

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES



Análisis de la dinámica del cambio de uso de suelo generado por el
crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca-San
Martín, período 2008-2020

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES

Leydi Anabel Manay Cadena

Yenny Llanos Ramírez

ASESORES

Carlos Hugo Egoávil De la Cruz

Rubén Ruiz Valles

Rioja, Perú

2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos de los Autores****Autor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 3

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 4

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos de los Asesores**Asesor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Asesor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Datos del Jurado

Presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

***Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 024 - 2024/UCSS/FCAA/DI

Siendo las 10:00 a.m. del viernes 10 de mayo de 2024 a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. Wilson Pérez Dávila | presidente |
| 2. Maximiliana Irene Castro Medina | primer miembro |
| 3. Wilfredo Mendoza Caballero | segundo miembro |
| 4. Carlos Hugo Egoávil De la Cruz | asesor(a) |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada **Análisis de la dinámica del cambio de uso de suelo generado por el crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca-San Martín, período 2008-2020**, que presentan las bachilleres en Ciencias Ambientales, **Leydi Anabel Manay Cadena y Yenny Llanos Ramírez**, cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **BUENA** y eleva la presente acta al decanato de la Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, a fin de que se declare **EXPEDITA** para conferirle el **TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL**.

Lima, 10 de mayo de 2024.

Wilson Pérez Dávila
Presidente

Maximiliana Irene Castro Medina
1° miembro

Wilfredo Mendoza Caballero
2° miembro

Carlos Hugo Egoávil De la Cruz
Asesor(a)

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Ciudad, 19 de agosto de 2024.

Señor(a),
Wilfredo Mendoza Caballero
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis, bajo mi asesoría, con título: Análisis de la dinámica del cambio de uso de suelo generado por el crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca-San Martín, período 2008-2020, presentado por Leydi Anabel Manay Cadena (código de estudiante 2014200519, DNI N° 73452709) y Yenny Llanos Ramírez (código de estudiante 2014101851, DNI N° 73521232), para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, cuyo **resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 12 % (doce por ciento)**. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Firma

Carlos Hugo Egoávil De la Cruz

DNI N°: 09887433

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8496-7205>

Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

DEDICATORIA

A Dios por darme esperanza, vida y salud. A mis padres Ermitanio Manay Julca y Luz Angelina Cadena Aguinaga por su apoyo incondicional en cada meta, sueño y objetivo planteado, por ser mi fuerza y alentarme a seguir adelante.

A mi hermano Jhean Carlos Manay Cadena, por su incondicional apoyo en todo momento. A toda mi familia y amigos que estuvieron apoyándome en cada paso de mi vida profesional.

Leydi Anabel Manay Cadena

A mis padres Eloy Llanos Burga y María Ramírez Goycochea por darme la fuerza y la fortaleza para continuar preparándome de manera profesional y como persona.

A mi hermano Wilson Llanos Ramírez por su apoyo y comprensión en cada momento. A toda mi familia y amigos que son lo mejor y lo más valioso que Dios me ha dado.

Yenny Llanos Ramírez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por darnos la salud y la sabiduría para llevar a cabo esta etapa de formación académica que nos permitirá seguir adelante y obtener nuevos logros profesionales.

A la Universidad Católica Sedes Sapientiae por acogernos durante todo el tiempo de formación de nuestra carrera.

A nuestros asesores el Ing. Carlos Hugo Egoávil De la Cruz y al Ing. Rubén Ruiz Valles por las orientaciones, seguimiento brindado y su asesoramiento incondicional durante el desarrollo de la tesis

A nuestras amistades por su apoyo y orientaciones brindadas en el proceso del desarrollo de la tesis.

A nuestros familiares por su gran apoyo de principio a fin, a quienes manifestamos los más sinceros agradecimientos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE APÉNDICE.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.1.1. Nivel internacional.....	4
1.1.2. Nivel nacional	7
1.2. Bases teóricas especializadas	12
1.2.1. Cobertura y uso de suelo.....	12
1.2.2. Cambios de cobertura vegetal	12
1.2.3. Causas principales del cambio de cobertura vegetal	13
1.2.4. Usos secundarios del cambio de cobertura vegetal	15
1.2.5. Crecimiento urbanístico	16
1.2.6. Componentes demográficos que influyen en el crecimiento poblacional	16
1.2.7. Impacto del crecimiento urbano en el medio ambiente.....	17
1.2.8. Impacto ambiental.....	18
1.2.9. Leyenda Corine Land Cover (CLC).....	19
1.2.10. Landsat.....	26
1.2.11. Preprocesamiento de imágenes	26
1.2.12. Procesamiento y análisis de imágenes satelitales	27
1.2.13. Clasificación de imágenes.....	27
1.2.14. Post procesamiento / Validación de resultados	28
1.2.15. Matriz de confusión.....	26
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	29

2.1.	Diseño de investigación	29
2.1.1	Lugar y fecha	29
2.1.2	Población y muestra	33
2.1.3	Técnicas e Instrumentos	34
2.1.4	Descripción de la investigación.....	34
2.2.	Identificación de las variables y su mensuración	60
2.2.1	Análisis estadístico de datos.....	60
2.3.	Materiales.....	61
CAPÍTULO III: RESULTADOS		62
3.1.	Cambio de uso de suelo y cobertura en el distrito de Nueva Cajamarca-San Martín entre los años 2008-2020	62
3.2.	Crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca, 2008-2020.....	68
3.2.1.	Área urbana (ha) entre los años 2008-2014-2020	68
3.2.2.	Porcentaje de crecimiento urbanístico entre los años 2008-2020.....	70
3.3.	Determinación de efectos del cambio de uso y cobertura generado por crecimiento urbanístico del distrito Nueva Cajamarca entre los años 2008-2020.....	72
3.3.1.	Deforestación de cobertura de bosques:.....	72
3.3.2.	Incremento del potencial de deforestación.....	75
3.3.3.	Pérdida de áreas agropecuarias o agrícolas	77
3.3.4.	Aumento de la vulnerabilidad de riesgos a desastres.	78
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES		79
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES		84
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES		86
REFERENCIAS		87
TERMINOLOGÍA		98
APÉNDICES		101

ÍNDICE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propuesta de Leyenda De Cobertura de la Tierra-Perú.....	21
Tabla 2. Localización de los centros poblados del ámbito de estudio.....	33
Tabla 3. Especificaciones técnicas de las imágenes LandSat 5.....	36
Tabla 4. Distribución de las bandas del sensor TM de LandSat 5	37
Tabla 5. Especificaciones técnicas de las imágenes LandSat 8.....	38
Tabla 6. Landsat 8 - Distribución De Las Bandas En Los Sensores OLI (generador operativo de imágenes terrestres) y TIRS (sensor infrarrojo térmico) – Febrero, 2013.....	39
Tabla 7. Lista de imágenes satelitales descargadas	39
Tabla 8. Lista de imágenes satelitales de alta resolución utilizadas	40
Tabla 9. Composición pseudo-color para la mejora visual de las imágenes	43
Tabla 10. Leyenda de Corine Land Cover (CLC) acondicionada y aplicada en el presente análisis.	46
Tabla 11. Clases de usos y cobertura según leyenda de Corine Land Covers (CLC)	50
Tabla 12. Períodos De Análisis Del Cambio De Uso Y Cobertura.....	51
Tabla 13. Puntos totales usados en la validación de resultados de la cobertura.....	54
Tabla 14. Matriz de confusión.....	58
Tabla 15. Variables de investigación.....	60
Tabla 16. Uso del suelo y cobertura años 2008, 2014, 2020.....	62
Tabla 17. Matriz de cambio en has del uso del suelo y cobertura, período 2008- 2014.	64
Tabla 18. Matriz de cambio (%) del uso del suelo y cobertura,período 2008- 2014	64
Tabla 19. Matriz de cambio (ha) del uso del suelo y cobertura,período 2014- 2020.....	66
Tabla 20. Matriz de cambio (%) del uso del suelo y cobertura, período 2014-2020	66
Tabla 21. Cambio de uso del suelo y cobertura, período 2014-2020	67
Tabla 22. Áreas urbanas en los períodos 2008-2014-2020	68
Tabla 23. Resumen de crecimiento urbano (ha) entre los años 2008-2020.....	68
Tabla 24. Resumen de crecimiento urbano y porcentual entre los años 2008-2020	70
Tabla 25. Pérdida de bosques y áreas naturales entre los años 2008-2020	73
Tabla 26. Pérdida potencial de bosques y áreas naturales por crecimiento urbano.....	75
Tabla 27. Pérdida de áreas agrícolas entre los años 2008-2014	77

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Zonas Ecológicas Económicas Del Distrito De Nueva Cajamarca.....	30
Figura 2. Mapa de ubicación del ámbito de estudio.....	31
Figura 3. Imágenes LandSat 5 y LandSat 8 año 2008.....	38
Figura 4. Comparación de la imagen satelital LandSat 8 del ámbito de estudio.....	41
Figura 5. Corte de una imagen satelital LandSat 8 (2020).....	42
Figura 6. Comparación de la mejora visual de la imagen satelital del año 2020.....	43
Figura 7. Esquema Clasificación supervisada y tratamiento de datos vectoriales....	48
Figura 8. Tabla de atributos capa vectorial clasificación de uso y cobertura 2020.....	49
Figura 9. Tabla de atributos capa vectorial cambio de uso y cobertura 2008-2014.....	51
Figura 10. Tabla de atributos capa vectorial cambio de uso y cobertura 2014–2020.....	52
Figura 11. Tabla de atributos capa vectorial cambio de uso y cobertura 2014– 2020.....	59
Figura 12. Porcentaje de superficie de clasificación del año 2008, 2014, 2020.....	63
Figura 13. Comparación de áreas urbanas entre los años 2008-2014-2020.....	69
Figura 14. Comparación porcentaje de crecimiento urbano -2008-2020.....	71
Figura 15. Mapa de áreas de bosques y áreas naturales deforestadas o pérdidas por crecimiento urbano.....	74
Figura 16. Mapa de áreas con potencial de pérdidas por crecimiento urbano.....	76
Figura 17. Áreas urbanas faja marginal de ríos por crecimiento urbano 2008- 2020.....	78

ÍNDICE APÉNDICE

	Pág.
Apéndice 1. Firmas espectrales de cada clase de uso y cobertura según CLC	101
Apéndice 2. Ficha de campo 37 puntos de muestreo, para la corrección cartográfica.....	103
Apéndice 3.. Efectos producidos por el crecimiento urbano del distrito	140
Apéndice 4. Mapa de usos y cobertura 2008.....	143
Apéndice 5. Mapa de usos y cobertura 2014.....	144
Apéndice 6. Mapa de usos y cobertura 2020.....	145
Apéndice 7. Mapa de cambio por crecimiento urbano período 2008-2014.	146
Apéndice 8. Mapa de cambio por crecimiento urbano período 2014-2020.	147
Apéndice 9. Mapa de cambio por crecimiento urbano período 2008-2014-2020.....	148
Apéndice 10. Mapa de los puntos de validación	149
Apéndice 11. Mapa de efectos por crecimiento urbano.	150

RESUMEN

El estudio busco analizar la dinámica del cambio de uso de suelo generado por el crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca período 2008-2020, mediante técnicas de preprocesamiento y procesamiento de imágenes LANDSAT. Como resultados se determinó que el cambio y uso de cobertura de las áreas urbanas (continua y discontinua) en el 2008 fue de 307,79 ha (6,28 %) del total del área de estudio, al 2014 se tiene 495,7 ha (10,11 %) y al 2020 representan el 777,53 ha (15,86 %). Respecto al crecimiento urbano en 2008 el centro urbano de Nueva Cajamarca creció 258,96 ha (84,07 %), al 2014 se tiene 444,50 ha (89,52 %) y al 2020 aumentó a 723,79 (92,86 %). En relación con los efectos por crecimiento urbano del 2008 -2020 se perdieron 169,94 ha de superficie de bosque denso alto y mosaico de áreas agrícolas-naturales y al 2020 la pérdida fue de 52,77 ha, así mismo en el período 2008-2014 se perdió 152,93 ha de áreas agrícolas y al 2014-2020 fue de 255,92 ha. Respecto a la expansión urbana se encontró 9,50 ha de áreas urbanas con vulnerabilidad por proximidad al río. Concluyendo que existe una dinámica muy notable en su crecimiento urbano.

Palabras claves: *crecimiento urbano, efectos del crecimiento, expansión urbana, imágenes satelitales, uso de suelo.*

ABSTRACT

The study sought to analyze the dynamics of the change in land use generated by the urban growth of the Nueva Cajamarca district during the period 2008-2020, using preprocessing techniques and LANDSAT image processing. As results, it was determined that the change and use of coverage of urban areas (continuous and discontinuous) in 2008 was 307,79 ha (6,28%) of the total study area, as of 2014 there are 495.7 ha (10,11%) and as of 2020 they represent 777,53 ha (15,86%). Regarding urban growth, in 2008 the urban center of Nueva Cajamarca grew 258,96 ha (84,07%), in 2014 there were 444,50 ha (89,52%) and in 2020 it increased to 723,79 (92,86%). In relation to the effects of urban growth from 2008 to 2020, 169,94 hectares of high dense forest surface and mosaic of agricultural-natural areas were lost and in 2020 the loss was 52,77 hectares, likewise in the period 2008-2020. In 2014, 152,93 hectares of agricultural areas were lost and in 2014-2020 it was 255,92 hectares. Regarding urban expansion, 9,50 hectares of urban areas were found to be vulnerable due to proximity to the river. Concluding that there is a very notable dynamic in its urban growth.

