) de la “Planta de revestimientos cerámicos CELIMA 3”
- Encargada de realizar el Informe Técnico de Exoneración de Aplicación del Plan de Cierre Parcial Celima 1 – San Juan de Lurigancho
- Expositora en las diversas capacitaciones, seminarios y conferencias, brindadas como asociación civil sin fines de lucro, cuyo propósito es capacitar a docentes y alumnos de la I.E Nido Tejitas, I.E 3001 Estados Unidos Mexicanos, I.E. Hijos Valores de la Comunidad, I.E Fe y Alegría No 11, sobre eficiencia energética, protección del ambiente y desarrollo de las energías renovables.
- Investigadora de la degradación y remediación de los suelos por actividades eléctricas mediante el uso de imágenes satelitales.
- Encargada de elaborar y/o revisar los mapas temáticos de línea base física, biológica y socioeconómica de los diversos proyectos del área.

II. LA TELEDETECCIÓN PARA ESTIMAR LA VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL ECOSISTEMA FRAGIL LOMAS DE MANGOMARCA

El presente ítem que se desarrolla a continuación ayuda a conocer las bases teóricas imprescindibles para comprender el avance de la investigación.

Primero se partió teniendo en claro los objetivos a desarrollar en este informe y se procedió con el concepto de la cobertura y pérdida vegetal, continuando con el concepto de las Lomas Costeras con la finalidad de comprender la importancia de estas, las cuales permiten la alimentación, el descanso y la procreación de diferentes especies temporales, siendo útiles también para investigaciones relacionadas con la ecología y biología, y poseen a su vez un gran potencial como son los centros de educación ambiental y turísticos.

Posteriormente, se describieron las actividades realizadas para el cuidado y la preservación de las Lomas, dando pase a la metodología usada describiendo el ámbito temporal espacial, población, muestra, instrumentos y procedimientos usados para el análisis.

Finalmente, se detalla los resultados alcanzados en el presente informe de investigación, logrando identificar la pérdida del territorio de las Lomas de Mangamarca en un periodo de 4 años, adicionalmente la pérdida anual y el porcentaje de pérdida con respecto al año inicial.

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Aplicar la teledetección para estimar la variación de la cobertura vegetal en el ecosistema frágil Lomas de Mangamarca por la expansión urbana.

2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar las clasificación y áreas de la cobertura vegetal, urbana y ecosistema frágil Lomas de Mangamarca
- Determinar mediante el índice de vegetación (NDVI) los cambios de la cobertura vegetal en el ecosistema frágil lomas de Mangamarca durante los años 2011 – 2023.
- Elaborar el mapa temático de cobertura vegetal del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca durante los años 2011 – 2023.

2.2. Base Legal

- Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales.
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre.
- Decreto Supremo N° 009-2013-MINAGRI, aprueba la Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal.
- Resolución de Dirección Ejecutiva N° 153-2018-MINAGRI-SERFOR-DE

2.3. Antecedentes

Antecedentes Nacionales

Subia (2020) elaboró una tesis la cual tuvo como fin hacer un estudio multitemporal del cambio de cobertura vegetal y uso de suelos en el PNBS y su ZA dentro del lapso de 1984 – 2018. La metodología adaptada de MAPBiomias Perú, usando como instrumento la plataforma de Code Editor, estimándose como un enorme motor de procesamiento y estudio de imágenes satelitales, lo que facilita enormemente el procesamiento de datos, ya que realiza inmensos procesamientos de datos para obtener información geoespacial, observando que el Parque Nacional Bahuaja Sonene justificó que dentro del lapso de 1984 – 2018 las superficies que presentaron cambios por la dinámica de cobertura vegetal son de 1.45% de su territorio total, la expansión que experimentó cambios debido a la sucesión vegetal es de 0.32%. La expansión de suelos agrícolas que está en el sur en el PNBS tuvo una tasa de incremento de 13 has/año. En los resultados en el área de amortiguamiento los suelos agrícolas presentaron un incremento notable desde el año 2010, determinando que entre el lapso de 1984 – 2019 el 2.95% de su territorio presentó modificaciones de uso de suelos por la extensión de suelos agrícolas.

Torre y Rivas (2019) Desarrollaron un trabajo de averiguación cuyo objetivo primordial ha sido establecer la pérdida de cobertura vegetal por medio de la teledetección en el distrito Satipo-Satipo-Junín, a lo largo de los años 2015 - 2018. La metodología que se empleó es de un grado de análisis detallado correlacional con un diseño de indagación no empírico y un muestreo indirecto; el instrumento de recolección de datos ha sido el trabajo en campo para tomar los aspectos de zonas sin cobertura vegetal y hacer el levantamiento topográfico, se utilizó el programa Google Earth Pro. No obstante, las imágenes satelitales de los años 2015 al 2018 fueron descargadas del portal web USGS Earth Explorer; se realizó un preprocesamiento de imágenes creadas en el programa ENVI. Se concluyó que ha ido variando entre los años 2015 al 2017 donde hubo una disminución del 13% a 6% de todo el distrito, debido al crecimiento de la agricultura, en el año 2018 se identificó el crecimiento de manera considerable de superficies sin cobertura vegetal ocupando un 10% del área total del distrito

de Satipo, gracias a los fenómenos naturales ocurridos en el área. La consistencia del mapa demostró resultados efectivos con un 88.33% de exactitud universal del mapa y un costo del índice de Kappa de 0.83%. Por lo tanto, según los hallazgos, la categorización supervisada podría ser una opción efectiva y rigurosa para clasificar diversas categorías de áreas, para determinar la proporción de área sin necesidad de visitar el campo y para aplicarse en diversas regiones del país.

Miyasiro, M. y Ortiz, M. (2016) quienes realizaron la tesis “Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986-2014)”, de igual manera se propuso como fin estimar y examinar la alteración del área de cobertura vegetal de las lomas del distrito de Villa María del éxito ante la extensión urbana y minera a lo largo de los años 1986-2014. Referente a la metodología para determinar el desarrollo de la cobertura vegetal y la expansión urbana y minera, mediante el uso de herramientas de teledetección y el procesamiento y análisis de imágenes satelitales, se llevó a cabo una investigación aplicada con gran detalle, que se complementó con datos cartográficos, bibliográficos y salidas de campo. Concluyendo que desde los datos logrados la expansión de la cobertura vegetal de las lomas un 26.3%, ha sido convertido en suelo urbano, en lo que un 3.4% ha sido convertido a suelo de sustracción minera en todo el periodo de análisis, estas extensiones urbanas se han identificado como informales y han sido ocupadas por residentes migrantes y marginales con recursos limitados. Se recomienda una metodología que favorece examinar la evolución de la cobertura vegetal de las lomas costeras temporales, utilizando un método que se basa en la observación evolutiva, y procesamiento de imágenes satelitales, para obtener las respuestas frente a las amenazas de extensión de las superficies urbanas y mineras que en la actualidad siguen teniendo un impacto negativo en la disminución de las áreas de vegetación y fauna que se encuentran en ellas.

Antecedentes Internacionales

Chavarría y Gonzales (2021) elaboraron un proyecto de tesis para evaluar la variación en los usos del suelo y la cobertura vegetal en la Reserva Ecológica El Bajo en el lapso 1986-2020, por medio de teledetección espacial. Se han utilizado métodos de categorización supervisada, matriz de transición y tasa anual de cambio para obtener la dinámica espaciotemporal del uso del suelo; al final el nivel de fragmentación ha sido definido por medio de métricas de paisaje. Los resultados de esta averiguación para los 3 años valorados presentan un crecimiento gradual en la densidad, vigor y humedad de la vegetación y el coeficiente de correlación de Pearson refleja una correlación positiva alta entre el NDVI y NDMI. La clasificación supervisada, permitió distinguir entre cinco tipos de uso del suelo: bosque latifoliado denso, bosque latifoliado ralo, tacotal, cultivo-pastizal y zona sin vegetación. Las matrices de confusión, donde el índice de Kappa mostraba una concordancia bastante buena ($k > 0.90$), fueron utilizadas para validar estas clasificaciones. La tasa anual de cambio señaló un incremento de bosque latifoliado denso, ralo, y tacotal; y una disminución de las categorías de cultivo pastizal y región sin vegetación. La investigación multitemporal evidenció un proceso de regeneración natural por medio de los años, que históricamente eran cultivo-pastizal, tacotal o regiones sin vegetación; no obstante, El bosque de la reserva El Bajo sigue siendo de la categoría enormemente fragmentado para el año 2020, según el nivel de fragmentación ($F = 0.69$).

Fernández; Rosero; Beltrán y Echevarría (2020) han realizado una indagación con el fin de establecer la dinámica de la cobertura y uso del suelo a través de la utilización de teledetección. Por medio del procedimiento de categorización supervisada (algoritmo SAM) y por teledetección con algoritmos geofísicos (TSAVI, NSI, NDMI, EVI), se usaron las imágenes satelitales Landsat 5 y 7, además se analizó las características fisicoquímicas del suelo: textura,

porosidad, pH y materia orgánica según los protocolos de la Food and Agriculture Organizations of the United Nations (2009) y la normativa AENOR (1999) por medio de criterio de parecido biogeográfica y una estadística detallada y analítica. La categorización Supervisada nos ayudó a la estratificación de regiones anómalas en el costado Este, Oeste y región baja del Volcán Tungurahua donde se detectaron cambios en la cobertura en un 50,43% de la región, mientras que en un 49,57% no hubo cambios significativos, este cambio brusco se puede atribuir al proceso eruptivo del volcán (años 1999 al 2006). La investigación de elementos primordiales reveló que la variable materia orgánica está directamente relacionada con el procedimiento geofísico NDMI para una comparativa de las fronteras fisicoquímicas del suelo con los procedimientos geofísicos de teledetección.

Alvarado y Espinoza (2018) Efectuaron un análisis que tuvo como fin, evaluar temporalmente el uso y cobertura vegetal del suelo de la Subcuenca del Río Llavircay, utilizando imágenes satelitales, y luego asignar actividades para su desempeño y administración. La metodología, se compuso primordialmente en una revisión bibliográfica y se implementaron imágenes satelitales, luego se realizó su pre procesamiento utilizando los programas ENVI y ArcGIS y se pudieron conocer las dinámicas de los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo de la Subcuenca. Con base al estudio temporal de los mapas cartográficos que indicaron que las propiedades de la Subcuenca de los años 2011, 2013, 2017, muestran cambios provocados por las ocupaciones antropogénicas que originan impactos directos en el sector por cuanto existe un desarrollo de la frontera agrícola, abertura de vías, disminución de superficies naturales, entre otros; por consiguiente se hizo el planteamiento de fines estratégicos para consolidar el sistema económico, social y ambiental, mejorar la calidad de vida poblacional, garantizar los derechos de la naturaleza y fomentar la sostenibilidad ambiental territorial y universal en la Subcuenca del Río Llavircay.

2.4. Marco teórico

2.3.1. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal se puede reconocer como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre según los estudios de Bernal y Prado (2015) comprendiendo una de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas envueltas por bosques naturales. También contienen las coberturas vegetales provocadas que son el producto de la acción del hombre como serían las áreas de cultivos (p. 11).

2.3.2. Perdida de la cobertura vegetal

Según los mencionado por los autores Torre y Rivas (2019) La pérdida de la cobertura vegetal desempeña un efecto importante sobre la biodiversidad y el ecosistema, pudiendo fomentar la infertilidad del suelo, pérdida de la flora y fauna, así mismo afecta los bienes y servicios que toda persona recibe por derecho (p.21).

La influencia antropogénica sobre los recursos forestales es otra causa más común: la tala clandestina, la minería ilegal, la invasión de viviendas, el cambio de uso del suelo para cultivos, la utilización de la madera como materia prima, etc.

2.3.3. Lomas de Mangamarca

Las Lomas de Mangamarca según el autor Abanto (2009) menciono que dicho espacio ecológico escondido se refiere a una microcuenca que se encuentra ubicada geográficamente en el Cerro Balcón, en la cual se producen las lomas en los meses de mayo a noviembre. (p. 20).

Se encuentran rodeadas de las siguientes poblaciones: Mangamarca, Sauces, Campoy, Lurigancho – Chosica y el Asentamiento Humano Juan Pablo Segundo.