Keywords: urban growth, effects of growth, urban expansion, satellite images, and land use.

INTRODUCCIÓN

El proceso de expansión urbana es una problemática de muchos años que surge del crecimiento poblacional inapropiado, producto de la alta demanda de tierras por parte de la población, así como de la falta de planes de desarrollo, zonificación y control de propiedades e invasiones territoriales. Los cambios de uso de suelo están relacionados a las transformaciones de bosques y selvas para expansión agrícola, incremento de áreas urbanas, migraciones, extracción de combustible e industrialización. La perspectiva de ampliar fronteras agrícolas induce un crecimiento urbano inapropiado y ejerce presión sobre los medios naturales circundantes, impactando negativamente en la pérdida de tierras ricas en diversidad, degradación de cuencas hidráulicas, aumento de la deforestación y otros (García, 2008). Debido a la constante migración de la sierra a la selva, el distrito de Nueva Cajamarca ha presentado desde sus inicios hasta la actualidad importantes modificaciones del uso de suelo y pérdidas de vegetación forestal, lo que anteriormente eran aguajales, zonas agrícolas y bosque, hoy en día son solo zonas urbanas que han sido habitadas ya sea por invasiones o lotización de terrenos con fines comerciales (Municipalidad distrital de Nueva Cajamarca [MDNC], 2013).

Durante el 2020, los 15 departamentos donde se distribuyen los bosques húmedos amazónicos presentan incremento en su pérdida de bosques. Los cinco departamentos que presentan la mayor pérdida son los siguientes: Ucayali (47 267 ha), Loreto (34 778 ha), Madre de Dios (23 042 ha), Junín (20 766 ha) y San Martín (20 149 ha), causando daños principalmente a la agricultura y la ganadería, así como a la minería, debido a la extracción de hidrocarburos y a las prácticas de extracción de madera y tala ilegal (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2020). En la región San Martín se registró una deforestación de 164 662 ha de bosques amazónicos en el 2016, cifra que representa un incremento del 5,2 % comparado con el año anterior (156 462 ha). Desde el 2001 al 2016 se perdió 1 974,208 ha de bosque húmedo amazónico, la pérdida anual promedio de este periodo es 123,388 ha, de los cuales 87 ha de bosque se han perdido solo en el distrito de Nueva Cajamarca. (Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático [MINAM], 2018). El propósito de la actual investigación es contribuir en la cuantificación de la cobertura y uso de suelo en el tiempo, así como, para comprender y

predecir el impacto generado por el crecimiento urbanístico, aportando en la formulación de herramientas de gestión y técnicas de alerta temprana para reducir y evitar la generación de impactos.

El objetivo general de la presente tesis fue analizar la dinámica del cambio de uso de suelo generado por el crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca, San Martín entre los años 2008-2020, considerando que en el área de estudio se evidencia que las actividades agrícolas, forestales, ganaderas y el incremento poblacional sin medida de control han causado pérdidas de la cobertura vegetal en el distrito. Debido a lo anterior es muy importante generar información sobre el uso que se está dando al suelo y a la dinámica de cambio de los suelos, porque son pilares primordiales para el desarrollo sostenible de los recursos naturales y un adecuado manejo del medio ambiente en el distrito.

Mediante el uso de la información espacial y el software ArcGIS se pudo identificar y representar las áreas más susceptibles de cambio, así mismo se comprendió los procesos y la dinámica de cambio que experimentaron las coberturas terrestres y usos de suelo en un área específica, cabe señalar que la información satelital de los diferentes sensores ofrecen una enorme ventaja en el procesamiento de información, debido que es una fuente de datos confiables y de fácil adquisición (Labrador *et al.*, 2012), contribuyendo a que la población tome conciencia para que ocurra un cambio racional del uso de suelo - cobertura vegetal, y para promover la sostenibilidad del distrito.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar la dinámica del cambio de uso de suelo generado por el crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca, Rioja-San Martín entre los años 2008-2020.

Objetivos específicos

- Identificar el cambio de uso de suelo del distrito de Nueva Cajamarca-San Martín entre los años 2008-2020.
- Detallar el crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca-San Martín entre los años 2008-2020.
- Determinar la afectación del cambio de uso de suelo generado por el crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca entre los años 2008-2020.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Nivel internacional

Chóez (2018) en el estudio “Análisis de la cobertura vegetal y cambio de uso de suelo en el área de influencia del canal Azúcar-Río Verde mediante teledetección”, Guayaquil, Ecuador; realizó una pesquisa con el objeto de comparar y ponderar la cobertura vegetal y su variación de cambio de uso del suelo en el área de dominio del canal de riego Azúcar-Río Verde (Guayaquil-Ecuador). El estudio fue de enfoque cuantitativo de diseño no experimental. Usó técnicas de teledetección a través del procesamiento de imágenes satelitales Landsat tomadas durante la estación seca en el período comprendido entre 1998-2017. El área de estudio y población fue la superficie de estudio con 22649,14 has, empleó herramientas digitales (software) como Envi 5.3, ArcGis 10.3 y Google Earth Pro 7.3; además de imágenes satelitales Landsat descargado del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). La metodología consistió en realizar un preprocesamiento, desarrollando la corrección y calibración radiométrica, corrección atmosférica, de bandeado de la imagen, detección de nubes y sombras, clasificación y post clasificación de las imágenes satelitales y la integración en un SIG para los análisis multitemporales y de externalidades. Los resultados indicaron que durante el período 1998-2017, 10 999,23 ha, mantuvieron su cobertura inicial (49 %) respecto a la superficie de estudio, en tanto 11 469,91 ha que equivale el 51 % de superficie presentaron cambios de cobertura entre los cuales fue reportado que 3 239,16 ha pasaron de cobertura vegetal a tierras de uso agropecuario, 534,09 ha cambiaron de tierras agropecuarias a cobertura vegetal, 315,98 ha de cuerpo de agua fueron convertidas en tierras agropecuarias, 684,08 ha de zona antrópica cambiaron a tierras agropecuarias, por último, 860,78 ha de otras tierras fueron transformadas a tierras de uso agropecuario. Concluyó que durante el período estudiado se notó un decremento de la cobertura vegetal principal y la disminución de cuerpos de agua, así como encontró también coberturas de uso de suelo que presentaron incrementos como el uso agrario.

Esparza (2017), en la tesis de investigación titulada “Impactos del cambio de cobertura y el uso del suelo en la oferta de servicios ecosistémicos de regulación hídrica en el centro – sur de Chile”, Chile; tuvo como objetivo analizar el efecto del cambio de uso del suelo sobre la oferta del servicio de mediación de flujos líquidos (SEMFL), en las cuencas presentes en la cordillera de la costa del centro sur de Chile, mediante modelación espacialmente explícita. El estudio fue de enfoque cuantitativo de diseño no experimental. La unidad muestral fue en la cordillera de la costa del centro sur de Chile comprendiendo un área de 19 000,00 km². La obtención de información consistió en tomar datos del caudal a lo largo del área de estudio, para el cual delimitó el área de estudio con la herramienta SPECT. La metodología consistió en un proceso de modelación del cambio del paisaje IDRISI, modelación de caudales en base a escenarios de precipitación, estandarización de valores de variación caudal, ponderación de la oferta de SEMFL, diferencia entre capas de oferta de SEMFL 2011 y 1996, y vinculación espacio temporal entre oferta del SEMFL y CCUS. La bondad del modelo fue evaluada a través de la eficiencia relativa del modelo (Erel) y RMSE (raíz media de los errores al cuadrado). Como resultados encontró que del año 1986 al 2011 un total de 249 000 ha de bosque nativo fueron convertidos a otras clases de coberturas de suelo, siendo las principales las plantaciones forestales, matorrales y agricultura; además, presentaron variaciones en los caudales de las aguas superficiales. Concluyó que, el uso de los SEH como indicador de los cambios en la cobertura y uso del suelo se presentan como una solución práctica para la gestión y la toma de decisiones de un territorio, teniendo en cuenta el modelo utilizado a una escala espacial y temporal adecuada.

Reyes (2014), en el estudio “Análisis de cambios de usos de suelo para los años 1984, 2000 y 2008 de la cuenca del río Tenancingo, Estado de México”, México; tuvo como objetivo analizar los cambios de uso de suelo y vegetación en el período 1984-2008 en la cuenca del río Tenancingo. El estudio fue de enfoque cuantitativo no experimental descriptivo. Las técnicas utilizadas fueron la investigación bibliográfica, documental, descriptiva e interpretativa y cartográfica y estadística a través del procesamiento de imágenes satelitales en software. La unidad muestral fue la superficie de la cuenca del río Tenancingo. La metodología consistió en revisar documentos publicados de estudios similares, caracterización de la zona de estudio, análisis de usos de suelo de la zona, análisis cartográfico de los usos del suelo de los años 1984, 2000 y 2008. La representación de los datos obtenidos fue en tablas y gráficas, para la obtención de los datos usó el programa

ArcGis. Los resultados evidenciaron que, los usos predominantes del suelo corresponden en su mayoría a actividades antrópicas, tales como los asentamientos humanos y la agricultura que supera en cobertura a la vegetación natural, con respecto a la cobertura vegetal entre los años 1984 y 2000, la tasa de incremento fue de 5,20 % anual, mientras que durante los años 2000 al 2008 la tasa decreció en 0,03 % sufriendo una pérdida de 33,8 ha. Respecto al uso del suelo derivado de las actividades antrópicas durante el período de 1948 al 2000, la tasa de reducción fue de 1,0 % anual y entre los años 2000 al 2008 la tasa de crecimiento fue de 3,20 % anual; determinando que durante el período 1984 y 2008 incrementó en 40 hectáreas. El estudio concluyó que la alta tasa de cambio de uso de los suelos se debe a la pavimentación de carreteras, ciudades o canales; los cambios pueden atribuirse a incendios, aperturas de vías de comunicación, actividades petroleras, expansión ganadera o agrícola, tala de bosques o sobreexplotación de recursos.

Sandoval (2009) realizó una investigación sobre el “Análisis del proceso de cambio de uso y cobertura de suelo en la expansión urbana del gran Valparaíso, su evolución y escenarios futuros”, Chile; planteó como principal objetivo analizar la evolución del cambio de uso y cobertura del suelo producto de la urbanización en el Gran Valparaíso, su proceso entre los años 1989-2007 y sus escenarios futuros para los años 2016 y 2025. El estudio fue no experimental. La técnica para la obtención de coberturas de uso de suelo fue mediante la fotointerpretación de imágenes satelitales LANSADT TM y los posibles cambios de uso de suelo a través de la aplicación del método de cadenas de Markov. La unidad muestral fue la superficie de la urbanización el Gran Valparaíso. La metodología consistió en reconocer los usos y coberturas con base a la confección de una tipología de usos y coberturas de suelo, dinámica de cambio de uso y coberturas de los suelos a través de un análisis estadístico descriptivo espacio-temporal de los cambios de usos y coberturas de suelo. El análisis estadístico para la simulación de cambio de uso y cobertura de suelo fue a través de cadenas de Markov, imágenes de aptitud y autómatas celulares, para ello usó el programa de IDRISI ANDES. Los resultados evidenciaron que la expansión del área urbana del Gran Valparaíso presentó una tendencia de crecimiento constante, la superficie pasó de 7 048,56 ha a 14 660,10 ha desde el año 1989 al 2007, lo que demostró un crecimiento de más del 100 % de la superficie inicial, además, determinó que la expansión urbana proyectada al 2025 presentó un crecimiento constante pasando a más de 23 000,00 ha estimadas. El estudio concluyó que, El Gran Valparaíso presentó una continua expansión de su área urbana durante el período

estudiado y que el proceso de expansión urbana seguirá con una tendencia creciente.

García (2008) en su tesis de investigación titulada “El proceso de expansión urbana y su impacto en el uso de suelo y vegetación del municipio de Juárez, Chihuahua”, Tijuana, México; tuvo como objetivo estudiar la expansión urbana y las inferencias en el cambio de uso de suelo y manto vegetal del territorio de Juárez, en el lapso de 1970 a 2007. El estudio fue no experimental. La población de estudio abarcó la superficie del Municipio de Juárez con 35 6743,90 ha. La metodología y técnicas de investigación utilizadas fueron mapas de distribución de usos de suelos, vegetación y cambio entre usos, que fueron obtenidos por la sobreposición cartográfica de las tres fechas de análisis (1976, 1994 y 2007). Asimismo, basándose en los resultados obtenidos en matrices markovianas realizó el análisis teniendo en cuenta el proceso de expansión urbanística y los cambios de uso de suelo, logrando determinar los posibles impactos generados a los recursos naturales. Los resultados evidenciaron que la clase de asentamientos urbanos es la que sufrió el mayor cambio de superficie de 6 054,10 ha en 1976, 17 871,40 ha en 1994 y en el 2007 un área de 29 499,60 ha, cuyo porcentaje de crecimiento determinado fue de 48,23 %. De igual manera, la clase de asentamientos urbanos aumenta su cobertura en relación a la reducción de la superficie de áreas naturales (15 228,20 ha) y coberturas antropizadas (8 217,20 ha). Concluyendo que el proceso de expansión urbana obtenido de las matrices markovianas señala que, paralelamente al aumento de la superficie de asentamientos humanos, las áreas naturales se pierden; y que la expansión urbana obedece a distintos factores, especialmente al económico.

1.1.2. Nivel nacional

Gil (2019), en el estudio “Cambios de cobertura y uso de suelo con imágenes satelitales del distrito de San Silvestre de Cochán, período 2001-2018”, Cajamarca, Perú; tuvo el objetivo de identificar los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito San Silvestre de Cochán, provincia de San Miguel en el departamento de Cajamarca, período 2001-2018. El estudio fue no experimental. La población y muestra fue el ámbito del distrito San Silvestre de Cochán con un área total de 13 487,61 ha. Utilizó la metodología Corine Land Cover (base de datos sobre cobertura y uso de suelo) en niveles II y III empleados por el Ministerio del Ambiente (2013), la misma que cuenta con tres etapas, siendo la primera la fase de gabinete, donde recopiló y acondicionó información, generó mapas de base mediante el proceso de

clasificación incluyendo superficies de referencia, segmentación, discriminación de segmentos, información complementaria, integración, sistematización automatizada y random forest (bosque al azar); la siguiente etapa fue el trabajo de campo para la apreciación de la consistencia y la tercera fase en gabinete para la edición vectorial y generalización, para ello uso los programas ArcGIS 10.4.1, ENVI 4.8 y RGUI 2.15.2. Obtuvo como resultados la identificación de 6 categorías que son: Cultivos transitorios (Ct), Tejido urbano Continuo (Tu), Herbazal (He), Plantación forestal (Pf) y Arbustos (Ar); en los dos años estudiados las áreas tuvieron un incremento: cultivos transitorios 311,92 ha, tejido urbano continuo 5,32 ha, bosques plantados 673,30 ha, pastos 308,35 ha y 225,98 ha de herbazal, obteniendo la disminución de la superficie de arbusto a 1,52 ha. Concluyó que, los cambios generados son atribuidos a las actividades antrópicas como la deforestación, la ganadería y la agricultura, que ocasionaron la reducción de cobertura natural que protege al suelo.

Ibáñez (2019) en el estudio “Predicción de los cambios de cobertura y uso de la tierra al año 2026 en la cuenca del río Tocache”, San Martín, Perú; tuvo el objeto de pronosticar los cambios de la cubierta vegetal y uso de la tierra al año 2026 en la órbita del río Tocache. El diseño de investigación fue descriptivo no experimental. Las técnicas aplicadas para el estudio es el sensoriamiento remoto, técnicas de tratamiento digital, comprendió la corrección radiométrica, corrección geométrica y el mejoramiento espectral. La población y muestra fue la cuenca del río Tocache con una superficie de 163 034,73 ha. La metodología contempló el uso de mapas de cambios de usos de tierra entre los años 2006-2011 y 2016 como resultado de la dependencia de imágenes Sentinel 2A y Landsat 8 y 5, así como las variables obtenidas de pendiente, altitud, áreas de sostenimiento, distancias a centros poblados, ríos, vías y superficies alteradas por la deforestación, información procesada para la obtención del cálculo de la matriz de transición y pesos de evidencia en el software Dinámica EGO, posterior a todo lo mencionado eligió transiciones para la proyección de la CUT al 2026 en dos escenarios (tendencial y de conservación). Obteniendo como resultados, durante el período estudiado, una disminución de 4 000,23 ha de bosque y 527,04 ha de vegetación secundaria, incrementaron las actividades agropecuarias a 3 346,74 ha de palma aceitera y de superficies agrícolas heterogéneas a 3 011,13 ha, asimismo, dio a conocer el incremento de las tasas de cambio anual de área de palma aceitera en 13,19 %; 5,50 % de zonas urbanizadas y 2,87 % de áreas agrícolas heterogéneas; mientras que la tasa de pérdida de bosque fue 0,47 % anual que equivale a 400,02 ha por año. De la construcción del modelo

predictivo al año 2026 determinó en el escenario tendencial pérdida de 3 975,50 ha de bosque e incremento de mayores superficies agrícolas; en tanto, en el escenario de conservación determinó que se recuperarían 1 042,50 ha de bosque y vegetación secundaria o en transición 2 519,90 ha. Concluyó que, en la cuenca del río Tocache las tasas de cambio de tierra y cobertura fueron altas, generado principalmente por las actividades antrópicas a causa del mal manejo y la poca conciencia acerca del cuidado de la biodiversidad, que se ven reflejadas en la tasa de reducción de bosques y altas tasas de deforestación.

Tarrillo (2019), en el estudio “Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo con imágenes satelitales del distrito de Tacabamba años 2003 y 2018”, Cajamarca, Perú; tuvo el objetivo estudiar los cambios de uso de la tierra por actividades antrópicas durante el año 2018 en la concesión para conservación “El Quinillal”, departamento de San Martín. El estudio tuvo un diseño de investigación no experimental. La población y muestra fue de 10 557,07 ha de área total de la concesión para conservación “El Quinillal”. La metodología utilizada fue la aplicación de técnicas de análisis e interpretación de imágenes satelitales de resolución alta de Worldview-3 y el procesamiento de imágenes satelitales de drones, haciendo uso de softwares como Agisoft Photoscan y ArcGIS 10.4.1. Los resultados mostraron la identificación de seis unidades de uso de tierra que fueron utilizadas por diversas actividades antrópicas, como la ganadería, agricultura, infraestructuras de viviendas, vías de acceso y la tala ilegal, siendo los bosques secundarios 1 254,09 ha (11,88 %), seguido de las purmas con 593,60 ha (5,62 %), la agricultura con 457,79 ha (4,33 %), pastos cultivados/vegetación herbácea con 92,65 ha (0,88 %), 8,27 ha de vías de acceso (0,08 %) y por último, viviendas con 0,64 ha (0,01 %). Concluyó que el 22,80 % del área total equivalente a 2 407,04 ha fueron intervenidas por actividades antrópicas transformándose durante el 2018 de cobertura boscosa en áreas de cultivos agrícolas un total de 32,38 ha, principalmente para la creación de cultivos de “maíz” y “sacha inchi”.

Alegre (2017), en el estudio de tesis “Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal”, Lima, Perú; tuvo como objetivo determinar los cambios que han ocurrido en la cobertura vegetal del suelo de Yauyos (Lima), en el período de los años 1997 al 2017. El estudio tuvo un diseño no experimental. La superficie de 699

051,38 ha fue la población y muestra. Utilizó las técnicas de procesamiento cartográfico de datos satelitales, composición de imágenes espectrales, mosaico de las imágenes multiespectrales, índice de vegetación de diferencia normalizada y la clasificación no supervisada de las imágenes satelitales Landsat 5 y 8 para el año 1997 y 2017, respectivamente. Encontró como resultados que la superficie de la provincia en estudio en cuanto a unidades de cobertura vegetal presentó 7 de 60 unidades, asimismo, describe que en el período estudiado la cobertura vegetal permanente que se perdió fue de 73 177,40 ha que representa el 10,50 % de la superficie total, en tanto, la superficie de cobertura vegetal temporal aumentó a 41 974,10 ha entre los años estudiados, por otro lado, la cobertura rala y superficie desnuda incrementó en 31 203,30 ha equivalente al 4,50 % de la superficie total y presentó una tasa anual del 1,10 %, equivalente a $1\,560,20\text{ ha}\cdot\text{año}^{-1}$, para lo cual usó el programa ArcGIS. El estudio concluyó que los cambios ocurridos en la cobertura vegetal de la superficie de la provincia de Yauyos en el período estudiado se dieron negativamente, con una pérdida de cobertura vegetal permanente del 10,50 % del total y cuya vegetación es considerada como irrecuperable.

Rojas (2017) realizó el “Análisis de los cambios de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos – Cajamarca, período 1989-2015”, Cajamarca, Perú; tuvo el objeto de analizar las variaciones en cobertura y uso del suelo, período 1989-2015, en el distrito de Ichocán. El diseño del estudio fue de tipo descriptivo no experimental. Las técnicas que aplicó fueron la observación y la interpretación de imágenes satelitales, los instrumentos utilizados fueron las imágenes satelitales, listas de chequeo, ficha de recolección de datos agrícolas y mapa de cambio de uso por cobertura y uso de suelo. La población y área de estudio fue el ámbito del distrito Ichocán que abarca una superficie de 68,07 km². La metodología utilizada fue la fotointerpretación de imágenes satelitales LANDSAT para un período de 26 años, hizo un análisis espacial para identificar las coberturas y uso de suelo, recolectó información en campo y validó la información en gabinete. Los resultados indicaron que las coberturas presentes durante el período de estudio fueron: zona urbana continua, pastos, áreas agrícolas heterogéneas, arbustal, bosques sembrados, vegetación arbustiva y herbácea, lagos, lagunas y pantanos naturales permanentes, asimismo, determinó que las clases de cobertura y uso de suelo experimentó un cambio de sus áreas en una extensión de 1 768,40 ha que representa el 25,98 % de la superficie total, en tanto 5 038,20 ha que equivale al 74,02 % de la superficie total no

cambiaron. El estudio concluyó que, la mayoría de los cambios de cobertura y uso de suelo fueron ocasionados por actividades antrópicas como el aumento de pasto y la disminución de vegetación, como causa de la permanente intervención de la agricultura intensiva.

Zorogastúa *et al.* (2011) en el estudio “Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura – Perú”, tuvieron como objetivo de valorar la modificación de la cobertura y el uso de la tierra en el departamento de Piura. El diseño de estudio fue no experimental. Los instrumentos para la recopilación de información fueron las imágenes satelitales y el mapa de coberturas elaborado por el INRENA y las técnicas consistieron en la digitación, procesamiento de las bandas y la clasificación supervisada. La población de estudio fue la superficie del departamento de Piura 3 640,348 ha. La metodología consistió en el proceso digital de imágenes satelitales LANDSAT 5 entre los años 1999 y 2001, desarrollaron una clasificación supervisada e hicieron uso del algoritmo de máxima verosimilitud, la información obtenida se comparó con el mapa de bosques secos producto de la interpretación visual de imágenes LANDSAT 5 registradas entre los años 1986 y 1994 elaborado por el INRENA. Los resultados evidenciaron mejora en el bosque seco 454 028 ha equivalente a 12,50 %; retroceso en el bosque seco 839 597 ha en 23,10 %; centros poblados con 8 932 ha equivalente a 0,20 %; cuerpos de agua 3 1950 ha con uso de 0,9 %; manglar de 71 ha con 0,00 %; estuario con 2 036 ha equivalente a 0,10 %; sales con 65 054 ha equivalente a 1,80 %; áreas hidro-mórficas con 930 ha en 0,00 %; otras formaciones vegetales de 679 165 ha con una equivalencia de 18,70 %; nubes y otros con 53 070 ha y 116 548 ha equivalentes a 1,50 y 3,20 % respectivamente. Concluyeron que, las imágenes satelitales fueron clasificadas con 89 % de acierto que al compararse con la clasificación del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), permitieron determinar la dinámica del espacio temporal de los bosques secos, además cuantificaron los retrocesos y mejoras de estos bosques, determinando que el 38 % del área del bosque seco se mantuvo sin variación, el 13 % logró mejorar su condición y el 23 % redujo su cobertura; sobre las áreas de cultivos obtuvo una superficie de 141,321 ha (3,88 %) al 2001. Él estudio concluyó que, el procesamiento digital de las imágenes de satélite logra acelerar la evaluación y fue más precisa que la interpretación visual desarrollada en el estudio del INRENA.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. Cobertura y uso de suelo

La dinámica del uso del suelo es un indicador muy importante, que nos permite entender si el paisaje está cambiando como resultado de las actividades humanas, cambios climáticos y cambios demográficos, permitiendo evaluar las consecuencias que traen consigo en los ecosistemas y medio ambiente, en el cual la población tiene una gran responsabilidad de enfocar estrategias de planificación e implementar una gestión sostenible del territorio (Al-Darwish *et al.*, 2018; Rakib *et al.*, 2020).

El uso de suelo es el proceso mediante el cual se describe el cambio cualitativo y cuantitativo entre las clases de cobertura vegetal y uso de suelo, los cuales están determinados por las actividades que realizan las personas en el territorio, en la cual la expansión de las ciudades genera el cambio de cobertura y uso de suelo (Yonaba *et al.*, 2021).