Sin embargo, se ha observado que debido a la disminución de la vegetación la cual fue consecuencia del cambio climático y las invasiones en las zonas turísticas en donde se visualizan las lomas más deterioradas y están ubicadas primordialmente en la quebrada de Mangamarca en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Figura 2:

Lomas de Mangamarca



Fuente: Cárdenas y Zúñiga (2019)

Actualmente, se conformó un Comité Ecoturístico de las Lomas de Mangamarca constituido por un grupo de vecinos del área los cuales están encargados de los recorridos turísticos, mantener los caminos y de la concientización de los pobladores (Heredia, 2015), pero sin la infraestructura adecuada y la ayuda de la municipalidad es dificultoso ganar la batalla contra las invasiones.

Figura 3:*Línea de tiempo de las Lomas de Mangamarca*

Fuente: Cárdenas y Zuñiga (2019)

Las Lomas de Mangamarca se consideran lomas debido a sus características geográficas y geológicas. El término "loma" se utiliza comúnmente para describir pequeñas colinas o elevaciones de terreno que se encuentran en áreas planas o semiplanas. Estas lomas suelen tener una forma redondeada o suave y están separadas entre sí por depresiones o valles. En el caso de las Lomas de Mangamarca, se trata de una serie de colinas bajas que se elevan en medio de una llanura urbana. Aunque no son montañas imponentes, su relieve y altura relativa en comparación con el terreno circundante las hacen distinguibles y les otorgan la categoría de lomas. Además de su aspecto físico, las lomas también tienen características ecológicas particulares. Son áreas propicias para el desarrollo de vegetación adaptada a condiciones áridas o semiáridas, como los denominados "desiertos de lomas". Estos ecosistemas albergan una diversidad de especies vegetales y animales que han logrado adaptarse a la escasez de agua y a las fluctuaciones climáticas propias de estas áreas. En el caso de las Lomas de Mangamarca, la presencia de vegetación resistente a la sequía en las colinas y las condiciones climáticas de la región las sitúan dentro de la categoría de lomas. (Padilla, 2018).

Asimismo, estas lomas son reconocidas por su importancia ecológica y paisajística, ya que constituyen uno de los pocos espacios verdes naturales que quedan en la ciudad de Lima. Aunque rodeadas de una zona urbana densamente poblada, las Lomas de Mangamarca aún conservan una vegetación característica de lomas desérticas, que incluye especies de plantas resistentes a la sequía. Este lugar ha sido objeto de diversos proyectos de conservación y reforestación para proteger su biodiversidad y proporcionar un espacio natural para los habitantes de la zona. (Padilla, 2018).

2.5. Metodología

2.4.1. Procedimientos

2.4.1.1. Etapa 1: Descarga de imágenes

Como primer paso se procedió a descargar de la plataforma Google Earth Engine imágenes satelitales de la constelación Landsat, debido a que dicha constelación de satélites permite contar con un amplio catálogo de imágenes histórica, lo cual permite disponer de información de la misma fuente y se garantice que sean compatibles entre sí. Cabe precisar que los catálogos de imágenes satelitales utilizadas se encuentran corregidos geoméricamente, además de poseer una corrección atmosférica de tipo “TOPE DE ATMOSFERA” (TOA), características que garanticen que toda la información obtenida se encuentra normalizada para realizar un estudio multitemporal.

Así mismo, mediante la plataforma Google Earth Engine se realizaron diversos procesos a las imágenes satelitales para obtener mejores resultados y optimizar recursos computacionales, los cuales comprenden composición de pixeles de diferentes fechas de un mismo año, para contar con aquellos pixeles que no se encuentren contaminados con presencia de nubes; filtrados de las imágenes satelitales, específicamente el filtro “median” para obtener una media de los valores de pixeles obtenidos y así obtener un valor promedio de ellos; recorte de imágenes satelitales..

Debido a que el periodo elegido fue a partir del año 2011 se decidió entre Landsat 7 y Landsat 5 para dicho año, decidiéndose Landsat 5 debido a que se contaba con un resultado libre de nubes; para los años 2012, 2013, 2014 se obtuvieron mejores resultados de Landsat 7, sin embargo dichos resultados continuaban con gran presencia de nubes por lo que se decidió omitir dichos años del análisis ; para el año 2015 ya se contaba con imágenes del satélite Landsat 7 para todo el año por lo que se obtuvieron mejores resultados de dicho satélite; debido

a la periodicidad establecida entre 2011 y 2015 se decidió que la siguiente fecha sería el año 2019, para lo cual se usó Landsat 8; finalmente, como fin de estudio se tomó el año 2023, por ser el último año completo para poder analizarse al inicio de la presente investigación.

Figura 4:

Código para descarga de Landsat 5



```
Descarga_Landsat5 *
Get Link Save Run Reset Apps

Imports (1 entry)
1 //Seleccionar colección de imágenes y reducir colección
2 var imgL5= ee.ImageCollection ('LANDSAT/LT05/C02/T1_TOA')
3   .filterDate ('2011-01-01', '2011-12-31')
4   .filterBounds (table)
5   .filterMetadata ('CLOUD_COVER', 'Less_Than', 40);
6 //print (imgL5)
7 //aplicar mediana de colección reducida
8 var L5median = ee.Image(imgL5.median());
9 //recortar la mediana a la zona de interés
10 var L5clip = L5median.clip (table);
11 //visualizar producto en el mapa
12 Map.addLayer (L5clip, {
13   min: 0.0,
14   max: 0.4,
15   gamma: 1.0,
16   bands: ['B5','B4','B1']},
17   'Imagen Landsat 5');
18 //imprimir características de la imagen a descargar
19 print (L5median);
20 //centrar el mapa
21 Map.centerObject(table,12);
22 //exportar productos a drive
23 Export.image.toDrive({
24   image: L5clip.select("B1","B2","B3","B4","B5","B7"),
25   description: 'Landsat_MANGOMARCA_2011',
26   scale: 30,
27   region: table});
28
```

Figura 5:

Código para descarga de Landsat 7



```
Descarga_Landsat7 *
Get Link Save Run Reset Apps

Imports (1 entry)
1 var IMGLandsat7= ee.ImageCollection ('LANDSAT/LE07/C02/T1_TOA')
2   .filterDate ('2015-01-22', '2015-12-31') //fechas disponibles ('1999-01-01' - actualidad)
3   .filterBounds (table)
4   .filterMetadata ('CLOUD_COVER', 'Less_Than', 0);
5 var Landsat7Filtro = ee.Image(IMGLandsat7.median());
6 var Landsat7Clip = Landsat7Filtro.clip (table);
7 Map.addLayer (Landsat7Clip, {
8   min: 0.0,
9   max: 0.5,
10  gamma: 1.0,
11  bands: ['B7', 'B5', 'B3']},
12  'Imagen Landsat 7');
13 print (Landsat7Filtro);
14 Export.image.toDrive({
15   image: Landsat7Clip.select("B1", "B2", "B3", "B4", "B5", "B7"),
16   description: 'Landsat7_MANGOMARCA_2009',
17   scale: 30,
18   region: table});
```

Figura 6:

Código para descarga de Landsat 8



```
LANDSAT8 *
Imports (1 entry)
1 var IMG Landsat8= ee.ImageCollection("LANDSAT/LC08/C02/T1_TOA")
2   .filterDate ('2019-01-01', '2019-12-31')
3   .filterBounds (table)
4   .filterMetadata ('CLOUD_COVER', 'Less_Than', 20);
5 var Landsat8Filtro = ee.Image(IMG Landsat8.first());
6
7 var Landsat8Clip = Landsat8Filtro.clip (table);
8 Map.centerObject(table,14);
9 Map.addLayer (Landsat8Clip, {
10   min: 0.0,
11   max: 0.5,
12   gamma: 1.0,
13   bands: ['B7', 'B5', 'B3']},
14   'Imagen Landsat 8');
15 print (Landsat8Filtro);
16 Export.image.toDrive({
17   image: Landsat8Clip.select("B1", "B2", "B3", "B4", "B5", "B6", "B7", "B8"),
18   description: 'Landsat_MANGOMARCA_2019',
19   scale: 30,
20   region: table});
```

2.4.1.2. *Etapa 2: Clasificación de imágenes satelitales*

Una vez obtenidas las imágenes satelitales mediante el Google Earth Engine se procedió a realizar la clasificación de ellas, con el objetivo de agrupar los valores de los píxeles en todas las bandas espectrales en grupos y así poder cuantificar el cambio de manera más precisa.

2.4.1.3. *Etapa 3: Selección de clases*

Para seleccionar las clases se analizó cuáles son los tipos de cobertura de suelos necesarios para identificar el problema, los cuales para la presente investigación se requirió de separar lo natural de lo antrópico lo cual requería solo de dos clases; sin embargo, hubo presencia de otro tipo de vegetación el cual se tuvo que agregar una nueva clase para su identificación, para posteriormente realizar las correcciones y quedarnos solo con dos clases.

2.4.1.4. *Etapa 4: Selección de muestras*

Como primer paso para realizar la clasificación se realizó la selección de las muestras, denominadas Regiones de Interés (ROI, por sus siglas en inglés). Estos se dibujan para cada clase en lugares representativos para así entrenar al modelo y pueda clasificar todos los píxeles con características similares; se necesita también crear diferentes ROI's para cada imagen ya que no se garantiza que para un nuevo año los lugares donde fueron seleccionados los ROI's en un año anterior permanezcan con la misma cobertura de suelo.

2.4.1.5. *Etapa 5: Ejecución del clasificador*

Ya elegidos los ROI's se procedió a ejecutar el algoritmo, para lo cual, tras ensayo y error se establecieron los parámetros establecidos (vegetación, urbana y loma)

teniendo en cuenta que se realizó 145 puntos para vegetación, 809 puntos para clase urbana y 582 puntos para territorio de lomas.

2.4.1.6. *Etapa 6: Mejora de los mapas clasificados*

Una vez obtenidos los mapas se procedió a realizar una mejora en ellos, para lo cual se requirió del software ArcGIS, específicamente el módulo ArcMAP. Para realizar el procedimiento de forma más rápida se requirió convertir los ráster a shapes, manteniendo todas las geometrías intactas, para lo cual el software les brinda a las clases que inicialmente era nominal un valor numérico en función al orden en el cual fue creado, en este caso la clase “VEGETACION” tendrá valor “1”, la clase “URBANA” tendrá valor “2” y la clase “LOMA” tendrá valor “3”.

2.4.1.7. *Etapa 7: Unión de clases*

Una vez obtenido todos los mapas de 3 clases mejorados, se procedió a unificar las clases pasto y área urbana, para así obtener una clasificación final de dos clases (binaria) las cuales son Territorios de Loma y Área Urbana.

2.6. Resultados

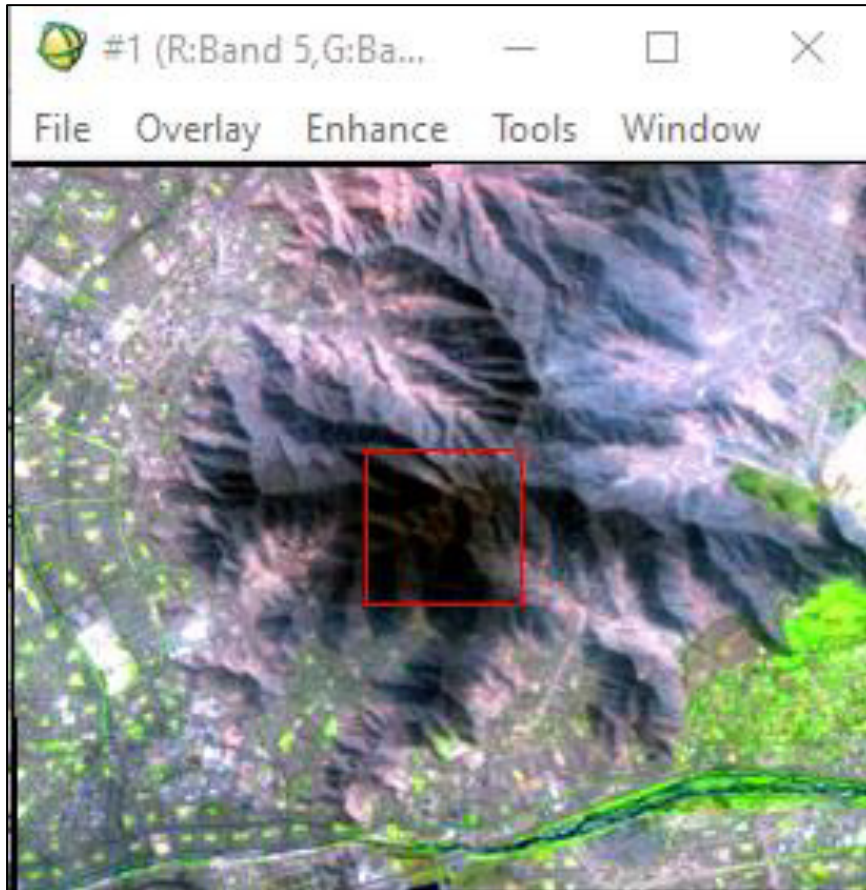
2.5.1. *Clasificación y áreas de la cobertura vegetal, urbana y ecosistema frágil*

Se eligió la modalidad de clasificación supervisada debido a que la cantidad de clases finales son pocas, por lo cual, elegir las muestras no requirió de mucho trabajo y aseguró que el resultado se ajuste al cambio de cobertura terrestre que se requería; específicamente se utilizó el método de Máxima Probabilidad, debido a ser una metodología recomendada por diversos autores.