Alcántara (2014) indica que el uso del suelo es la jerarquización del territorio de acuerdo con la actividad actual destinada, entre ellos tenemos: uso recreativo, industrial, comercial, entre otros; relacionándose con el equilibrio social y económico, Asimismo menciona que la cobertura del suelo viene a ser la categorización del territorio teniendo en cuenta sus distintas propiedades biofísicas, tales como: urbana, cultivos, forestal, ríos, carreteras, edificaciones, etc. El uso de suelo tiene una connotación con las actividades humanas que desarrollan sobre él, para cambiarlo o mantenerlo como la agricultura, silvicultura, y construcciones que modifican los procesos de la superficie de la tierra incluidas la biogeoquímica, hidrología y biodiversidad (García, 2008).

1.2.2. Cambios de cobertura vegetal

Ramos (2007) menciona que, Los cambios de cobertura de suelo son ocasionados por el dominio de la naturaleza a través de los factores naturales meteorológicos, hídricos y antrópicos, generalmente debido al cambio de uso de suelos, edificaciones, incendios, entre otro. El ser humano el principal responsable de esta alteración, todo esto afecta la capacidad

de los ecosistemas para proveer servicios ambientales, en el cual la disminución de la cobertura vegetal contribuye al cambio climático y a la degradación del suelo como recurso (Loza y Taype, 2021).

El cambio de cobertura vegetal es un fenómeno que afecta la capacidad de proveer servicios ambientales y se produce principalmente por las presiones rurales, puesto que este factor incita a las personas a aprovechar nuevas tierras de manera irracional, con el fin de conseguir un medio de subsistencia seguro, lo cual provoca un mayor agotamiento de los recursos naturales, por el uso insostenible, representados principalmente por la deforestación, para la expansión de cultivos a pequeña y gran escala, factor que a su vez se encuentra influenciado por fundamentos socioeconómicos, políticos y culturales, los cuales al interactuar destruyen y modifican los ecosistemas naturales (Contreras, 2015; Hassan *et al.*, 2016).

1.2.3. Causas principales del cambio de cobertura vegetal

El análisis del cambio de cobertura y uso del suelo es muy esencial, puesto que, ayuda en la elaboración de estrategias y en la toma de decisiones para entender las causas que generan los cambios en la superficie terrestre, ya que muestran los escenarios futuros de los cambios potenciales que ocurrirían, en la cual los planificadores y gestores, pueden plantear acciones de prevención ante los posibles impactos de la degradación del suelo y pérdida de cobertura (Sardar y Samadder, 2021).

a. Deforestación

Ángeles y Jáuregui (2015), mencionan que la deforestación es el fenómeno por el cual la cubierta forestal de un bosque es eliminada totalmente por medio de acciones producidas directamente por el hombre, afectando directamente al medio ambiente y generando una alteración en el suelo, trayendo consigo pérdidas tanto de especies animales y vegetales, como también generando el calentamiento global, todo esto se ocasiona principalmente por la tala de bosques, para la extracción de madera; la eliminación de árboles dentro de zonas de vocación forestal con el objetivo de preparar los terrenos para fines agropecuarios y los incendios forestales entre otros, cuyo resultado se ve reflejada en las pérdidas de superficie forestal (bosques naturales) ocasionadas en el Perú. El Perú cuenta con 73 millones de

hectáreas de bosques que se caracterizan por tener una amplia diversidad, de la cual se distinguen los bosques amazónicos que comprenden la mayor superficie con 94 % del área forestal, los bosques secos que abarcan el 5 % y los bosques andinos con 0,5 %. Tanto los bosques amazónicos como los no amazónicos experimentan fuertes presiones, ya que la deforestación afecta también las vertientes occidentales, oriental andina y laderas de valles interandinos. No obstante, la dinámica de deforestación en bosques amazónicos, debido a su importancia en términos de área, se establece predominantemente en las estrategias en el tema de bosques. El Perú es el segundo país con mayor extensión de bosques húmedos amazónicos, al 2013 se contaba con 69 millones de hectáreas, más del 75 % de esta área se ubica en las regiones de Loreto (más de la mitad), Ucayali y Madre de Dios (SERFOR, 2015).

b. Expansión agropecuaria

La agricultura es uno de los factores que causan principalmente la deforestación y cambio de uso del suelo, ya que se busca generar ingresos a través de la producción de alimentos, sin importar la sobreexplotación de las tierras, generando así la transformación y la pérdida de su potencial productivo, teniendo como resultados tierras infértiles (Pérez *et al.*, 2008).

La agricultura provoca muchas alteraciones debido a las múltiples perturbaciones que causa al ecosistema en cada estación de crecimiento. Estas pueden afectar a la biodiversidad en todos los niveles (genes, especies, funciones y ecosistemas), en conjunto con la pérdida de biodiversidad, también se evidencia un deterioro de servicios ecológicos fundamentales, como la regulación del agua, gases, nutrientes y clima, además de la provisión de hábitat y refugio para organismos benéficos (Requesens y Silva, 2011; De la Fuente y Suárez, 2008).

c. La minería

La minería es la actividad que causa mayor alteración en el ecosistema, sea mediante cambios de cobertura vegetal, afectaciones en el suelo y contaminación de fuentes hídrica que dan soporte a las coberturas vegetales (Espinoza, 2022).

Actividades que son capaces de traer consigo graves daños al medio ambiente a largo plazo, causando consigo pérdidas irremediables en los ecosistemas, daños a los seres vivos y a la naturaleza (Lillo, 2011). Por ejemplo, la minería aluvial de oro resulta ser responsable de la transformación de superficies de un territorio, cuyas coberturas en diferentes períodos fueron ocupadas por otras, como bosques, herbazales, cultivos y pastos (Pulido, 2021).

1.2.4. Usos secundarios del cambio de cobertura vegetal

a. La migración

Es el movimiento de personas de un lugar a otro con el propósito de establecer una nueva residencia, en lo cual la migración puede ser temporal o permanente pasando por varias etapas y cursando cambios significativos en la realidad demográfica, social y económica configurando la sociedad actual generando un continuo aumento de población migrante (Carbajal y Serrano, 2022).

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014), el crecimiento poblacional hace que las oportunidades sean cada vez menores, quedando, así como única opción, la migración a áreas donde puedan habitar, como la Selva; para tomar posición de terrenos de forma ilegal, sin medir las consecuencias. La migración ejerce fuerte cambio sobre los recursos naturales y el bosque, convirtiéndolos en áreas de cultivos agropecuarios, utilizados para la sobrevivencia y sustento.

b. Las políticas gubernamentales

En la época de los 80 y 90 se ocasionó una de las etapas con mayor deforestación en la Amazonía peruana; promovidos por el Estado a través de proyectos de inversión, teniendo como objetivo el incremento de la producción y productividad del agro, dando más importancia a la implementación de la infraestructura vial (Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana [IIRSA], 2006).

1.2.5. Crecimiento urbanístico

Según el artículo 4 del Decreto Supremo N°022-2016-MINAM, el término urbanización se define como “la sucesión del aumento de la población y de sus actividades económicas en los centros poblados”. (p. 4)

Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF] (2012), alude que “el crecimiento urbano hace referencia al incremento de la población, donde el crecimiento poblacional en la zona urbana depende de la migración de habitantes de las zonas más vulnerables a las ciudades”. (p. 9)

El crecimiento urbano viene a ser el aumento de la cantidad de personas que viven en los pueblos o ciudades, ya sea en su totalidad o no, lo cual depende del aumento natural de dicha población y de los nuevos habitantes que adquieran esas zonas debidas a la migración neta del campo a las ciudades y, por otra parte, debido a la reclasificación de los asentamientos rurales en ciudades y pueblos (UNICEF, 2012).

El crecimiento urbano de manera descontrolada es consecuencias de las tasas de natalidad, lo cual se genera principalmente en lugares de menos ingresos económicos en lo cual la expansión urbana crece de manera acelerada sin ningún control, en el mundo los casi 1000 millones de personas que viven en situación de pobreza habitan en situaciones informales y les conlleva vivir en situaciones precarias en viviendas con malas condiciones y sin acceso a los servicios públicos esenciales (World Bank, 2022).

1.2.6. Componentes demográficos que influyen en el crecimiento poblacional

a. Fecundidad

Según Haupt y Kane (2003) la fecundidad “es la relación que existe entre la cantidad de niños nacidos y la cantidad de mujeres en edad de concebir, involucrando así la capacidad reproductiva de una mujer”. (p. 13)

b. Mortalidad

Es la cantidad de defunciones que se originan dentro de una población en un rango de tiempo definido. La estadística de la composición poblacional toma en cuenta la edad y sexo de la población. La mortalidad se ve influenciada por la composición poblacional y por el entorno ambiental, social, económico, cultural, etc., que influyen en las causas de riesgo de ocurrencia de enfermedad y muerte, así mismo; los componentes de resguardo a la salud influyen en la mortalidad, por el acceso y la calidad de atención en los servicios de salud, las instalaciones sanitarias y costumbres de respuesta ante riesgo y resguardo de las comunidades (Haupt y Kane, 2003).

c. Migración

Según Haupt y Kane (2003), la migración “es el movimiento geográfico de personas a través de una frontera específica con fines de establecer una residencia permanente o semipermanente, siendo un componente de cambio para la población”. (p. 35)

1.2.7. Impacto del crecimiento urbano en el medio ambiente

Al hablar de crecimiento poblacional, principalmente lo relacionamos con el progreso de las áreas urbanas, tanto económico, social, político y cultural en el cual la expansión urbana trae impactos negativos al reducir las tierras para cultivo, lo cual afecta a la demanda de energía y reduce la biodiversidad (Hernández, 2016). La migración de la población rural hacia las ciudades ha hecho que estas crezcan últimamente de manera significativa, generando así cambios radicales; por lo que es necesario cambiar el modelo de desarrollo actual hacia un mundo sustentable para evitar la pérdida de estos ecosistemas naturales, su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que brinda (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y el Desarrollo [FAO], 2019).

El incremento poblacional genera el deterioro del medio ambiente con la fragmentación de hábitats en las ciudades trae consigo ventajas y desventajas, significando un desarrollo económico sobresaliente, así mismo, generando cambios al medio ambiente y a la calidad de vida del ser humano. Es por ello que algunos gobiernos han decidido buscar alternativas

para conservar las áreas verdes, conservar la biodiversidad, velar por el equilibrio ambiental y evitar el hacinamiento, ya que estos generan desorden y alteración de la metrópolis además es de interés social y ambiental para que pueda crecer la ciudad de manera sostenible sin afectar a las futuras generaciones, la flora y la fauna (Hernández, 2016; Guerrero, 2022).

La gestión adecuada del ambiente y el crecimiento urbano deben estar relacionados entre sí para poder encontrar un equilibrio entre ambos, ya que según investigaciones queda demostrado que la economía de sustento deja sin efecto a las prácticas medioambientales, dado que toman como principal decisión el bienestar económico dejando de lado a la conservación del medio ambiente, generándose cambios radicales y la degradación del ambiente, es por ello que es muy importante lograr una gestión urbana flexible, en la cual se tome en cuenta una planificación adecuada, donde se promueva el desarrollo integral a partir de una visión estratégica y compartida de la ciudad, adaptándose al enfoque de sostenibilidad del desarrollo local (Jordán y Simioni, 2003; Vásquez, 2014).

Para adoptar un rumbo medioambiental es esencial que se interprete la dependencia que tiene el ser humano de un sistema medioambiental natural en actividad. Las personas necesitan refugio, alimentos, acceso al agua y aire limpio, para que sus vidas sean seguras y saludables, con autonomía de su estatus geográfico, político, cultural o social y así mantener un equilibrio ambiental y tener acceso igualitario a los recursos ambientales, logrando así la sostenibilidad del ambiente (Jordán y Simioni, 2003; FAO, 2019).

1.2.8. Impacto ambiental

Hace referencia a los efectos dejados o causados por una acción o suceso que puede ser favorable o desfavorable, en las cuales las malas acciones del hombre son las consecuencias principales de producirse estos impactos negativos al medio ambiente, siendo la ecología aquella ciencia que se basa principalmente en examinar dichas consecuencias y tener en cuenta la magnitud del impacto producido o que puede llegar a producir; a su vez se encarga de buscar la concientización por parte de los gobiernos y naciones mediante proyectos de ley que aporten a disminuir los impactos negativos que se ocasionan al medio ambiente (Leyva y Livias, 2019; Perales, 2021). Muchas veces el impacto ambiental que produce una

sociedad o empresa en zonas aledañas es totalmente desconocido por la sociedad debido a que esto permite aumentar su economía y generar ingresos a las familias. Tal es así que, por ejemplo, una empresa petrolera suele provocar, con sus métodos extractivos, daños irreversibles al ambiente que no son tomados en cuenta; como consecuencia de la importancia económica que la misma ejerce sobre el Estado, por lo tanto, al hablar de impacto ambiental nos referimos a aquellas acciones del hombre que generan cambios en el ambiente, las cuales pueden ser negativas o positivas (Leyva y Livias, 2019).

Centrándose principalmente en la problemática de la presión de la urbanización sobre las áreas agrícolas o naturales; se presentan una serie de impactos ambientales negativos, entre los cuales se destaca principalmente la pérdida y degradación de los ecosistemas, así como la pérdida de biodiversidad implicando un deterioro del paisaje, todo estos impactos conllevan la reducción de los servicios ecosistémicos como el suministro de alimentos, regulación del clima, purificación del aire y agua, alteración de la topografía, la contaminación, reducción de especies nativas (Hernández, 2016; Anaya, 2023).

Según Sammartino (2020) menciona que, respecto a las áreas agrícolas o naturales, la principal medida para reducir las consecuencias negativas es a través de una planificación y control de la expansión urbana y de usos de suelo. Con este enfoque, Moschella (2012) recomienda como algunos principios básicos para una adecuada planificación de la ciudad y su zona de influencia: la conservación de los ecosistemas naturales, mantenimiento de los espacios naturales de grandes dimensiones e interconectados y zonificar definiendo la intensidad y frecuencia de uso según la capacidad de soporte de cada zona.

1.2.9. Leyenda Corine Land Cover (CLC)

La leyenda de clasificación Corine Land Cover para nuestro país parte de la adaptación de la metodología para aquellos países que conforman la Comunidad Andina de Naciones (CAN) lo cual lo conforman Colombia, Venezuela, Bolivia y Perú, es por ello que paralelo al desarrollo de los estudios en cambios de cobertura y usos de tierra en el Perú, el MINAM viene impulsando y asesorando a través de la Dirección de Ordenamiento territorial (DGOT) a los gobiernos regionales para que puedan adoptar esta metodología de clasificación de la

tierra, dicha propuesta de leyenda fue logrado a través de la aplicación del proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Cobertura Andina, en el cual se presentan las unidades de clasificación adoptados a nuestro país, mediante el uso e imágenes satelitales y herramientas del SIG para el procesamiento de la información (MINAM, 2014). La propuesta nacional de dicha unidad se detalla en la tabla 1.

Tabla 1

Propuesta de Leyenda De Cobertura de la Tierra-Perú

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Definición de nivel II	Comentario
1. Áreas Artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo 1.1.2 Tejido urbano discontinuo		Las áreas urbanizadas incluyen los espacios cubiertos por infraestructura urbana y todas aquellas áreas verdes y redes de comunicación asociadas con ella, que configuran un tejido urbano.	Requiere información secundaria
	1.2 Áreas industriales e infraestructura	1.2.1 Áreas Industriales o comerciales		Comprende áreas cubiertas por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad.	Requiere información secundaria
		1.2.2 Red vial, Ferroviaria y terrenos asociados			
		1.2.3 Áreas portuarias			
1.2.4 Aeropuertos					
1.2.5 Obras hidráulicas					
1.3 Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombrecas	1.3.1 Áreas de extracción de minería e hidrocarburos	1.3.2 Áreas de disposición de residuos		Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras e hidrocarbúferas, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen. (Incluye colas y desmontes)	Requiere información secundaria
	1.4 Áreas verdes artificiales no agrícolas	1.4.1 Áreas verdes urbanas	1.4.2 Instalaciones recreativas		
2. Áreas Agrícolas		2.1 Cultivos transitorios			Pe: Será Necesario mapear caña a nivel 3 para luego

Continuación

			ejemplo los cereales (maíz, trigo, cebada y arroz), los tubérculos (papa y yuca), las oleaginosas (el ajonjolí y el algodón), la mayor parte de las hortalizas, algunas especies de flores de cielo abierto.	estandarizar las estadísticas nacionales y regionales.
	2.2 Cultivos permanentes		Comprende los territorios dedicados a los cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a dos años, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen en esta categoría los cultivos industriales de caña, los cultivos de herbáceas como plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como árboles frutales.	
	2.3 Pastos		Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición Florísticas dominad principalmente por las familias Poaceae y Fabaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un periodo de 2 o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente y en el manejo posterior que se hace.	
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		Son unidades que se reúnen dos o más clases cobertura agrícolas y naturales. Están, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricas que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tendencia de la tierra. 70% intervenido en la UMN. Si el % es menor, la cobertura continua define a la matriz.	Pe: se Trabajará evaluar si es posible subdividir el 2.4 en 2.4 y 2.5.
3. Bosques y áreas	3.1 Bosque	3.1.1 Bosque denso bajo 3.1.2 Bosque abierto bajo	Altura mayor a 5m. Cobertura mayor a 10%. Umbral entre denso y abierto: 70% de cobertura. Los bosques riparios y	

Continuación

mayormente naturales	3.1.3 Bosque denso alto		otros ecológicamente discernibles entrarían como nivel 4.	
	3.1.4 Bosque abierto alto		Se consideran excepciones importantes definidas por restricciones bioclimáticas y biogeográficas (particularmente en Perú y Bolivia), como los bosques de <i>Polylepis</i> o <i>Prosopis</i> .	
	3.1.5 Bosque fragmentado			
	3.2 Bosques Plantados		Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).	
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	3.1.1.1 Herbazal denso 3.1.1.2 Herbazal abierto	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Una hierba es una planta no lignificada o apenas lignificada, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos. Tanto subterráneos como epigeos (Font Queur, 1982). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o sus intervenciones han sido selectivas y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999)
		3.3.2 Arbusta	3.1.1.1 Arbustal denso 3.1.1.2 Arbustal abierto	Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 2, fuertemente ramificado en la base y sin copa definida (FAO, 2001).
		3.3.3 Vegetación		Comprende aquella cobertura vegetal originado por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta
				La categoría 3.3 se

Continuación

	secundaria o transición		luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.	representa a nivel 3.
	3.3.4 Vegetación arbustiva/ herbáceas	3.1.4.1 Vegetación arbustiva / herbácea densa	Comprende los territorios cubiertos por una mezcla de vegetación arbustiva y herbácea, desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos	
		3.1.1.2 Vegetación arbustiva / herbácea abierta		
	3.3.5 Arbustal / área intervenida e de agua			
	3.3.6 Herbazal / área intervenida			
	3.3.7 Arbustal - Herbazal / área intervenida			
3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.1 Áreas arenosas naturales		Comprende aquellos territorios en los cuales vegetal no existe o escasea, compuestas principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve.	
	3.4.2 Afloramientos rocosos			
	3.4.3 Tierras desnudas (incluyen áreas erosionadas naturales y también degradadas)			

Continuación

		3.4.4 Áreas quemadas
		3.4.5 Glaciares
		3.4.6 Solares
4. Áreas	4.1 Áreas húmedas continentales	4.4.1 Áreas pantanosas
		4.1.2 Tuberías y bofedales
		4.1.3 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua

Nota: Ministerio del Ambiente, 2014. Este esquema de la leyenda Corine Land Cover ha sido adaptado para Perú y es una metodología para la construcción de mapas de cobertura y uso de la tierra.

1.2.10. Landsat

La serie de satélites Landsat de la Nasa, fue el primer programa diseñado para la detección remota de las características ambientales de la tierra, siendo el satélite que proporciona un registro temporal de imágenes multispectrales más largos de la historia, La primera versión (Landsat 1) fue lanzado en 1972 y años posteriores fueron lanzadas las misiones Landsat 2, 3, 4,5s y 7, que proporcionaron observaciones de longitud de onda térmica y reflectiva de cobertura casi global con un aumento de la fidelidad espectral y espacial (Zanter, 2018).El ultimo satélite de esta serie es Landsat 8 se lanzó un 11 de febrero de 2013, está dividido en dos herramientas científicas: el Operacional Land Imager (OLI) y el Sensor de infrarrojos térmicos (TIRS), los cuales suministran de la masa terrestre su cobertura estacional a una distancia de 30 m (visible, NIR, SWIR), 100 m (térmico) y 15 m (pancromático) (USGS, 2019). La calidad de datos del OLI y TIRS detecta mucho mejor los cambios en la superficie terrestre; las imágenes que se obtienen del satélite Landsat 8 constan de 11 bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros por las bandas 1, 7 y 9; el tamaño aproximado de la escena es de 170 km de norte-sur por 183 km de este a oeste (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2013; Zanter, 2018).

1.2.11. Preprocesamiento de imágenes

Es una actividad de bajo nivel, el cual es utilizado para mejorar la calidad de una imagen, utilizada principalmente para reducir el ruido, mejorar su contraste, debido a ello es necesario realizar un acondicionamiento de la misma para evitar un error al momento de tomar una decisión. Esta falla puede suceder en el momento de hacer la captura de la imagen, las utilidades de estas técnicas permiten el mejoramiento de las imágenes digitales (González y Woods, 2002; López, 2010).

a. Correcciones geométricas

González (2012) menciona que la corrección geométrica se encarga de posicionar la imagen en la zona adecuada y así compensar aquellas distorsiones que tiene, con la finalidad de lograr un mapa de calidad. La identificación de puntos de control, el manejo efemérides, DEM o los re-muestreos de piel son algunas técnicas empleadas para corregir nuestra imagen (Aldás, 2019).

b. Correcciones radiométricas

Las correcciones radiométricas, son las que se basan en la conversión de los valores digitales de la imagen a magnitudes de radiancia y reflectancia, corrigiendo así fallas que existen en los píxeles, entre los diversos motivos que influyen en estas distorsiones de las imágenes satelitales encontramos fallos de los propios sensores, alteraciones en el movimiento del sensor o la interferencia de la atmósfera (Pérez, 2012; Guerra, 2021).

c. Correcciones atmosféricas

Se aplica en aquellas imágenes en las cuales sus componentes se ven alterados, debido a que el grosor de la atmósfera puede ser variado y las nubes pueden interferir en la percepción del sensor, ocasionando la inadecuada radiación electromagnética, siendo el método más sofisticado para corregir las perturbaciones atmosféricas (Gonzaga, 2014; Guerra, 2021).

1.2.12. Procesamiento y análisis de imágenes satelitales

Según González (2012), viene a ser la manipulación e interpretación que se dan a las imágenes, en la cual se utiliza distintas técnicas de ajuste que van a ayudar a mejorar la calidad y características de éstas.

1.2.13. Clasificación de imágenes

El proceso de clasificación se realiza sobre la base de las imágenes satelitales de tipo ráster, es la fase culminante del tratamiento digital de las imágenes, donde estas imágenes se convierten en vector para la cuantificación de las hectáreas. Los resultados de la clasificación imprimen la calidad final del proyecto desarrollado en función al tipo de estudio que se realizó (Barrera y Garcia, 2015).

a. Clasificación supervisada

Según Sarria (2006), se basa principalmente en el conocimiento y delimitación de la zona en estudio a través de trabajo de campo, lo cual permite la delimitación de áreas sobre las imágenes. Esta clasificación incluye tres fases: (1) establecer el número de clases para

caracterizarlas teniendo en cuenta sus valores de reflectividad, las áreas de entrenamiento y calibración a partir de esas áreas de entrenamiento; (2) validar el modelo de clasificación utilizando áreas de validación, y (3) utilizar el modelo de clasificación que se ha generado para obtener así un mapa de usos del suelo a partir de las diferentes capas de reflectividad (Rees, 2005; Barrera y Garcia, 2015).

b. Clasificación no supervisada

Es aquella en la cual no se necesita conocer el área en estudio, ya que todo el proceso se realiza en una computadora, en el cual los píxeles de una imagen son atribuidos a clases espectrales, sin conocer la naturaleza de estas, donde la clasificación supervisada tiene diferentes algoritmos; por lo general no son completamente automático, el usuario debe especificar algunos parámetros como el número de grupos que desea obtener , tamaño máximo de grupos, la distancia mínima que se permite entre los diferentes grupos, etc.(Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana [BIODAMAZ], 2004; Barrera y Garcia, 2015).

1.2.14. Post procesamiento y validación de resultados

En el post procesamiento se visualizan los resultados obtenidos en todo el proceso, logrando así corregir aquellos pequeños errores que se pueden presentar con la finalidad de potenciar la calidad de la imagen para posteriormente validarlos (Hernández, 2019).

1.2.15. Matriz de Confusión

Una matriz de confusión, también conocida como matriz de error, es una tabla resumida que se utiliza para evaluar el rendimiento de un modelo de clasificación. El número de predicciones correctas e incorrectas se resumen con los valores de conteo y se desglosan por cada clase. Sobre las columnas se ordenan las clases reales (verdad-terreno) y sobre las filas las unidades cartográficas (clases o mapas), (Sánchez, 2016)

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de investigación

Según la manipulación de variables la investigación es de tipo no experimental, debido a que se realizó el procesamiento de información y el análisis de cambio de uso de suelo y la interpretación de los resultados del procesamiento de imágenes satelitales en los periodos 2008, 2014 y 2020.

Según su temporalidad, la investigación es de tipo transversal (Se caracteriza por observar a un individuo o un evento durante un tiempo establecido con el propósito de identificar los cambios que ocurren), se analizó los atributos numéricos del cambio uso de suelo en el área de estudio en el distrito de Nueva Cajamarca para el período 2008-2014-2020. Se identificaron los tipos de coberturas existentes empleando la metodología Corine Land Cover adaptada en Perú, además se realizó el procesamiento de información y el análisis de cambio de uso correspondiente a los períodos mencionados a través de técnicas de teledetección.