El software utilizado para realizar la clasificación supervisada fue ENVI debido a su amabilidad con el usuario, lo cual permite realizar procesos complejos de manera rápida. Este proceso se repitió para todas las imágenes de los años seleccionados.

Figura 7:

Visualización de imagen Landsat con combinación SWIR-NIR.RED en el software ENVI

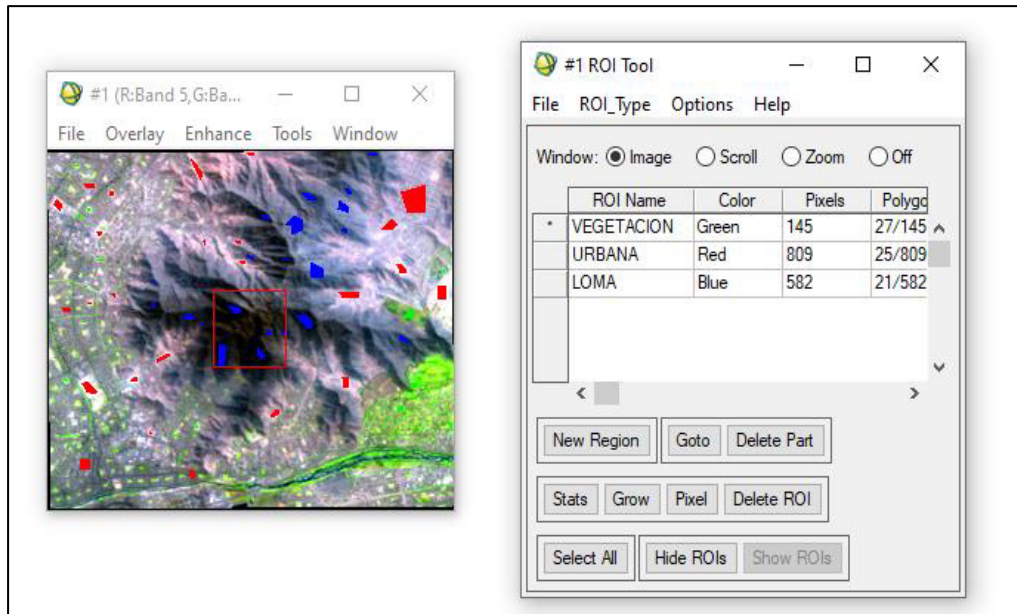


Según la visualización de la imagen se pudo identificar que hay presencia de rezagos de vegetación en las lomas y existencia de vegetación de carácter antrópico, como pasto o arboles decorativos, por lo tanto, se requirió de crear una clase vegetación adicional, teniendo tres clases inicial (vegetación general, vegetación netamente de las lomas y área urbana) posteriormente se separó de manera manual y se unieron a solo 2 clases (vegetación y área urbana)

Se realizó la selección de las muestras, identificando mediante los ROI's los tres tipos de clases iniciales, tal como se puede visualizar en la imagen.

Figura 8:

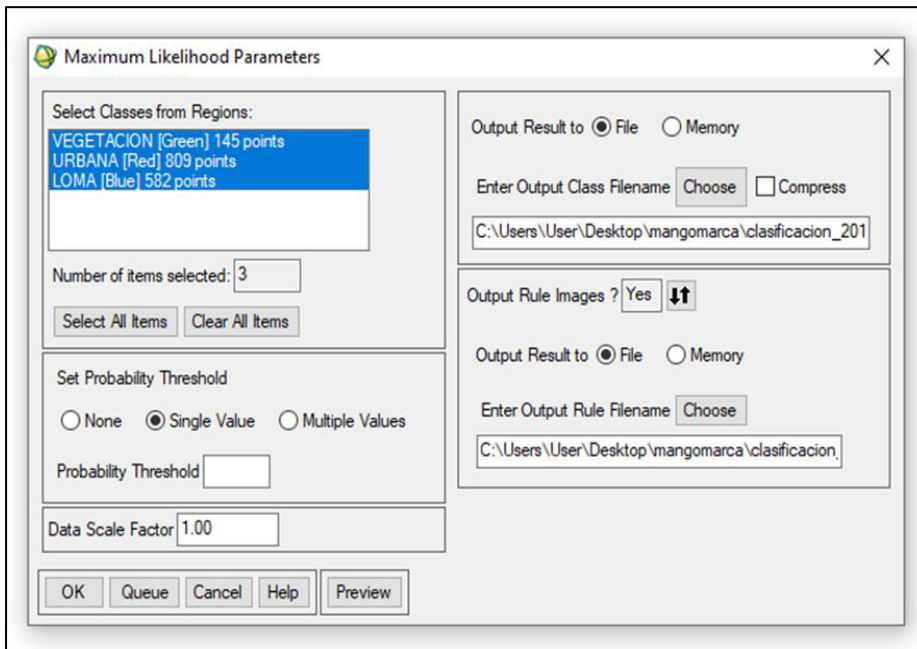
Selección de ROI'S dispersos en la imagen



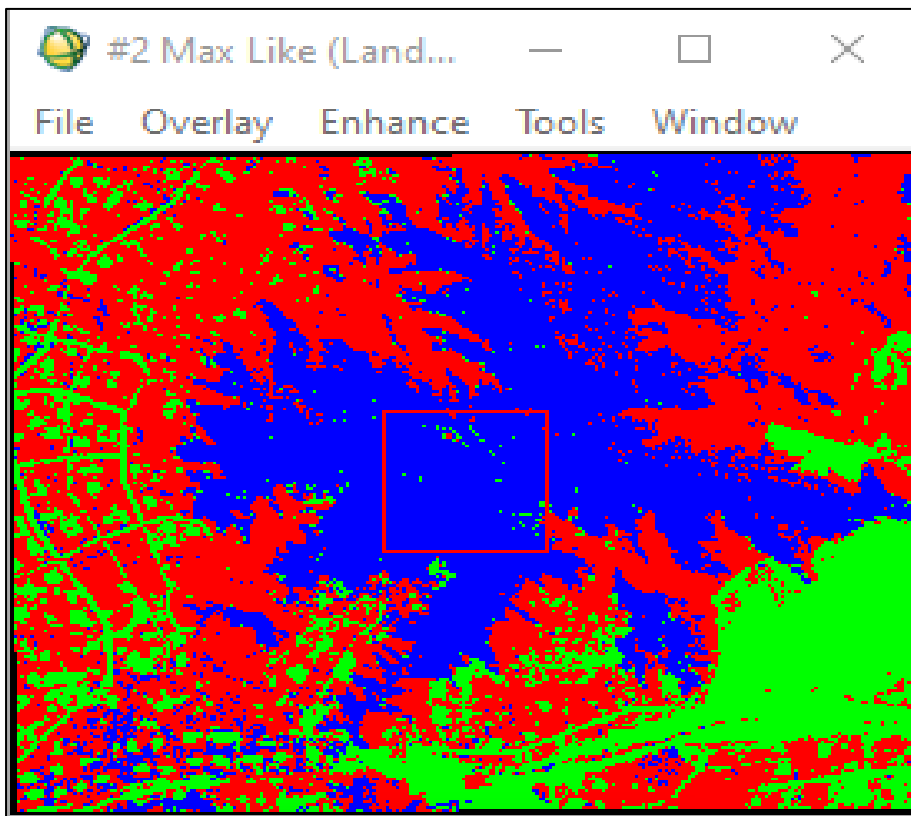
Como resultado de la clasificación se obtendrá una imagen de una sola banda, la cual asigna todos los pixeles de la imagen agrupado a la clase con la que su información sea más compatible.

Figura 9:

Establecimiento de parámetros para ejecución de algoritmo

**Figura 10:**

Clasificación inicial Landsat del año 2011



Posteriormente, se realizó la mejora de los mapas obtenidos, intercambiando combinaciones de bandas, superponiendo la clasificación sobre la imagen Landsat para confirmar que la geometría se encuentre bien definida, de lo contrario cambiar el valor a la clase que se estime correcta, la clase “VEGETACION” tuvo valor “1”, la clase “URBANA” valor “2” y la clase “LOMA” tuvo valor “3”.

Figura 11:

Mapa recién clasificado del año 2011

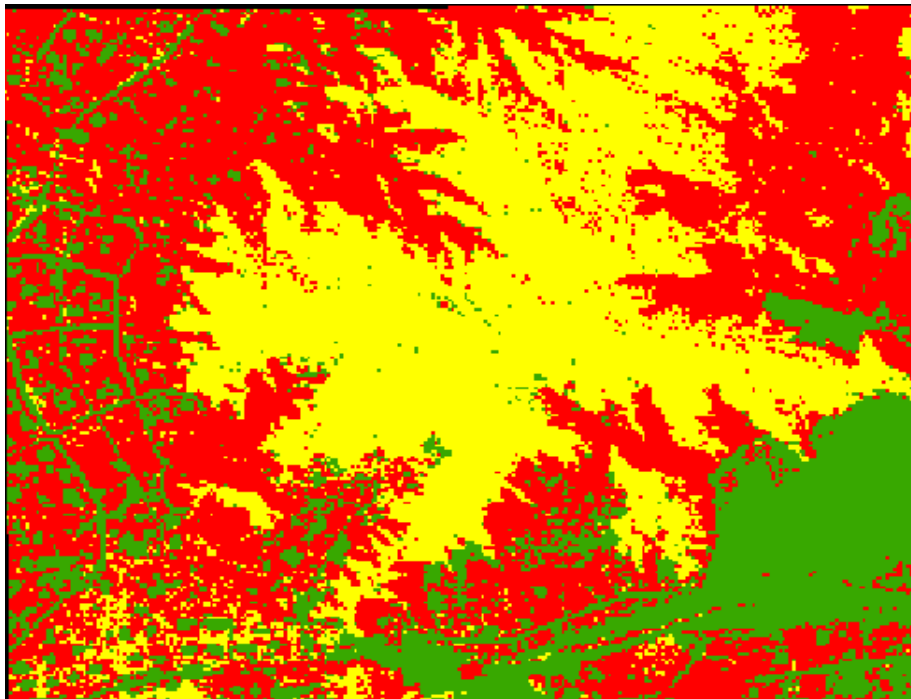
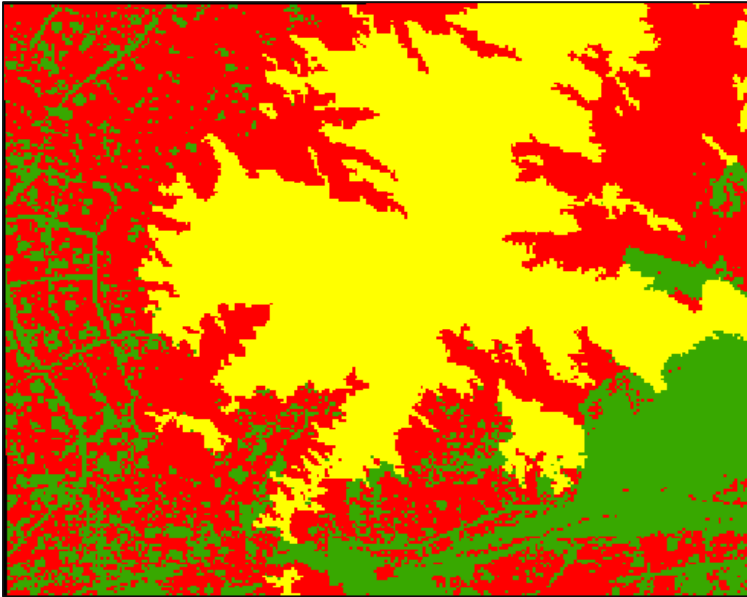


Figura 12:

Mapa mejorado del año 2011



Como resultado final de clasificación de área, se unificó las clases pasto y área urbana, para así obtener una clasificación final de dos clases (binaria) las cuales son Territorios de Loma y Área Urbana, lo cual permitió identificar de una manera eficaz, la cantidad de área perdida por la expansión urbana.