2.1.1 Lugar y fecha

El ámbito de estudio se ubica en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín (Ver Figura 2). La ciudad de Nueva Cajamarca, capital del distrito del mismo nombre, está ubicada a 54 km. de Moyobamba y a 167 km. al norte de la ciudad de Tarapoto, a una altitud de 856 m s.n.m. y con una superficie de 4 902,47 ha. La ciudad se organizó territorialmente alrededor de la confluencia del río Yuracyacu con la carretera Fernando Belaunde Terry y ha crecido adoptando a esta vía como su principal eje estructurador urbano, Nueva Cajamarca creció principalmente por la afluencia de población migrante proveniente de las provincias cajamarquinas que llegaban a ocupar tierras agrícolas (Plan Urbano Distrital De Nueva Cajamarca [PUDNC], 2006).

De acuerdo al análisis espacial e integral de las características biofísicas y socioeconómicas, en el ámbito del distrito de Nueva Cajamarca se han identificado 11 zonas ecológicas económicas (ZEE) que deben orientar la ocupación y uso ordenado del territorio y contribuir al desarrollo sostenible (PUDNC, 2006). Ver Figura 1.

Figura 1

Zonas Ecológicas Económicas Del Distrito De Nueva Cajamarca

ZONAS ECOLÓGICAS ECONÓMICAS				SUPERFICIE	
				Hás	%
A.			ZONAS PRODUCTIVAS		
	A.1.		Zonas para Uso Agropecuario		
		1.	Zonas aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica media con limitaciones por suelo.	4 749	14,29
		2.	Zonas aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica media con limitaciones por suelo e inundación – Asociados con tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por inundación y drenaje.	825	2,48
		3.	Zonas aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo – Asociados con tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones de pendiente y suelo.	108	0,33
		4.	Zonas aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica media con limitaciones por suelo – Asociados con tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por drenaje.	2 081	6,26
	A.2.		Zonas para Producción Forestal y otras Asociaciones		
		5.	Zonas para protección por pendiente y suelo – Asociados con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo.	1 565	4,71
	A.3.		Otras Zonas Productivas		
			Áreas de explotación aurífera.		
			Áreas de interés turístico.		
B.			ZONAS DE PROTECCIÓN ECOLÓGICA		
		6.	Zonas de protección por pendiente y suelos.	1 708	5,14
		7.	Zonas de protección por suelos y drenaje.	50	0,15
		8.	Bosque de Protección Alto Mayo.	12 892	38,78
C.			ZONAS DE TRATAMIENTO ESPECIAL		
		9.	Zonas de recuperación por conflicto de uso.	8 223	24,74
		10.	Zonas de recuperación por conflicto de uso en el Bosque de Protección Alto Mayo.	479	1,44
D.			ZONAS DE VOCACIÓN URBANO Y/O INDUSTRIAL		
		11.	Zona de expansión urbana – industrial.	247	0,74
E.			OTRAS ZONAS		
			Centros Poblados Urbanos	316	0,95
			Caseríos		
TOTAL				33 243	100

Nota: Plan Urbano Distrital De Nueva Cajamarca (2006).

Límite distrital

Según la Municipalidad distrital de Nueva Cajamarca (MDNC,2013), el distrito de Nueva Cajamarca políticamente limita con los siguientes distritos:

Por el noroeste: Distrito de Awajún

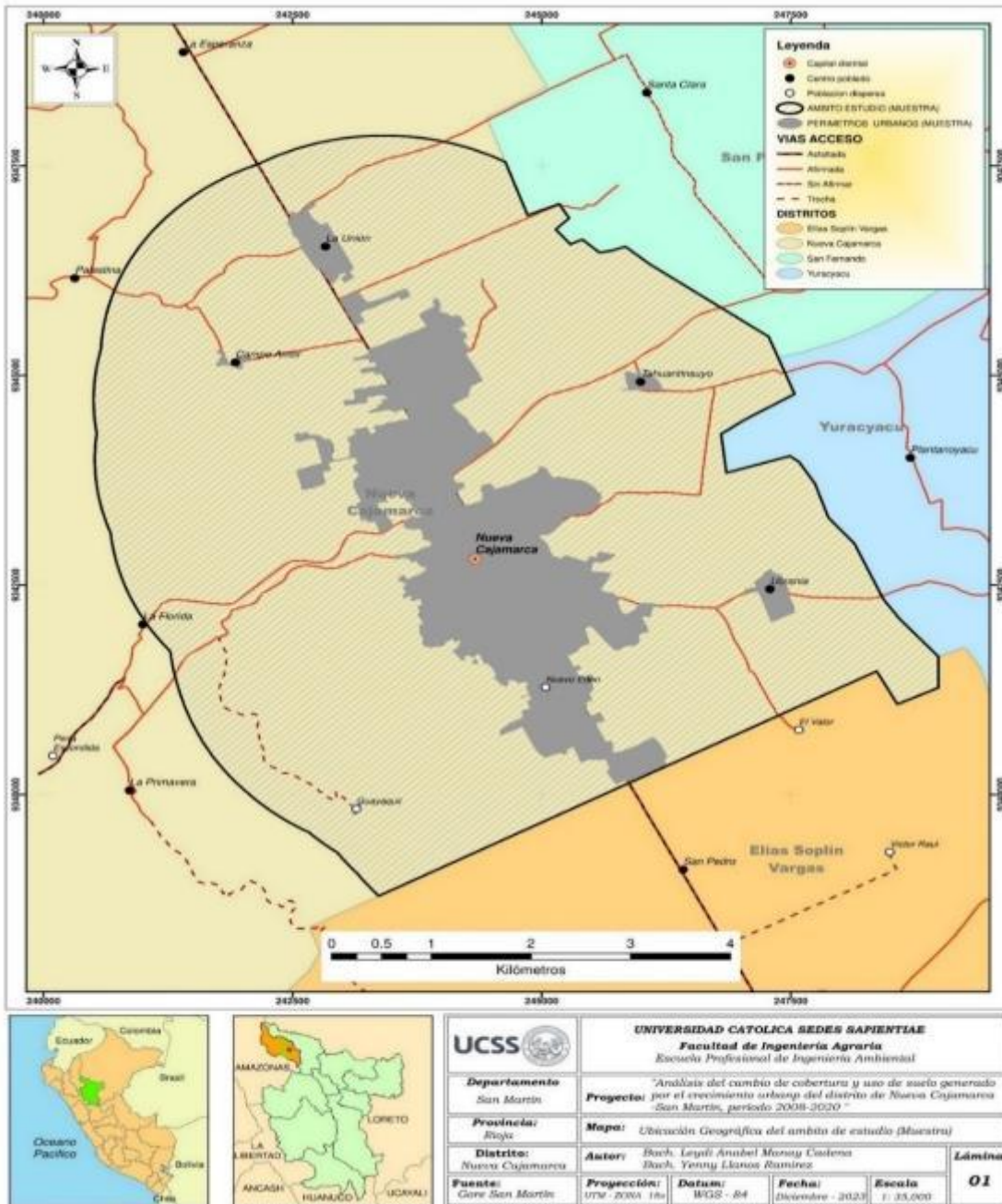
Por el sureste: Elías Soplín Vargas

Por el suroeste: Departamento de Amazonas

Por el este: Distritos de Awajún, San Fernando y Yuracyacu

Figura 2

Mapa de ubicación del ámbito de estudio



La fecha de ejecución de la investigación se inició en el mes de agosto del 2020 y finalizó en el mes de diciembre del mismo año

Clima

El clima del distrito de Nueva Cajamarca es húmedo y semicálido las temperaturas varían entre 18 °C mínima y 32 °C máxima. Los meses entre julio y septiembre son los más fríos y durante la noche la temperatura puede bajar hasta 15 °C (MDNC, 2013).

Geomorfología

Este paisaje se caracteriza por su relieve plano o ligeramente ondulado formado, en su mayor parte, por acción de aguas tranquilas, lo cual ha determinado el desarrollo de suelos de textura fina (MDNC, 2013).

Precipitación

Las precipitaciones pluviales en Nueva Cajamarca tienen dos épocas bien marcadas durante el año: una lluviosa entre los meses de diciembre a mayo, y otra en los meses de junio y noviembre. El promedio de precipitaciones pluviales total varía entre 1000 y 1400 al año. El número de días de lluvia varía entre 84 y 114 a lo largo del año (MDNC, 2013).

Ecología

La zona del Alto Mayo es quizás una de las más ricas en cuanto a diversidad biológica, microclimas y ecosistemas, debido a su amplio rango de condición agroecológica y esto probablemente explica la gran variabilidad de cultivos nativos e introducidos, que se aprovechan en esta parte de la Selva Alta. A la vez, ha sido sometida a una sobre explotación continuada de los recursos bosques, suelo y fauna silvestre, dando lugar a que algunas de las especies de importancia económica estén al borde de la extinción y otras que también están amenazadas, no obstante , Nueva Cajamarca aún posee innumerables recursos, muchos de ellos sin explotar o muy pocos explotados, como los recursos turísticos o algunos recursos de la flora como planta medicinal, comestibles y una gran variedad de orquídeas y plantas ornamentales (MDNC, 2013).

2.1.2 Población y muestra

Población

La población está conformada por el área geográfica del distrito de Nueva Cajamarca, que comprende una superficie de 33 648,09 ha (Infraestructura de datos espaciales Regional [IDERSAM] del departamento de San Martín, 2023).

Muestra

La muestra está conformada por la superficie a 2,5 km alrededor de perímetro de la ciudad de Nueva Cajamarca y a su vez acotada a la jurisdicción del distrito de Nueva Cajamarca. La superficie presenta 4 902,47 hectáreas y se localizan los centros poblados siguientes: Nueva Cajamarca, Ucrania, Tahuantinsuyo, La Unión y Campo Amor, los cuales son considerados como centros urbanos asimismo se localizan 02 centros poblados de población dispersa Guayaquil y Nuevo Edén el cual se encuentra conurbado en el área urbana de la ciudad de Nueva Cajamarca (Tabla 2).

Tabla 2

Localización de los centros poblados del ámbito de estudio

Centro poblado	Coordenadas UTM	
	Este (m)	Norte (m)
Ucrania	247291,00	9342451,00
Nueva Cajamarca	244332,00	9342808,00
Tahuantinsuyo	245992,00	9344924,00
Campo Amor	241926,00	9345156,00
La unión	242832,00	9346538,00
Guayaquil	243141,00	9339828,00
Nuevo Edén	245039,00	9341280,00

2.1.3 Técnicas e Instrumentos

La técnica utilizada para el análisis de los datos fue la interpretación o análisis visual y las técnicas de percepción remota (Figueredo *et al.*, 2020). Los instrumentos de investigación fueron:

- Imágenes satelitales sensor Landsat 5: Para el análisis del año 2008.
- Imágenes satelitales sensor Landsat 8: Para el análisis del año 2014 y 2020.
- Metadatos de las imágenes satelitales.
- Imágenes de alta resolución del servidor de imágenes de Google Earth y SASPlanets.
- Cartografía base del departamento de San Martín, según la IDERSAM.

2.1.4 Descripción de la investigación

El desarrollo del presente análisis se realizó en el ámbito de la muestra con superficie de 4 902,47 ha en el cual se analizaron los cambios de uso y cobertura según la clasificación de Corine Land Cover (CLC) adaptada para Perú (Ministerio del Ambiente, 2014). El análisis abarcó los cambios de uso y cobertura según CLC en el ámbito indicado el cual contiene los cambios ocurridos por la dinámica del crecimiento urbano que es el objetivo central del presente análisis, en el cual el centroide del área de estudio se definió a partir de las siguientes coordenadas 244334,72 m Este y 9342802,73 m Sur, que se ubica en la plaza de armas de Nueva Cajamarca, considerando que abarca los cinco centros urbanos localizados en el ámbito de la muestra: Nueva Cajamarca, Ucrania, Tahuantinsuyo, La Unión y Campo Amor para los períodos de análisis 2008-2014 y 2014-2020 según la secuencia que se detalla a continuación:

a) Etapa inicial de gabinete

Preparación del plan general de trabajo

Esta etapa se basó en la elaboración del perfil del proyecto de investigación, donde se consideró la definición de objetivos, descripción de materiales, métodos y procedimientos, apoyándose de investigaciones similares; además, se organizó detalladamente el trabajo y la formulación del cronograma de actividades.

Adquisición de datos cartográficos: cartografía base

Se realizó adquisición de información cartográfica a nivel regional que maneja el Gobierno Regional de San Martín en el marco de su Infraestructura de Datos Espaciales Regional (IDERSAM). Los datos cartográficos obtenidos en formato vectorial ESRI Shapefile (SHP) corresponde a los siguientes:

- **Centros poblados:** Dato vectorial en geometría de puntos de localización de los centros poblados de la provincia de Rioja.
- **Limites políticos administrativos:** Dato vectorial en geometría de polígonos de los ámbitos de las jurisdicciones distrital que conforman la provincia de Rioja. Incluye el límite jurisdiccional del distrito de Nueva Cajamarca.
- **Vías de acceso:** Dato vectorial en geometría de línea de los ejes viales de la provincia de Rioja.
- **Ríos y/o quebradas:** Dato vectorial en geometría de polígonos de los ríos o quebradas de la provincia de Rioja.
- **Centros urbanos:** Dato vectorial en geometría de polígonos de los perímetros urbanos de los centros poblados según el estudio temático de dinámica de centros poblados elaborado para la formulación de la zonificación forestal del departamento de San Martín.

Adquisición de imágenes de satélite

La adquisición de las imágenes de satélite se efectuó desde el servidor WEB del visor de visualización global GloVis del Servicio Geológico de Estado Unidos, USGS (United States Geological Survey) que provee el servicio libre de búsqueda y descarga a datos de imágenes de satélite. Se descargó imágenes de satélite de mediana y alta resolución Worldview para los años 2008, 2014 y 2020.

Imágenes de satélite de mediana resolución: Esta referido a las imágenes que fueron descargadas para el año 2008 que corresponden al satélite LandSat 5 y las imágenes descargadas referente a los años 2014 y 2020 que corresponden al satélite LandSat 8. Según el área de estudio, para ambos satélites corresponde las imágenes de la ruta (Path Row) 08-64 descargadas. El satélite LandSat 5 tiene un sensor óptico TM que es un avanzado sensor de barrido multiespectral, tiene una resolución espacial de 30 m en las bandas del visible e infrarrojo medio y 120 metros en la banda del infrarrojo termal. La escena terrestre de la imagen es de 185 km. Para el presente análisis se aplicaron las bandas del espectro visible (azul, verde y rojo) y las bandas del infrarrojo (Infrarrojo cercano e infrarrojo medio). En la Tabla 3 y 4 se muestran las especificaciones técnicas de las imágenes LandSat 5 y la distribución de las bandas del sensor TM de LandSat 5.

Tabla 3

Especificaciones técnicas de las imágenes LandSat 5

Item	Descripción
Procesamiento:	Nivel L1TP- Incluye corrección geométrica, radiométrica y de precisión.
Tamaño de píxel:	Bandas multiespectrales: Tomadas a 30 metros. Banda termal: Tomadas a 120 metros.
Características de los datos:	Formato de datos GeoTIFF. Re-muestreo por vecino más cercano. Norte arriba (MAP) de orientación. Proyección cartográfica: Universal Transversal Mercator (UTM). Datum al Sistema Geodésico Mundial (WGS) 84. Los valores de radiometría del píxel en 8 bits.
Entrega de datos:	Archivo comprimido.Tar.gz y de descarga a través de HTTP
Tamaño de archivo:	Aproximadamente 200 MB (comprimido), aproximadamente 300 MB (sin comprimir).

Nota: Centro de Ciencia y Observación de Recursos Terrestres (EROS).

Tabla 4*Distribución de las bandas del sensor TM de LandSat 5*

Tipo Espectral de imagen	Tamaño pixel (metros)	Bandas espectrales	Longitud de onda (micras)	Radiometría
Multiespectral	30	Banda 1 azul	0,45-0,52	8 bits
		Banda 2 verde	0,52-0,60	
		Banda 3 roja	0,63-0,69	
		Banda 4 Infrarrojo cercano1	0,76-0,90	
		Banda 5 Infrarrojo cercano2	1,55-1,75	
Termal	120	Banda 7 Infrarrojo medio	2,08-2,35	
		Banda 6 Infrarrojo térmico	10,4-12,5	

Nota: Centro de Ciencia y Observación de Recursos Terrestres (EROS).

El satélite LandSat 8 tiene los sensores ópticos OLI y TIRS, concebido para proporcionar una mayor resolución espacial, mejor discriminación espectral entre los objetos de la superficie terrestre tiene una resolución espacial de 30 metros en las bandas del visible e infrarrojo medio y 15 metros en modo pancromático. Para el presente análisis también se aplicó las bandas del espectro visible (Azul, verde y rojo) y las bandas del infrarrojo (Infrarrojo cercano e infrarrojo medio). En la Tabla 5 se muestra las especificaciones técnicas de las imágenes LandSat 8, así mismo se muestra en la Figura 3 Imágenes LandSat 5 y LandSat 8 de Path Row 08-64 para el año 2008 descargada, en la Tabla 6 se muestra la Distribución de las bandas en los sensores OLI -Landsat 8 (Generador operativo de imágenes terrestres) y TIRS (sensor infrarrojo térmico), febrero, 2013 y en la Tabla 7 se muestra la Lista de imágenes satelitales descargadas.

Tabla 5

Especificaciones técnicas de las imágenes LandSat 8

Item	Descripción
Procesamiento:	Nivel L1TP- Incluye corrección geométrica, radiométrica y de precisión.
Tamaño de píxel:	Bandas OLI multispectrales 1-7,9-30 m. Banda OLI pancromática 8-15 metros. Bandas TIRS 10 -11: Tomadas a 100 metros y re-muestreadas a 30 m para que coincida con las bandas multispectrales de OLI.
Características de los datos:	Formato de datos GeoTIFF Re-muestreo por convolución cúbica (CC) Norte arriba (MAP) de orientación Proyección cartográfica: Universal Transversal Mercator (UTM) Datum al Sistema Geodésico Mundial (WGS) 84 90 % de confianza de exactitud global para OLI 90 % de confianza exactitud global para TIRS Los valores de radiometría del píxel en 16 bits.
Entrega de datos:	Archivo comprimido.Tar.gz y de descarga a través de HTTP
Tamaño de archivo:	Aproximadamente 1 GB (comprimido), aproximadamente 2 GB (sin comprimir)

Nota: Centro de Ciencia y Observación de Recursos Terrestres (EROS).

Figura 3

Imágenes LandSat 5 y LandSat 8 del año 2008

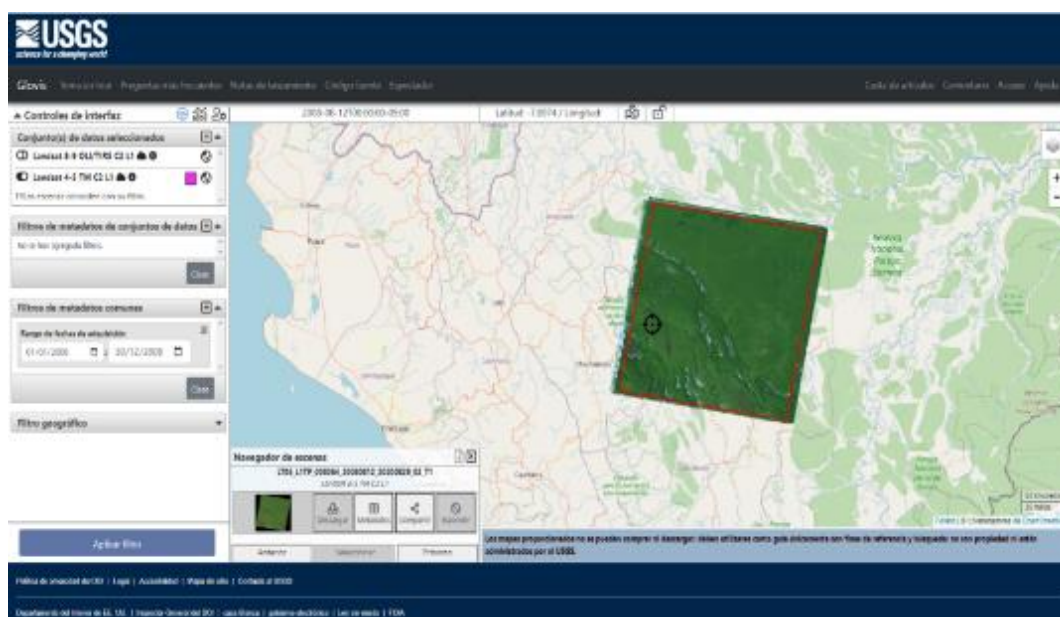


Tabla 6

Landsat 8 - Distribución de las bandas en los sensores OLI (generador operativo de imágenes terrestres) y TIRS (sensor infrarrojo térmico) – febrero, 2013

Bandas	Longitud de onda (μm)	Resolución (m)
Banda 1 – Aerosol costero	0,43-0,45	30
Banda 2 – azul	0,45-0,51	30
Banda 3 – verde	0,53-0,59	30
Banda 4 - rojo	0,64-0,67	30
Banda 5 – infrarrojo cercano (NIR)	0,85-0,88	30
Banda 6 – SWIR 1	1,57-1,65	30
Banda 7 - SWIR 2	2,11- 2,29	30
Banda 8 - pancromático	0,50- 0,68	15
Banda 9 - cirrus	1,36- 1,38	30
Banda 10 - infrarrojo térmico (TIRS) 1	10,60-11,19	100
Banda 11 - infrarrojo térmico (TIRS) 2	11,50-12,51	100

Nota: Adaptado de USGS, 2013.

Tabla 7

Lista de imágenes satelitales descargadas

Imagen LandSat descargadas	Fecha de toma	Fuente
LandSat 5		
LT05_L1TP_008064_20080812_20200829	12/08/2008	https://glovis.usgs.gov/app
LT05_L1TP_008064_20080913_20200829	13/09/2008	https://glovis.usgs.gov/app
LandSat 8		
LC08_L1TP_008064_20140930_20200911	30/09/2014	https://glovis.usgs.gov/app
LC08_L1TP_008064_20141219_20200910	19/12/2014	https://glovis.usgs.gov/app
LC08_L1TP_008064_20200829_20200906	29/08/2020	https://glovis.usgs.gov/app

Imágenes de satélite de alta resolución: Esta referido a las imágenes que fueron utilizadas directamente en el entorno de trabajo del servidor de imágenes de Google Earth, mediante operación de digitalización manual en pantalla de los perímetros urbanos correspondiente al ámbito de estudio y para la validación de las clasificaciones realizadas en las imágenes de LandSat 5 y 8. En la Tabla 8 se presenta las imágenes de alta resolución que fueron utilizadas.

Tabla 8

Lista de imágenes satelitales de alta resolución utilizadas

Imágenes de alta resolución	Fecha	Fuente
Imagen de alta resolución Worldview	20/09/2008	Google Earth
Imagen de alta resolución Worldview	01/09/2013	Google Earth
Imagen de alta resolución Planet Labs	17/07/2020	Portal Planet Labs

Generación de Geodatabase: estructura de almacenamiento

Esta etapa comprendió la organización y el almacenamiento de los datos e información en una estructura de geodatabase de ArcGIS, que corresponde a un conjunto de datos geográficos de distintas clases que están almacenados en una carpeta común del sistema de archivos. El tipo de geodatabase utilizado para el presente análisis fue el geodatabase de archivos en el cual los datos e información se almacena como varios archivos en una carpeta con una extensión.gdb, cada dataset está contenido en un solo archivo. De forma predeterminada, los archivos pueden alcanzar hasta un tamaño de 1 TB.

Se consideraron los siguientes parámetros para la geodatabase.

- Sistema de proyección cartográfica Universal Transversal Mercator (UTM).
- Zona UTM 18 sur.
- Datum WGS 84.

Delimitación del área de interés

El área de interés para el presente análisis se identificó en base a un área de influencia alrededor del área urbana de la ciudad de Nueva Cajamarca ubicada en el distrito de Rioja. En base al perímetro del área urbana se realizó las operaciones vectoriales en el programa de SIG siguientes:

Zona de influencia (Buffer): Se realizó una operación de proximidad para generar un área buffer de 2,5 km alrededor del perímetro urbano.

Corte de polígono: Al polígono generado en la operación anterior se realizó un corte respecto a la jurisdicción del distrito de Nueva Cajamarca. Como resultado de esta operación

se generó el área de estudio o área de interés para el análisis del cambio de uso y cobertura con una superficie 4 902,47 hectáreas.

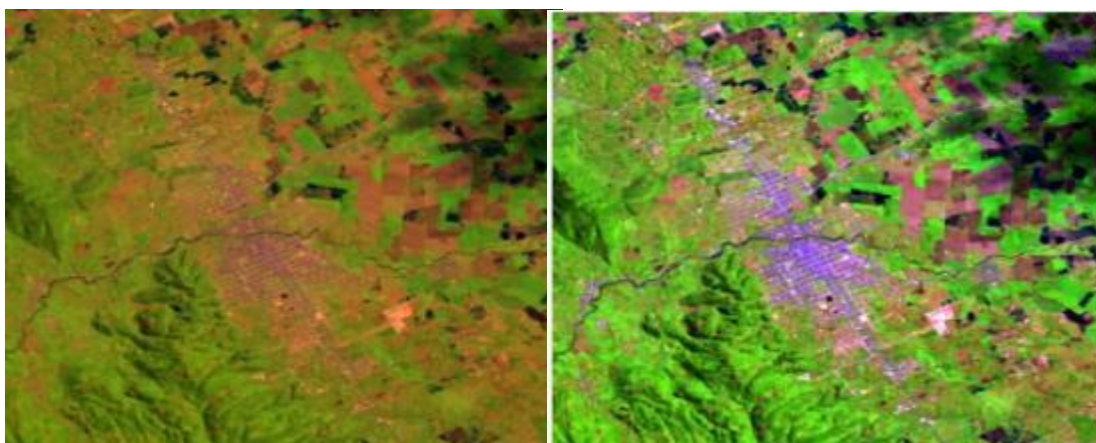
Preprocesamiento de imágenes de satélite

Se realizaron operaciones de preprocesamiento orientadas a corregir parámetros físicos de las imágenes a modo de prepararlas para su aplicación en la clasificación de usos y cobertura. Las operaciones que se han realizado para el presente análisis corresponden a las siguientes:

Corrección radiométrica: La corrección realizada incluyó el tratamiento de imágenes satelitales descargadas mediante una corrección atmosférica que es un proceso que se aplica a las imágenes digitales, con el propósito de eliminar el efecto de los aerosoles y la radiancia intrínseca que se introduce en el sensor y se ve reflejado en la imagen como producto de la interacción del sensor con la atmósfera. Con el proceso de corrección atmosférica se logró mejorar la calidad visual de la imagen; así como, eliminar el componente intrusivo de la atmósfera. En la Figura 4 se muestra una imagen satelital sin corrección y otra ya corregida aplicando el algoritmo FLAASH de ENVI.