Figura 13:

Mapa mejorado del año 2015

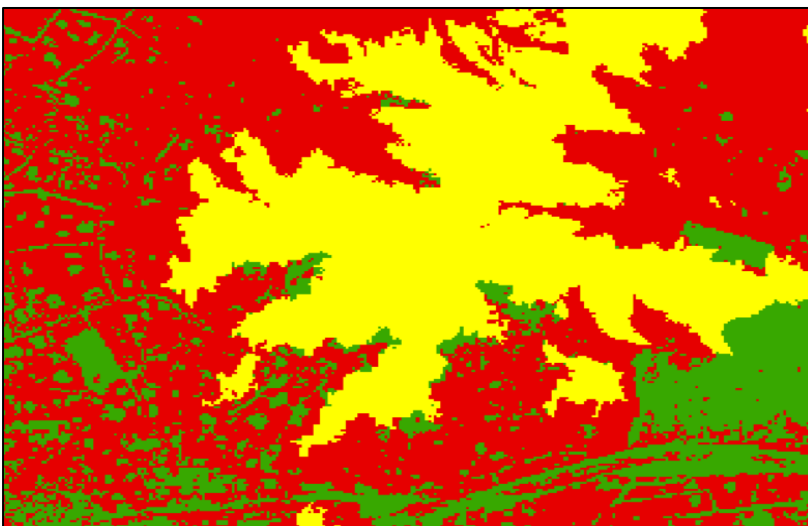


Figura 14:

Mapa mejorado binario del año 2015



Figura 15:

Mapa mejorado del año 2019

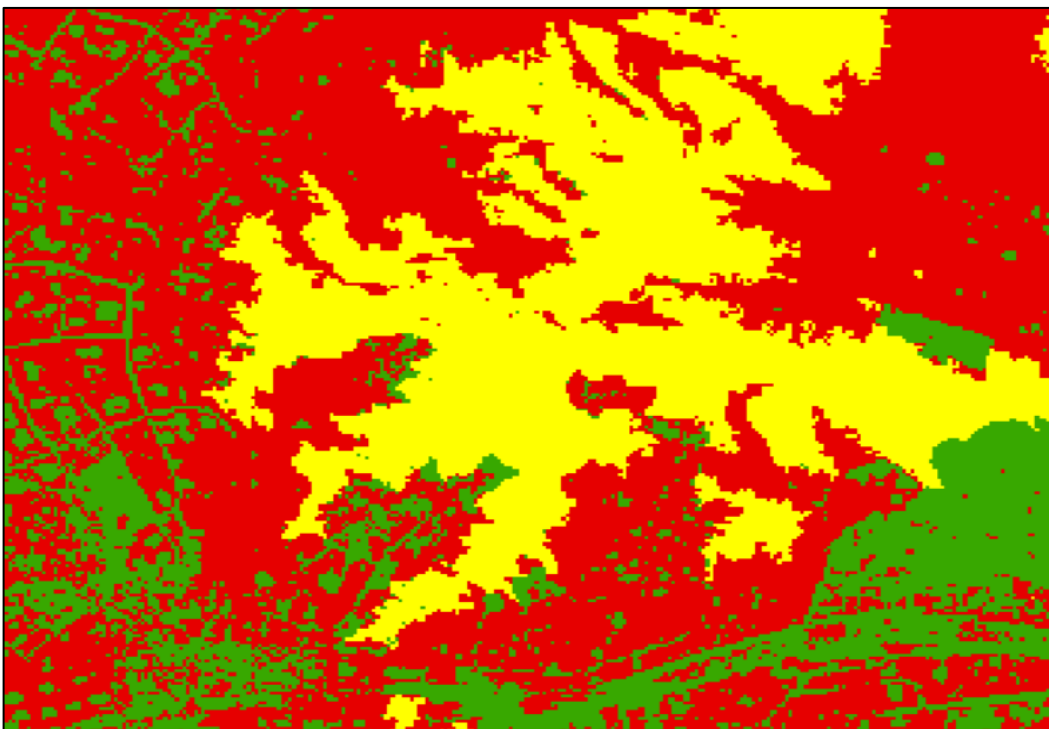


Figura 16:

Mapa mejorado binario del año 2019



Figura 17:

Mapa mejorado del año 2023

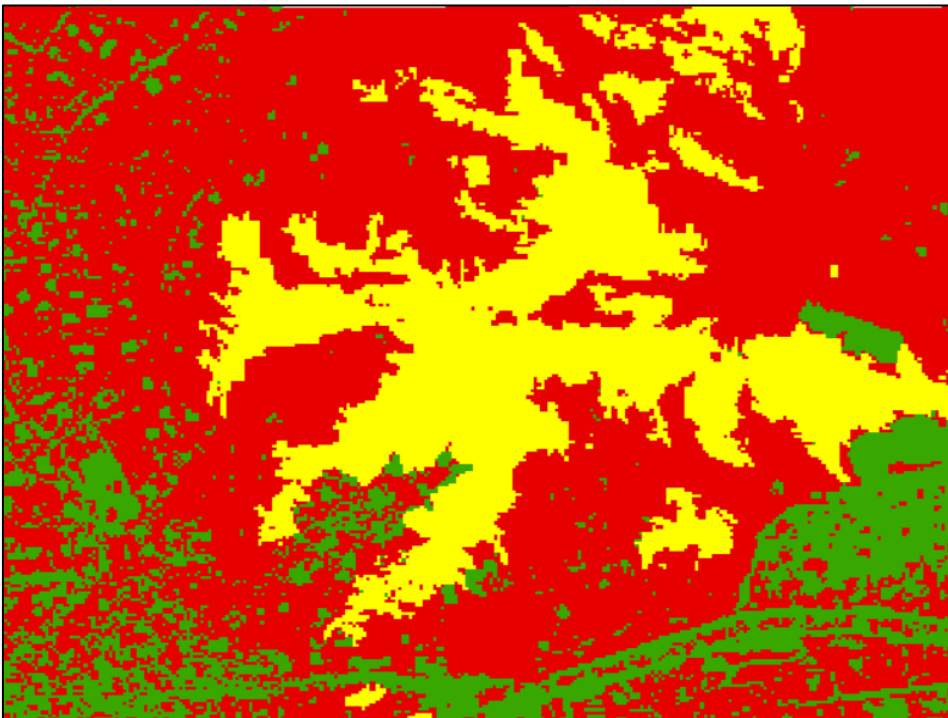


Figura 18:

Mapa mejorado binario del año 2023



2.5.2. Cambios de la cobertura vegetal en el Ecosistema frágil Lomas de Mangamarca

Respecto a los mapas obtenidos de la clasificación binaria, se logró identificar la cantidad de área (ha) del territorio de lomas y área urbana (ha), se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1:

Cantidad de área urbana y del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca según los años evaluados (2011, 2015, 2019 y 2023)

Año	Área urbana (ha)	Territorio de lomas (ha)	Total
2011	3702	1872	5574

Año	Área urbana (ha)	Territorio de lomas (ha)	Total
2015	3957	1617	5574
2019	4083	1491	5574
2023	4400	1174	5574

De acuerdo con el análisis por periodos, en el año 2011 se contaba con un área de 1872 ha de territorio de Lomas en un total de 5574 ha, disminuyendo esta cantidad a 1617 ha en el año 2015 (tabla 2), esto denota una pérdida de 255 ha (tabla 3), el cual pasaron a ser parte de la clase área urbana, en un periodo de 4 años; es decir que hubo una pérdida anual de 63.75 ha, esta cantidad representa la tasa de pérdida anual de la Loma, entre los años 2011 y 2015.

Tabla 2:

Cantidad de área urbana y del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca entre los años 2011 – 2015

Año	Área urbana (ha)	Territorio de lomas (ha)	Total
2011	3702	1872	5574
2015	3957	1617	5574

Tabla 3:

Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca respecto en el intervalo de los años 2011 – 2015

Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca				
Periodo	Área perdida (ha)	Tasa de pérdida anual	Porcentaje de perdida por periodo	Porcentaje de perdida con respecto al año inicial
2011-2015	255	3.405	36.53	13.62

Según lo analizado, en el año 2015 se contaba con un área de 1617 ha de territorio de Lomas en un total de 5574 ha, disminuyendo esta cantidad a 1491 ha en el año 2019 (tabla 4), esto denota una pérdida de 126 ha (tabla 5), el cual pasaron a ser parte de la clase área urbana, en un periodo de 4 años; es decir que hubo una pérdida anual de 31.50 ha, esta cantidad representa la tasa de pérdida anual de la Loma, entre los años 2015 y 2019.

Tabla 4:

Cantidad de área urbana y del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca entre los años 2015 – 2019

Año	Área urbana (ha)	Territorio de lomas (ha)	Total
2015	3957	1617	5574
2019	4083	1491	5574

Tabla 5:

Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca respecto en el intervalo de los años 2015-2019

Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca				
Periodo	Área perdida (ha)	Tasa de pérdida anual	Porcentaje de perdida por periodo	Porcentaje de perdida con respecto al año inicial
2015-2019	126	1.95	18.05	6.73

Según lo analizado, en el año 2019 se contaba con un área de 1491 ha de territorio de Lomas en un total de 5574 ha, disminuyendo esta cantidad a 11174 ha en el año 2053 (tabla 6), esto denota una pérdida de 317 ha (tabla 7), el cual pasaron a ser parte de la clase área urbana,

en un periodo de 4 años; es decir que hubo una pérdida anual de 79.25 ha, esta cantidad representa la tasa de pérdida anual de la Loma, entre los años 2019 y 2023.

Tabla 6:

Cantidad de área urbana y del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca entre los años 2019 – 2023

Año	Área urbana (ha)	Territorio de lomas (ha)	Total
2019	4083	1491	5574
2023	4400	1174	5574

Tabla 7:

Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca respecto en el intervalo de los años 2019-2023

Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca				
Periodo	Área perdida (ha)	Tasa de pérdida anual	Porcentaje de perdida por periodo	Porcentaje de perdida con respecto al año inicial
2019-2023	317	7.087	45.42	16.93

A partir del análisis de imágenes satelitales se ha identificado y digitalizado la variación de la superficie del ecosistema frágil siendo afectada por la expansión urbana desde el año 2011 al 2023.

Tabla 8

Perdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca

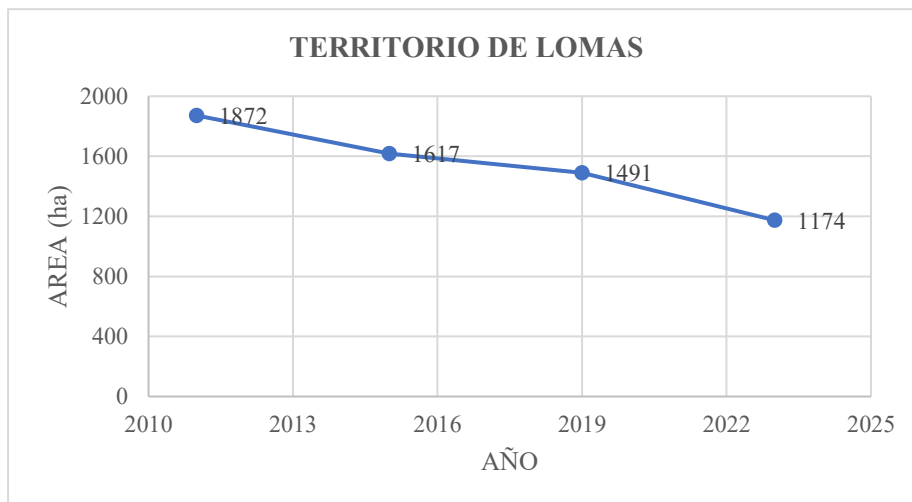
Pérdida del ecosistema frágil Lomas de Mangamarca				
Periodo	Área perdida (ha)	Tasa de pérdida anual	Porcentaje de perdida por periodo	Porcentaje de perdida con respecto al año inicial
2011-2015	255	3.405	36.53%	13.62%
2015-2019	126	1.948	18.05%	6.73%
2019-2023	317	7.087	45.42%	16.93%
TOTAL	698	-	-	-

De la extensión de la cobertura vegetal del territorio de las Lomas de Mangamarca, 698 ha (21.06 %) fueron convertidas a suelo urbano, es decir que esa área ahora es parte de la expansión urbana.

Los resultados de la expansión urbana de acuerdo con el gráfico 1; los cuales muestran que la cobertura vegetal del territorio de las Lomas disminuye con el transcurso de los años y afecta notablemente al ecosistema frágil por la expansión urbana.

Gráfico 1:

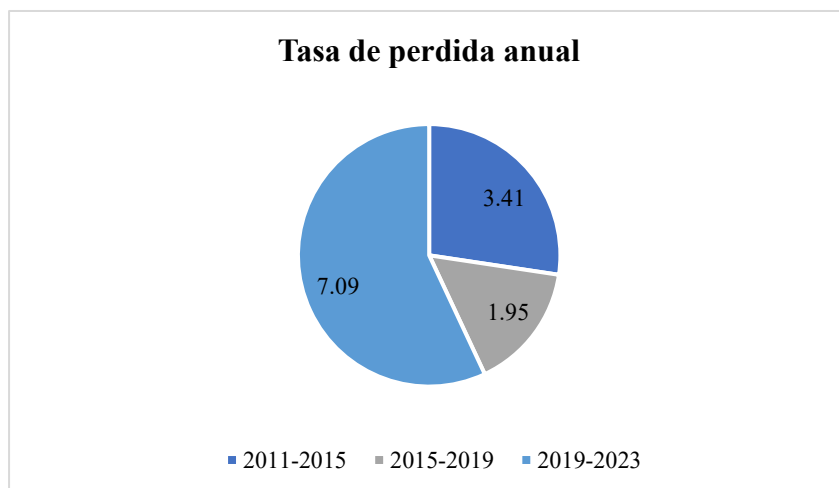
Evolución de pérdida de Ha. del ecosistema frágil Lomas de Mangomarca



Los resultados de la expansión urbana de acuerdo con el gráfico 2, nos indica que la tendencia de la tasa de pérdida anual de la cobertura vegetal respecto a los años del 2011-2015 es de 3.41 ha, del año 2015 al 2019 disminuyó a 1.95 ha y aumentó considerablemente a 7.09 ha en los años del 2019 al 2023, pudiendo denotar que en estos últimos años hubo más afectación urbana al ecosistema frágil Lomas de Mangomarca.

Gráfico 2:

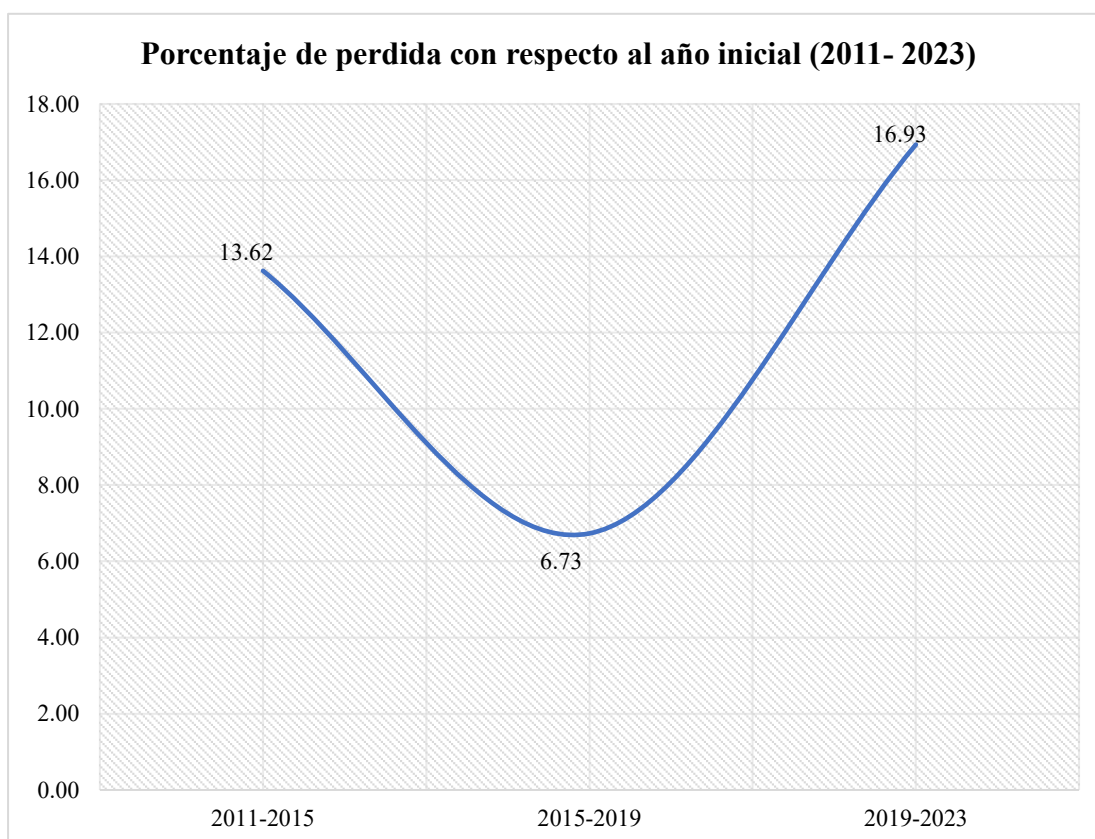
Tasa de pérdida anual del territorio de las Lomas de Mangomarca



Respecto al gráfico 3; el cual nos indica que el porcentaje de pérdida de cobertura vegetal con respecto al año inicial, respecto a los años del 2011-2015 es de 13.62%, del año 2015 al 2019 disminuyó a 6.73 % y aumentó a 16.93% del 2019 al 2023.

Gráfico 3:

Porcentaje de perdida de cobertura vegetal



2.5.3. Mapas temáticos de la cobertura vegetal del Ecosistema frágil Lomas de Mangamarca

De acuerdo con lo analizado, se presentan los planos de cobertura vegetal según el periodo establecido

Figura 19:

Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011-2015

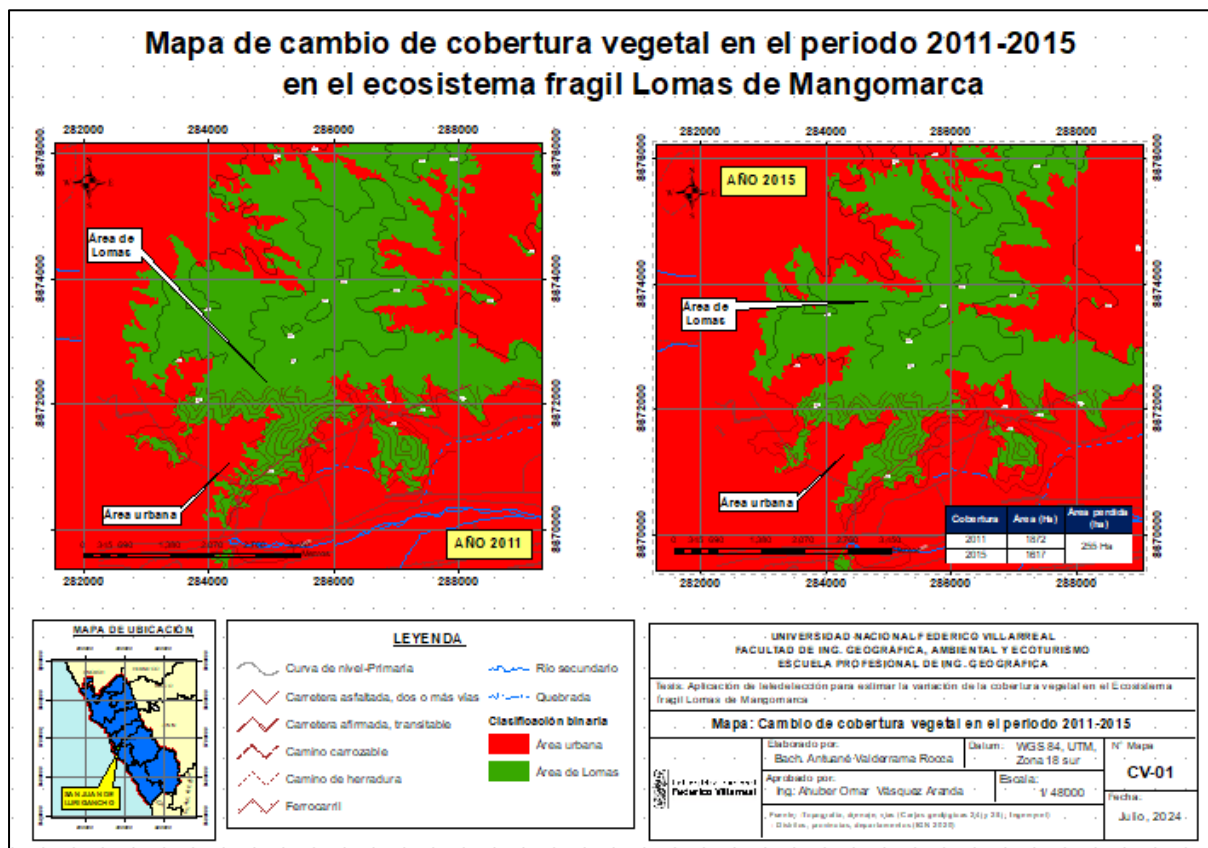


Figura 20:

Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2015-2019

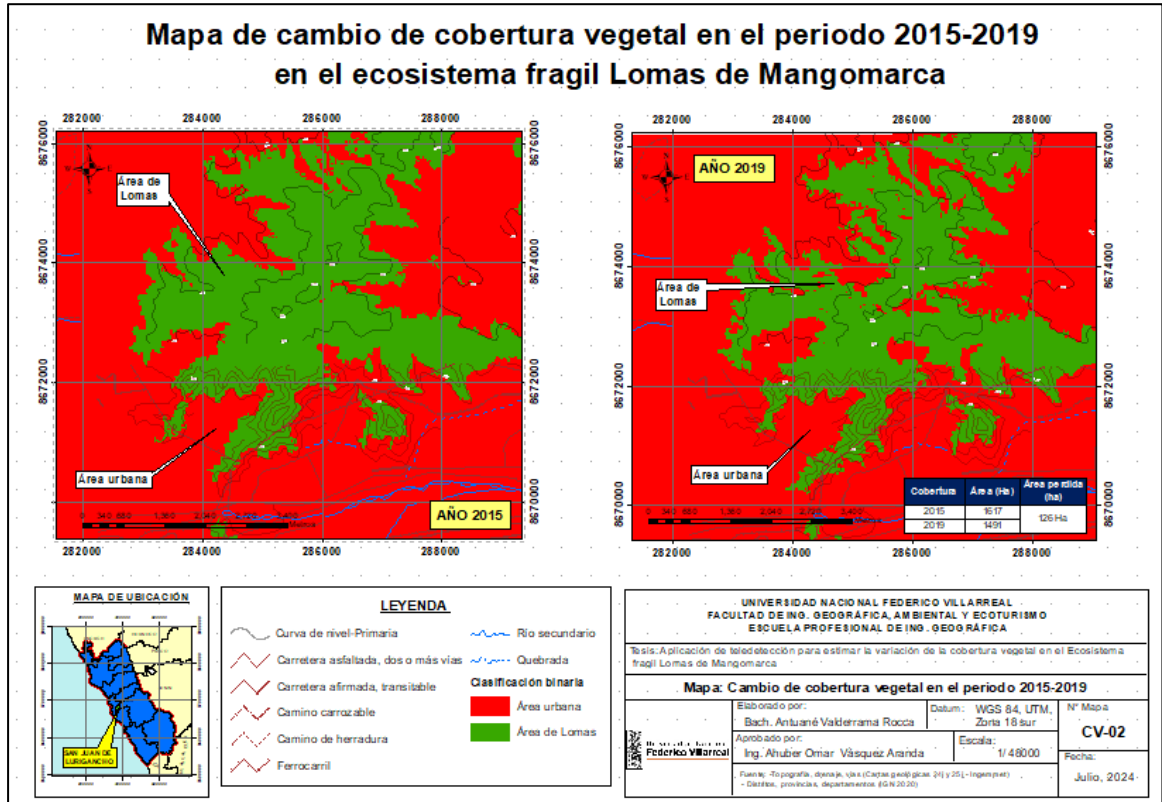


Figura 21:

Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2019-2023

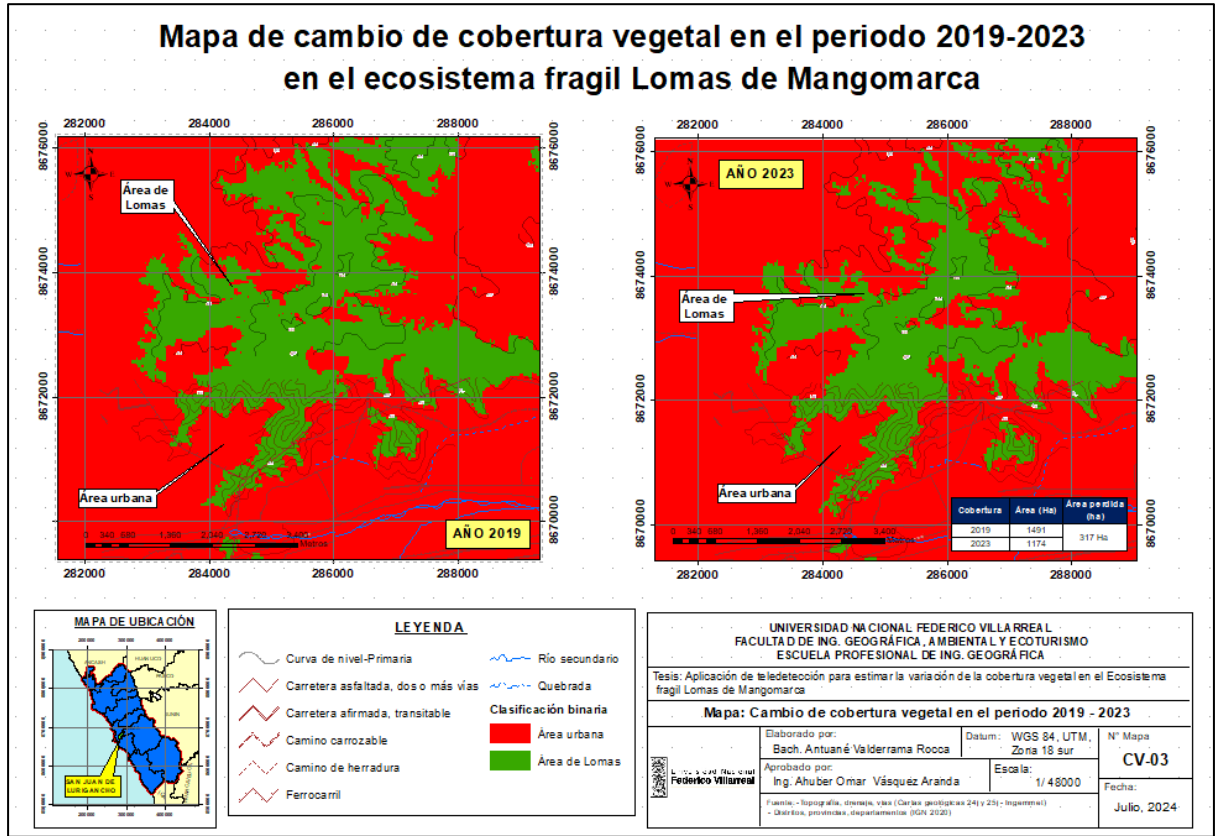
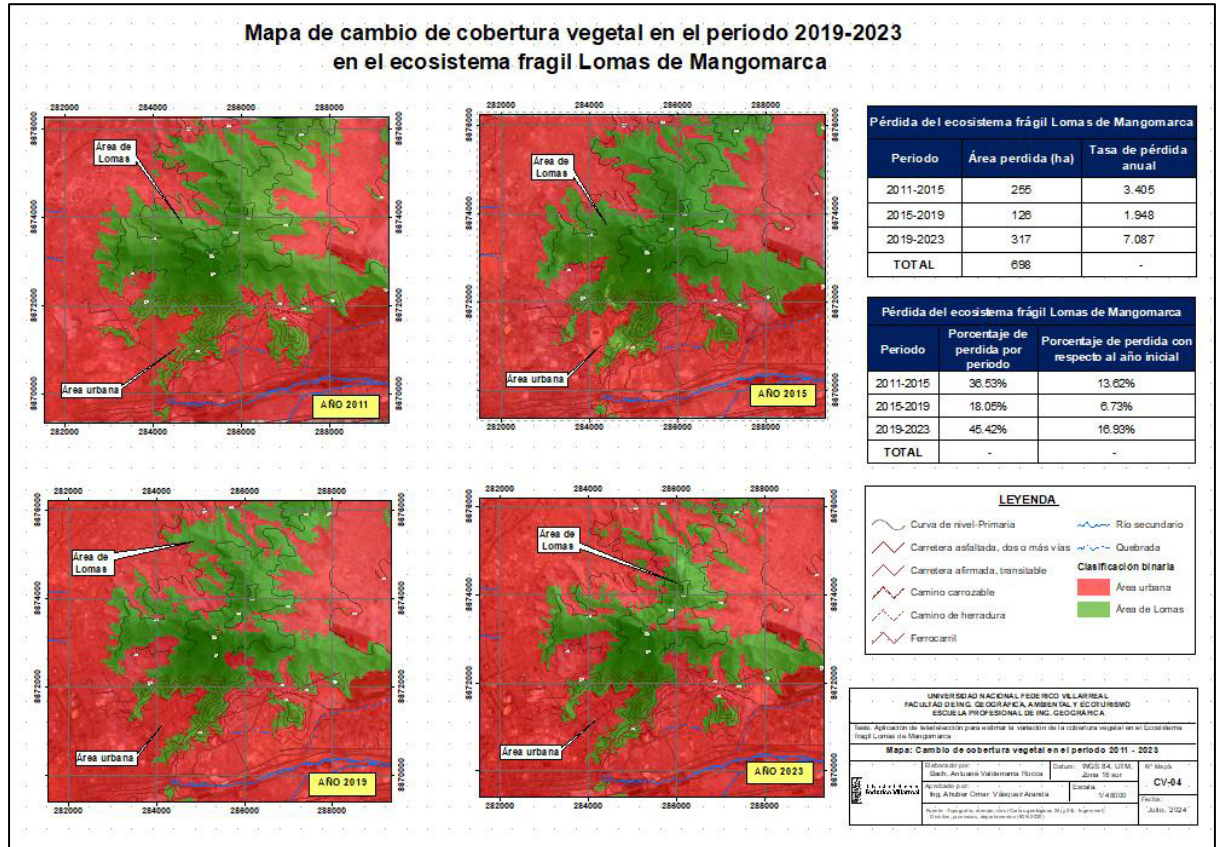


Figura 22:

Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011 al 2023



2.7. Discusión de resultados

Se logró determinar mediante las imágenes satelitales y las técnicas de corrección e interpretación, que existen factores y acciones antrópicas que cada día afectan más al medio ambiente, como son la expansión urbana, minería ilegal, extracción forestal, etc.

Tal como lo indican Miyasiro, M. y Ortiz, M. (2016) quienes realizaron la tesis “Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986-2014)”, al igual que en el ecosistema frágil Lomas de Mangamarca, una gran parte del territorio de las Lomas de Villa María del Triunfo, han sido afectadas por la expansión urbana y los invasores de terrenos adicional de la actividad minera no metálica, lo que conlleva a la afectación, degradación y desaparición de este ecosistema frágil.

Miyasiro, M. y Ortiz, M. (2016) emplearon 5 tipos de imágenes satelitales Landsat, Spot, Rapideye, Quickbird y Spot 4, ya que contaba con poca nubosidad en época húmeda, sin embargo, la autora de esta investigación utilizó Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8, debido a que se encontraba libre de nubes, ambos realizaron el cálculo del NDVI en los programas de sensor remoto y sistemas de información geográfica ENVI. Respecto al análisis de los autores, el índice de vegetación evaluado, fue mediante cinco imágenes satelitales el cual les permitió delimitar la cobertura vegetal presente en las lomas de Villa María del Triunfo, sin embargo, en esta investigación solo bastó con la descarga de tres tipos de imágenes para realizar dicho cálculo y poder identificar los cambios de la cobertura vegetal de las Lomas de Mangamarca.

Respecto a los resultados de la investigación de Miyasiro, M. y Ortiz, M. (2016) indican que la extensión de la cobertura vegetal de lomas, 584.5 ha (26.3 %) fueron convertidas a suelo urbano afectadas por la expansión urbana y 76.0 ha (3.4 %) fueron convertidas a suelo minero por la minería ilegal, sin embargo en esta investigación, se identificó que la pérdida de la

cobertura vegetal del territorio de las Lomas de Mangamarca es de 698 ha (21.06 %) fueron convertidas a suelo urbano, es decir que esa área ahora es parte de la expansión urbana.

Ambos autores, coinciden para lograr una mayor precisión de la estimación de la cobertura vegetal, sería pertinente la descarga de una mayor cantidad de imágenes satelitales y con mayor resolución espacial. Además, que las autoridades e instituciones estatales, deberían optar por la metodología de esta investigación para mantener las potenciales áreas de conservación en las diversas lomas que existen en el país y mejor aún si se encuentran identificadas como ecosistema frágil, para lograr su preservación.

Miyasiro, M. y Ortiz, M. (2016), considera pertinente que las autoridades deberían implementar barreras territoriales, con el fin de frenar con la expansión urbana en las lomas, sin embargo, la autora de esta investigación indica que se deberían establecer nuevas normativas sancionadoras que limiten la ocupación de estas áreas naturales, además de fomentar la sensibilización ambiental en las zonas de más impacto para la protección y preservación de las Lomas.

III. APORTES MÁS DESTACABLES DE LA EMPRESA

Durante mi desempeño como Especialista Ambiental en la empresa Cenergia, en el campo de acción de estudios ambientales, desarrollo sostenible y aportes de investigación, he venido desarrollando diferentes proyectos en diferentes regiones del país, se detalla a continuación los aportes más destacables:

- ✓ Se alcanzó con éxito el desarrollo del proyecto “Aplicación de teledetección para estimar la variación de la cobertura vegetal en el ecosistema frágil Lomas de Mangamarca por la expansión urbana” el cual fue proporcionada a la empresa Cenergia, con la finalidad de aportar en el ámbito de investigación de la empresa con la conservación del ecosistema frágil y además de poder realizar proyectos similares con el uso de las imágenes satelitales.
- ✓ Se realizó una investigación respecto a la degradación y remediación de los suelos por actividades eléctricas mediante el uso de imágenes satelitales.
- ✓ Se elaboró el Informe técnico Sustentatorio (ITS) para la implementación de filtros de carbón activado en el tratamiento de biogás en la Central Térmica Biomasa Doña Catalina, logrando la aprobación del Proyecto mediante la Resolución Directoral Regional N° 068-2024-GRL-GRDE-DREM, aprobado el 02 de abril de 2024.
- ✓ Se elaboró el Informe técnico Sustentatorio (ITS) para la implementación de filtros de carbón activado en el tratamiento de biogás en la Central Térmica Biomasa La Gringa V, logrando la aprobación del Proyecto mediante la Resolución Directoral Regional N° 105-2024-GRL-GRDE-DREM, aprobado el 06 de mayo de 2024.
- ✓ Se logró la aprobación del proyecto “Actualización del Estudio de Impacto Ambiental(EIA) de la “Planta de revestimientos cerámicos CELIMA 3” mediante la Resolución Directoral N° 00352-2023-PRODUCE/DGAAMI con fecha 11 de julio de 2023.

IV. CONCLUSIONES

Por último, en este capítulo se detallan las conclusiones más destacadas de acuerdo a los objetivos planteados:

- a. Se descargó la información de las imágenes satelitales, para luego ser perfeccionada de forma estandarizada para la lograr correcta clasificación de los tipos de clases analizados.
- b. Se analizó la pérdida de la cobertura vegetal con respecto a la clase urbana que viene perjudicando gradualmente al territorio del Ecosistema frágil Lomas de Mangamarca, identificando el área (ha) perdida de cobertura vegetal en un periodo de 4 años, dando inicio en el año 2011 hasta el 2015 con una pérdida de 255 ha, entre los años 2015 y 2019 se identificó una pérdida de 126 ha y del año 2019 al 2013 se denota una pérdida de 317 ha, demostrándose la gran influencia en la degradación del territorio de las Lomas de Mangamarca, San Juan de Lurigancho.
- c. Se logró identificar y establecer que mientras más aumente la expansión urbana, este ocasiona un impacto negativo sobre el medio ambiente, demostrando su influencia en la degradación del territorio de las Lomas de Mangamarca.
- d. A través del uso de las herramientas integradas en el ArcMap, se realizó los planos temáticos que permite identificar la degradación del territorio de las Lomas de Mangamarca a través de los periodos analizados.
- e. La degradación de la cobertura vegetal producto de la expansión urbana, fue modificando el paisaje, perdiendo un pulmón ecológico de gran importancia para la población, pasando a ser considerado como un ecosistema frágil que necesita una protección con urgencia.

V. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda un análisis de las imágenes satelitales con una mayor resolución espacial, con el único fin de obtener una mejor precisión en el análisis de la estimación de la pérdida de la cobertura vegetal.
- b. Las autoridades encargadas de la preservación del Ecosistema frágil deberían implementar medidas para frenar la invasión del territorio de las Lomas de Mangamarca.
- c. Se recomienda a las autoridades nacionales competentes que deben establecer nuevas regulaciones que limiten la ocupación de tierras que pertenecen a áreas naturales, ya que las leyes actuales son muy permisivas con las posesiones y se deja de lado la importancia de los espacios naturales.
- d. Se recomienda a instituciones públicas y privadas, como empresas, organizaciones no gubernamentales, colegios, institutos y universidades, realizar campañas de educación y sensibilización ambiental en las zonas de más impacto y participar activamente en la protección y preservación de este ecosistema frágil Lomas de Mangamarca, lo que permitirá confortar la importancia. del medio ambiente y su preservación.
- e. Buscar replicar la investigación en las empresas el cual brinden un aporte significativo para el medio ambiente, ya sean en áreas degradadas que presenten una alta probabilidad de ser fuertemente dañados por actividades humanas y sean vulnerables ante la ocurrencia de eventos naturales.

VI. REFERENCIAS

- Abanto, J. (2009). Evidencias arqueológicas del Periodo Formativo en la quebrada de Canto Grande, valle bajo del Rímac. *Boletín De Arqueología PUCP*, (13), 159-185. <https://doi.org/10.18800/boletindearqueologiapucp.200901.005>
- Alvarado, G. y Espinoza, I. (2018). *Evaluación temporal del uso y cobertura vegetal del suelo en la subcuenca del rio Llavircay y planteamiento de acciones para su manejo y gestión*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15634>
- Bernal, S. y Prado, C. (2015). *Análisis de la influencia de la cobertura vegetal en la generación de caudales de la cuenca de la quebrada granadillo en los años 1993 y 2009 a partir de aerofotografías y cartografía del instituto geográfico Agustín Codazzi*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/3263c551-8e814510b35ea3e458578d44>
- Cárdenas, A. y Zuñiga, M. (2019). *Ecomuseo en las Lomas de Mangamarca: Un camino hacia la conservación*. [Tesis de grado, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/9329>
- Chavarría, E. y Gonzales, D. (2021). *Evaluación multitemporal del cambio de uso del suelo y cobertura vegetal mediante teledetección espacial en la Reserva Ecológica El Bajo, en el período 1986-2020*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional de la Universidad

Nacional Autónoma de Nicaragua.

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/8221>

Fernández, A.; Rosero, C.; Beltrán, A. y Echevarría, M. (2020). Caracterización y dinámica de la cobertura de suelo mediante teledetección: Caso de estudio volcán Tungurahua. *Dominio De Las Ciencias*, 6(2), 906–938. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i2.120>

Heredia, R. (2015). Informe del ecosistema frágil de las Lomas de Mangamarca. Lima. Recuperado de <http://www.sjl.pe/noticias/noticia.asp?id=359>

Miyasiro, M. y Ortiz, M. (2016). *Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986-2014)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/5281>

Padilla, D. (2018). *Estudio de la variación espacio – temporal de la comunidad vegetal de las Lomas de Mangamarca durante el 2013 como contribución a su gestión*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3595/padilla-huaman-diego-alonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2021). *SERFOR lidera acciones para la gestión sostenible de la Loma Costera Mangamarca con vecinos y autoridades*. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/noticias/556786-serfor->

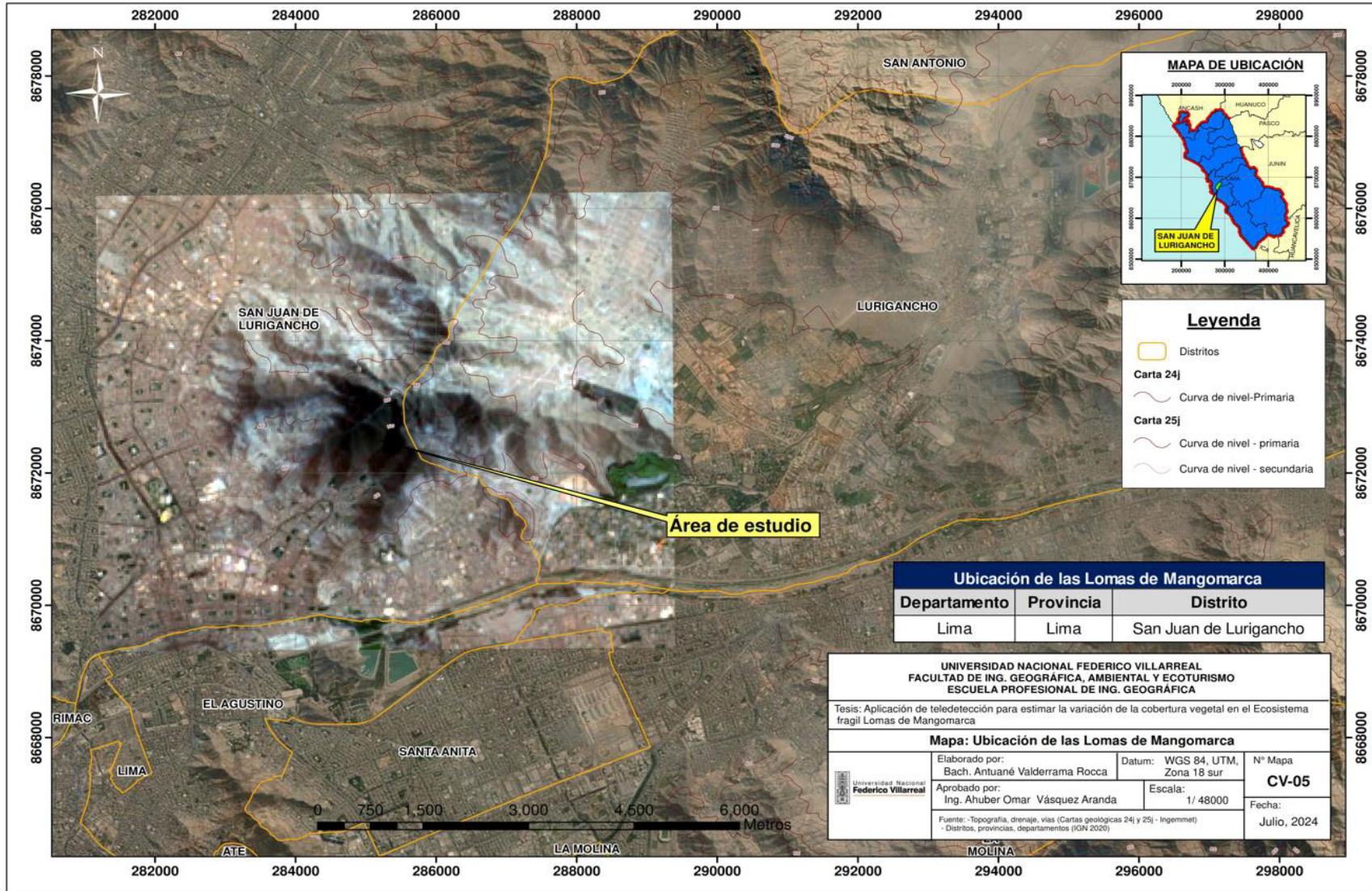
lidera-acciones-para-la-gestion-sostenible-de-la-loma-costera-mangomarca-con-vecinos-y-autoridades

- Subia, Y. (2020). *Análisis multitemporal de cambio de cobertura vegetal y uso de suelos en el parque nacional Bahuaja Sonene y su zona de amortiguamiento*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/14781>
- Torre, M y Rivas, P. (2019). *Análisis temporal de la pérdida de cobertura vegetal mediante teledetección en el distrito de Satipo-Satipo-Junín, durante los años 2015 – 2018*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43775>

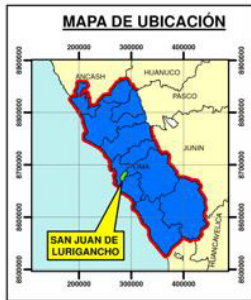
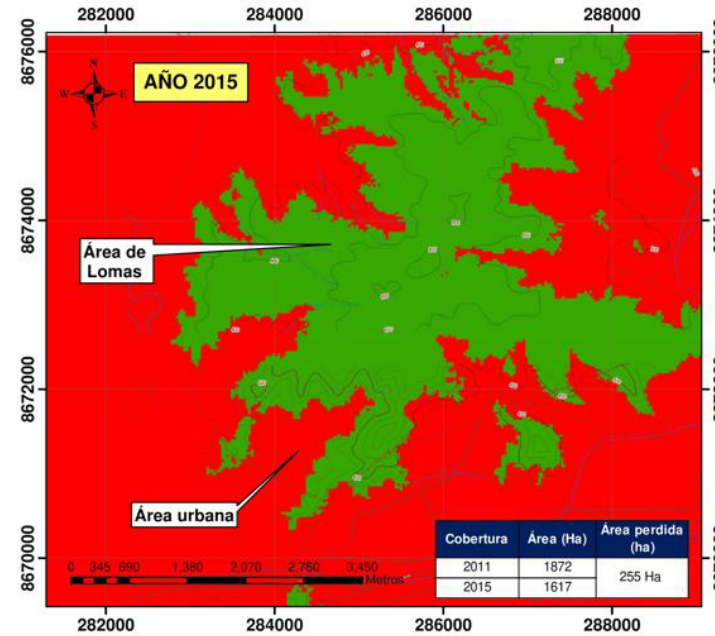
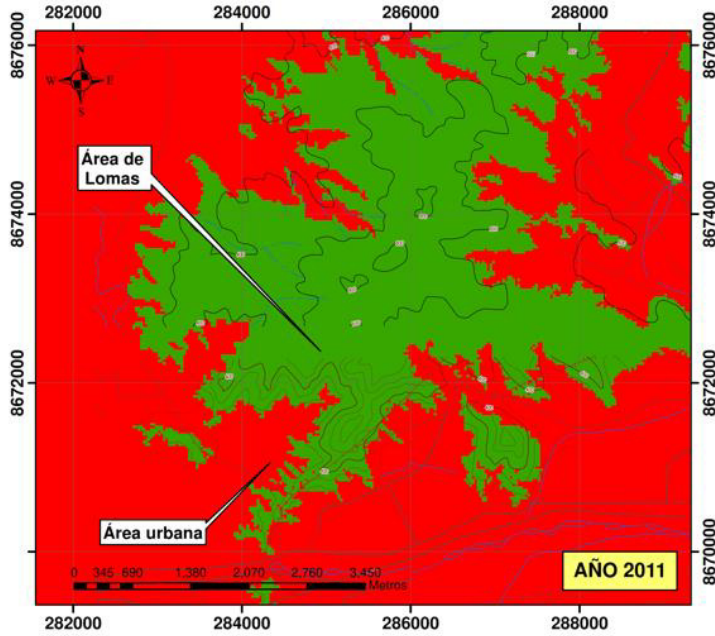
VII. ANEXOS

A. Mapas elaborados:

- Mapa de ubicación
- Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011-2015
- Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2015-2019
- Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2019-2023
- Mapa temático de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011-2023



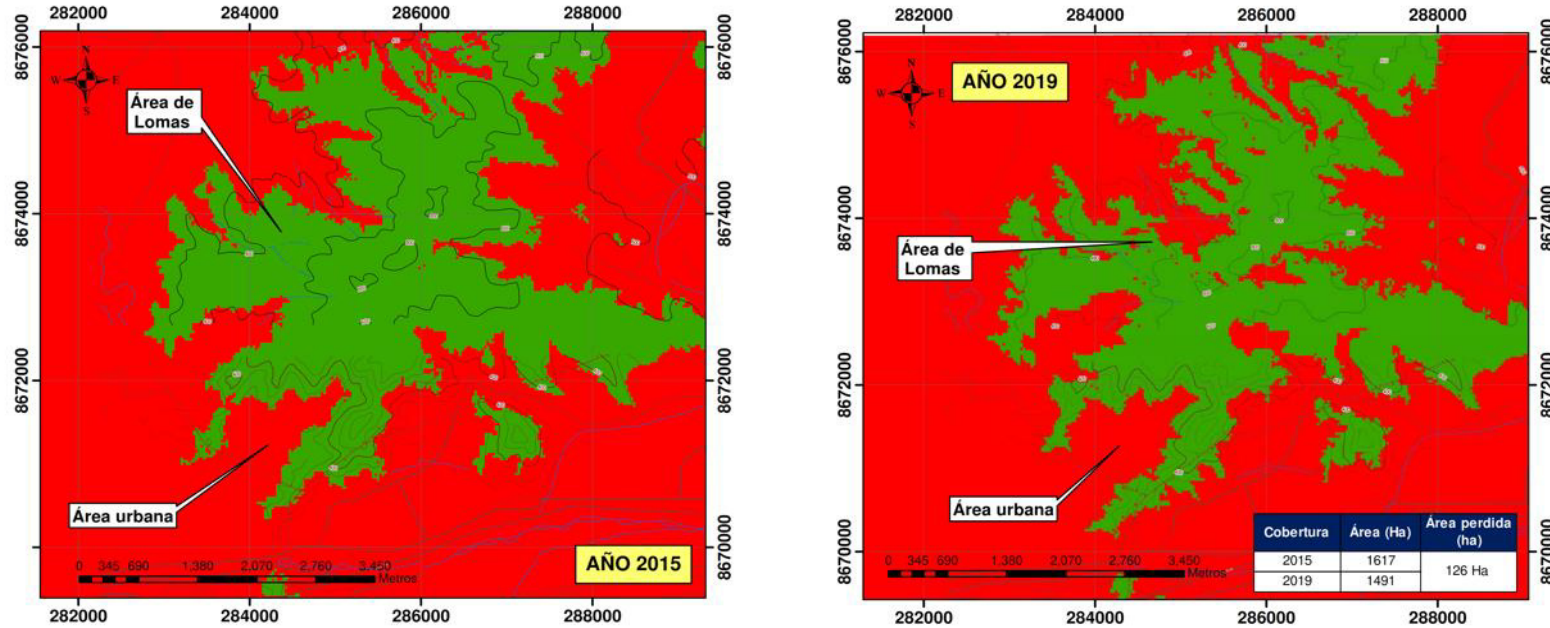
Mapa de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011-2015 en el ecosistema fragil Lomas de Mangamarca



LEYENDA	
	Curva de nivel-Primaria
	Río secundario
	Carretera asfaltada, dos o más vías
	Quebrada
	Carretera afirmada, transitable
Clasificación binaria	
	Área urbana
	Área de Lomas
	Camino carrozable
	Camino de herradura
	Ferrocarril

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL FACULTAD DE ING. GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO ESCUELA PROFESIONAL DE ING. GEOGRÁFICA			
Tesis: Aplicación de teledetección para estimar la variación de la cobertura vegetal en el Ecosistema fragil Lomas de Mangamarca			
Mapa: Cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011-2015			
Universidad Nacional Federico Villarreal	Elaborado por: Bach. Antuané Valderrama Rocca	Datum: WGS 84, UTM, Zona 18 sur	N° Mapa CV-01
	Aprobado por: Ing. Ahuber Omar Vásquez Aranda	Escala: 1/ 48000	Fecha: Julio, 2024
Fuente: - Topografía, drenaje, vías (Cartas geológicas 24 y 25) - Ingemmet - Distritos, provincias, departamentos (IGN 2020)			

Mapa de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2015-2019 en el ecosistema fragil Lomas de Mangomarca



LEYENDA

	Curva de nivel-Primaria		Río secundario
	Carretera asfaltada, dos o más vías		Quebrada
	Carretera afirmada, transitable	Clasificación binaria	
	Camino carrozable		Área urbana
	Camino de herradura		Área de Lomas
	Ferrocarril		

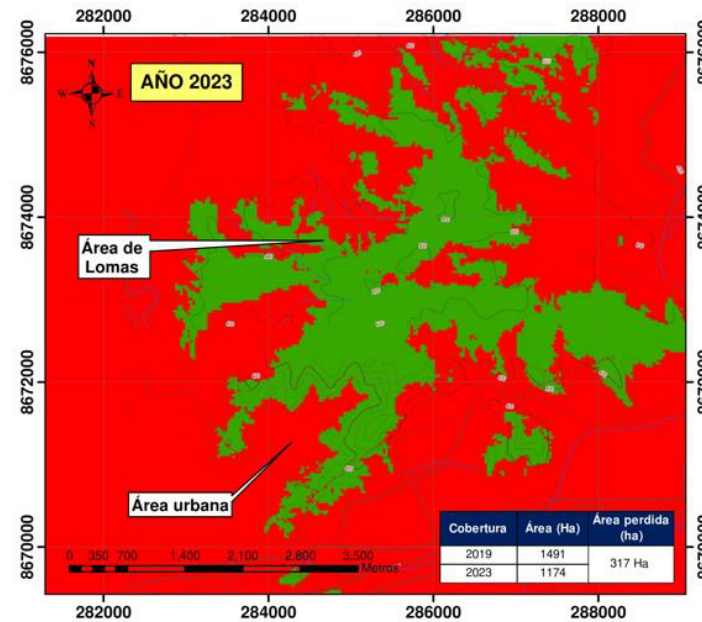
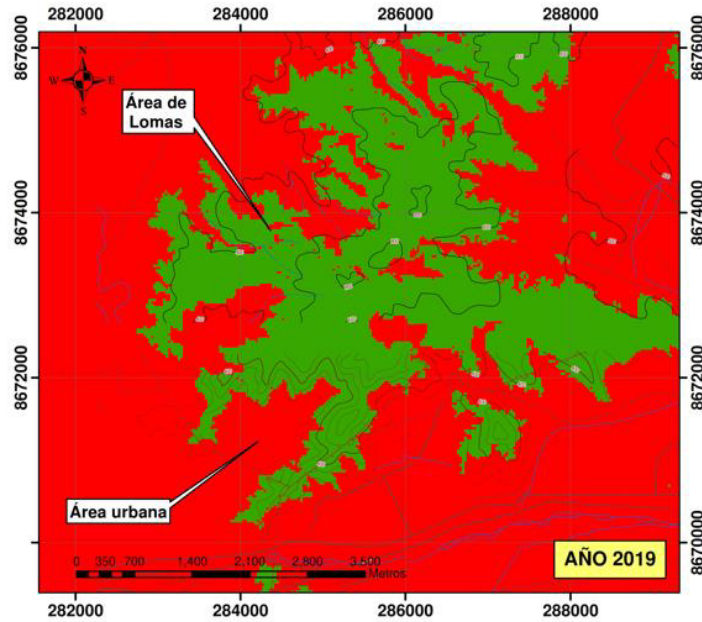
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE ING. GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. GEOGRÁFICA

Tesis: Aplicación de teledetección para estimar la variación de la cobertura vegetal en el Ecosistema fragil Lomas de Mangomarca

Mapa: Cambio de cobertura vegetal en el periodo 2015-2019

	Elaborado por: Bach. Antuané Valderrama Rocca	Datum: WGS 84, UTM, Zona 18 sur	N° Mapa CV-02
	Aprobado por: Ing. Ahuber Omar Vásquez Aranda	Escala: 1/ 48000	Fecha: Julio, 2024
Fuente: -Topografía, drenaje, vías (Cartas geológicas 24j y 25j - Ingemmet) - Distritos, provincias, departamentos (IGN 2020)			

Mapa de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2019-2023 en el ecosistema fragil Lomas de Mangamarca



LEYENDA

	Curva de nivel-Primaria		Río secundario
	Carretera asfaltada, dos o más vías		Quebrada
	Carretera afirmada, transitable	Clasificación binaria	
	Camino carrozable		Área urbana
	Camino de herradura		Área de Lomas
	Ferrocarril		

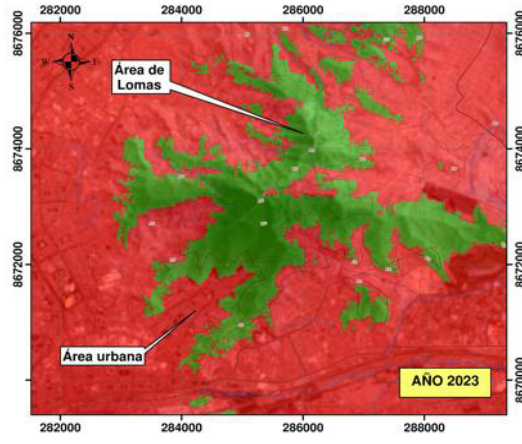
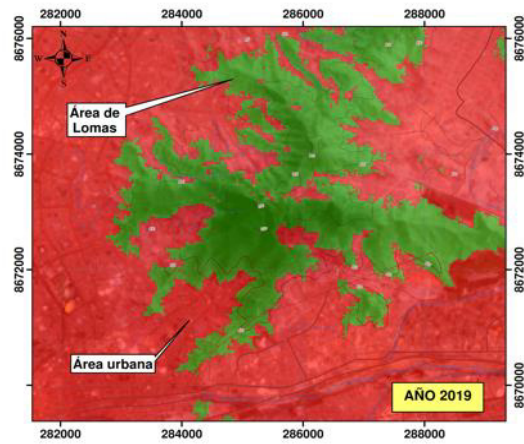
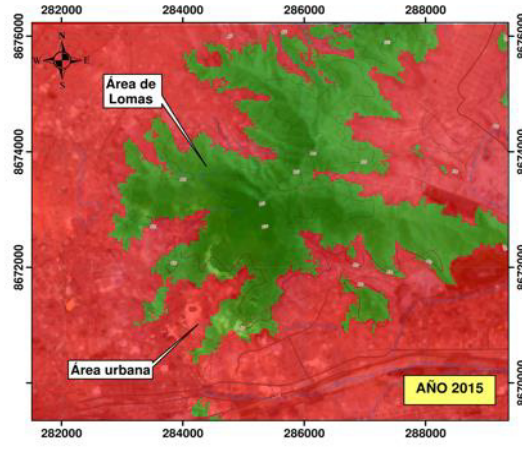
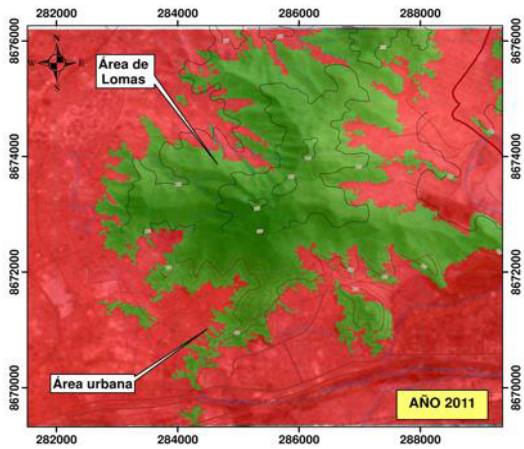
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE ING. GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. GEOGRÁFICA

Tesis: Aplicación de teledetección para estimar la variación de la cobertura vegetal en el Ecosistema fragil Lomas de Mangamarca

Mapa: Cambio de cobertura vegetal en el periodo 2019 - 2023

	Elaborado por: Bach. Antuané Valderrama Rocca	Datum: WGS 84, UTM, Zona 18 sur	Nº Mapa
	Aprobado por: Ing. Ahuber Omar Vásquez Aranda	Escala: 1/ 48000	CV-03
Fuente: - Topografía, drenaje, vías (Cartas geológicas 24j y 25j - Ingemmet) - Distritos, provincias, departamentos (IGN 2020)			Fecha: Julio, 2024

Mapa de cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011 - 2023 en el ecosistema fragil Lomas de Mangamarca



Periodo	Área perdida (ha)	Tasa de pérdida anual
2011-2015	255	3.405
2015-2019	126	1.948
2019-2023	317	7.087
TOTAL	698	-

Periodo	Porcentaje de pérdida por periodo	Porcentaje de pérdida con respecto al año inicial
2011-2015	36.53%	13.62%
2015-2019	18.05%	6.73%
2019-2023	45.42%	16.93%
TOTAL	-	-

LEYENDA

- Curva de nivel-Primaria
- Carretera asfaltada, dos o más vías
- Carretera afirmada, transitable
- Camino carrozable
- Camino de herradura
- Ferrocarril
- Río secundario
- Quebrada

Clasificación binaria

- Área urbana
- Área de Lomas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE ING. GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. GEOGRÁFICA

Tesis: Aplicación de teledetección para estimar la variación de la cobertura vegetal en el Ecosistema fragil Lomas de Mangamarca.

Mapa: Cambio de cobertura vegetal en el periodo 2011 - 2023

	Elaborado por: Bach. Antuané Valderrama Rocca	Datum: WGS 84, UTM, Zona 18 sur	Nº Mapa CV-04
	Aprobado por: Ing. Ahuber Omar Vásquez Aranda	Escala: 1/48000	Fecha: Julio, 2024

Fuente: Topografía, drenaje, vías (Cartas geológicas 24 y 25 - Ingeniería)
- Diablos, provincias, departamentos (IGN 2020)