Figura 4

Comparación de la imagen satelital LandSat 8 del ámbito de estudio



En la Figura 4 se observa la comparación de imagen satelital del ámbito de estudio sin corrección atmosférica (izquierda) respecto a la imagen con corrección atmosférica aplicando el algoritmo FLAASH de ENVI (derecha). Nótese la diferencia con la imagen corregida atmosféricamente, por ejemplo, se observa una mejora en el contraste del color

violeta que corresponde a las zonas urbanas en el 2020.

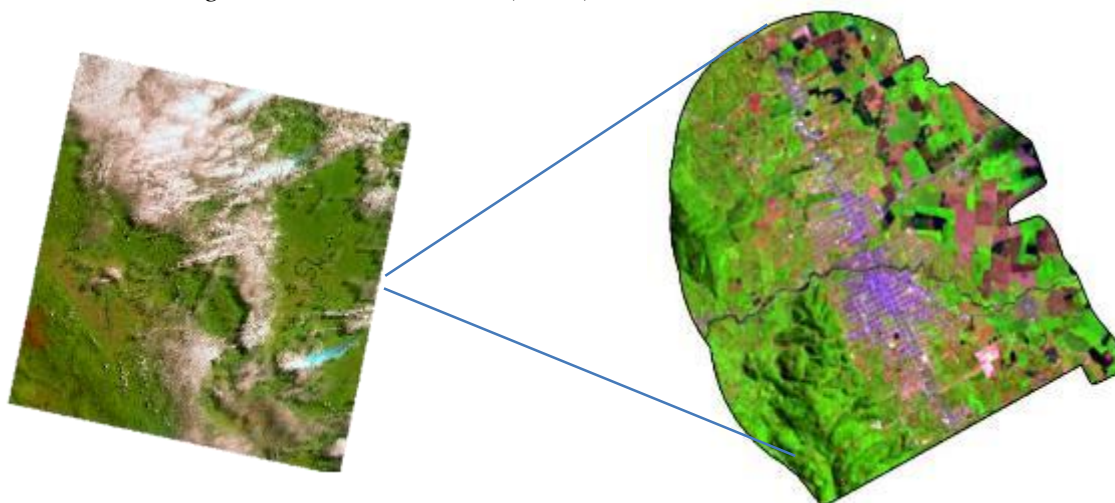
En el caso del preprocesamiento para el presente análisis se realizó la corrección atmosférica de las imágenes LandSat 5 y 8 aplicando el algoritmo FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) que es un módulo avanzado de corrección atmosférica disponible en el software ENVI (Environment for Visualizing Images), el cual se basa en el algoritmo de transferencia de radiación del modelo atmosférico MODTRAN4 desarrollado por Spectral Sciences Inc.

Corte de las imágenes satelitales: Se ha realizado una operación de corte de las escenas de las imágenes satelitales en pseudo-color respecto al polígono del ámbito de estudio

Asimismo, se realizó una mejora del contraste, aplicando la operación de ajuste del rango dinámico (DRA) del programa ArcGIS, con la obtención de imágenes más nítidas en la visualización de los elementos ambientales de interés para la clasificación (figura 5).

Figura 5

Corte de una imagen satelital LandSat 8 (2020)



Nota: Elaboración propia. Imagen satelital LandSat 8 en pseudo-color (izquierda) versus el polígono del área de análisis (derecha).

Mejoras visuales: Estas operaciones se han realizado con el objetivo de mejorar la calidad visual de las imágenes, se ha tratado de disponer mejor los datos de las imágenes para una mejor visualización e interpretación, de tal forma que sea más evidente los rasgos de interés

que presenta cada imagen. Para esto se ha realizado una composición de pseudo-color a partir de la información multispectral asignado tres bandas de la imagen (Visible, infrarrojo cercano e infrarrojo medio) a cada uno de los canales de color del monitor (Azul, verde, rojo). Chuvieco (2010) indica que para una mezcla de tres bandas utilizamos distintos niveles digitales (NV) en cada canal de color del monitor. Si bien se ha realizado una clasificación automatizada supervisada, la mejora visual de ha utilizado en los ajustes post clasificación que se realiza manualmente mediante interpretación visual de la imagen. En las imágenes de LandSat 5 o LandSat 8 se utilizaron las bandas del Verde, Infrarrojo cercano e Infrarrojo medio. La asignación de bandas de la imagen satelital a los canales del monitor para la realización de la mejora visual se muestra en la Tabla 9 y Figura 6.

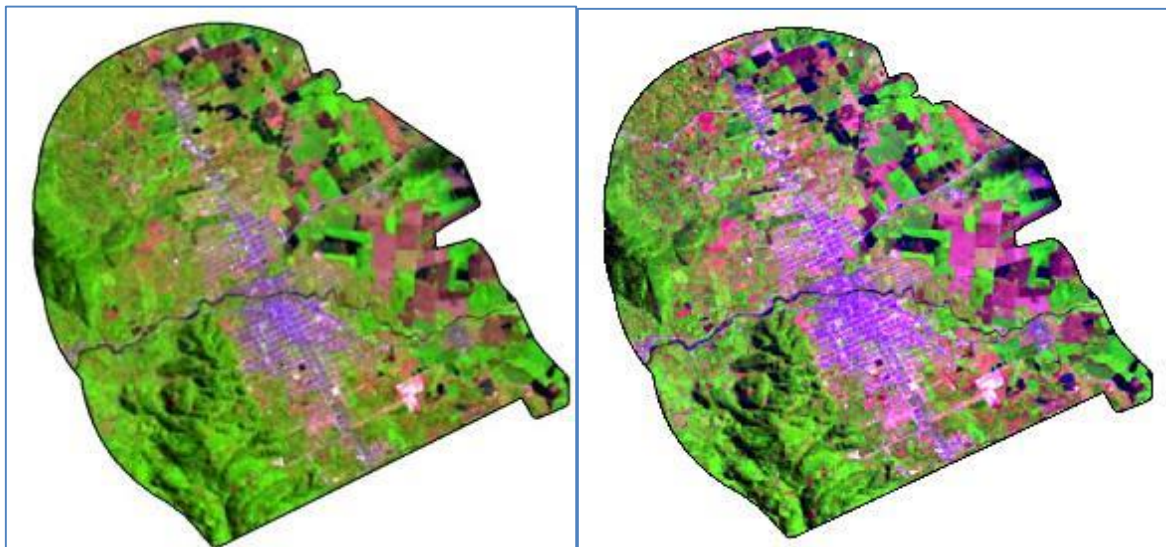
Tabla 9

Composición pseudo-color para la mejora visual de las imágenes

N°	Banda de la imagen	Canal del monitor
1	Infrarrojo medio	Rojo
2	Infrarrojo cercano	Verde
3	verde	Azul

Figura 6

Comparación de la mejora visual de la imagen satelital del año 2020



Nota: Elaboración propia. La imagen de la izquierda no presenta la mejora del DR, la imagen de la derecha con mejora del DRA; nótese como se resaltan los elementos ambientales como bosques, áreas de suelo desnudo, zonas urbanas, entre otros.

Corrección geométrica: Olaya, (2014) indica que la corrección geométrica busca corregir distorsiones de forma provocadas por los movimientos y oscilaciones del sensor, o por el relieve del terreno, entre otros factores. Con una base conceptual relacionada con las técnicas de corrección de estas deficiencias, existe un paso básico que debemos llevar a cabo en muchos casos: la georreferenciación de la imagen. Respecto al presente análisis, las imágenes de LandSat 5 y 8 fueron descargadas del servidor de GloVis con un preprocesamiento de nivel 1T que incluyeron una corrección geométrica sistemática aplicada utilizando puntos de control terrestre (GCP) o información de posición integrada a bordo del sensor para entregar una imagen registrada a una proyección cartográfica, referenciada a WGS84 o a su versión actual. Adicionalmente los datos también abarcaron una corrección topográfica por el desplazamiento del terreno debido al relieve.

Proyección del archivo ráster: Las imágenes de satélite LandSat 5 y 8 descargadas presentan un sistema de proyección distinto, para lo cual se realizó una operación de proyección cartográfica para definir la proyección UTM - WGS 1984 UTM Zona 18S, logrando así que cada píxel tenga una posición veraz en el área de estudio.

Procesamiento de imágenes de satélite: clasificación

En la clasificación de las imágenes de satélite para los años 2008, 2014 y 2020, se incorporó la leyenda del CORINE LAND COVER adaptada para Perú por el MINAM. El proceso de clasificación realizado incluyó las fases siguientes:

Fase de entrenamiento: La clasificación digital se inició definiendo los patrones espectrales para cada categoría de clasificación. Utilizando la extensión de clasificación de imagen del programa ArcGis se delimitaron áreas de entrenamiento sobre la imagen satelital a fin de seleccionar píxeles de la imagen, que representen adecuadamente a las categorías de interés para clasificar. Estas áreas delimitadas fueron representativas de cada una de las categorías que componen la leyenda y caracterizan cada una de las clases para ser asignados aplicando el algoritmo de clasificación al resto de los píxeles de la imagen en función a la similitud de su ND con los extraídos como referencia y utilizando un archivo de firmas espectrales generado en el proceso. En el Apéndice 1 se detallan las firmas espectrales representativas de cada clase de uso y cobertura según CLC.

Se utilizó el entorno de administrador de muestras de entrenamiento o capacitación del programa ArcGis que es parte de su extensión para clasificación de imágenes. Las herramientas del panel Administrador de muestras de entrenamiento han permitido crear muestras de entrenamiento para cada categoría de clase de su esquema y proporcionar información sobre el número y el tamaño de las muestras para ayudarle a mejorar la precisión del modelo de clasificación. Se han seleccionado para cada imagen de los años 2008,2014 y 2020 áreas de entrenamiento para 07 clases del CLC, precisando que las clases de infraestructura vial y ríos fue incorporada posteriormente a la cobertura clasificada mediante digitalización de las imágenes de alta resolución. En la Tabla 10 se describe la leyenda y clases utilizada en esta fase de entrenamiento como parte del proceso de clasificación.

Tabla 10*Leyenda de Corine Land Cover (CLC) acondicionada y aplicada en el presente análisis*

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Descripción
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1. Área urbano continuo	Representan las áreas urbanas conformadas por viviendas y/o edificaciones y los espacios contiguos a la infraestructura edificada. Incluye las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente con una predominancia en la superficie del terreno y asimismo la vegetación y el suelo desnudo que representan una baja proporción del área del tejido urbano.
		1.1.2. Área urbano discontinuo	Representan áreas conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación.
	1.2. Áreas industriales e infraestructura	1.2.2. Red vial y terrenos asociados	Corresponde a las vías de acceso como carretera asfaltadas o afirmadas incluyendo su infraestructura contigua como canaletas o áreas verdes
2. Áreas agrícolas	2.1 Cultivos transitorios		Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, como por ejemplo los cereales (maíz y arroz), los tubérculos (yuca). Para el ámbito de análisis, esta clase representa principalmente a las áreas arroceras con presencia de vegetación en cualquiera de su fase vegetativa.
	2.5 Mosaico de áreas agrícolas y áreas mayormente naturales		Corresponde a las superficies ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. En esta unidad, los espacios naturales se presentan como pequeños parches o relictos que se distribuyen en forma irregular y heterogénea.
3. Bosques y áreas semi naturale	3.1 Bosques	3.1.3. Bosque denso alto	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y que en promedio presentan una altura del dosel superior a los 15 metros.
		3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.3 Suelo desnudo
5. Superficies de agua		5.1.1. Ríos	Representa al río Yuracyacu, que recorre de oeste a este en el ámbito de estudio para confluir con el río Mayo

Continuación

5.1 Aguas continentales	5.1.5. Cuerpos de agua artificiales	Representa a cuerpos de agua artificiales que corresponden a superficies sin vegetación pero que están bajo riego por inundación controlada o temporal para luego ser aprovechadas en la actividad arrocera.
-------------------------	-------------------------------------	--

Nota: Elaborado en base a la leyenda Corine Land Cover del MINAM, 2014 y al área de estudio.

Fase de asignación: En esta fase, mediante el panel de clasificación del programa ArcGis se realizó una clasificación del tipo supervisado mediante un algoritmo clasificador de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood Classification). Este algoritmo realizó la clasificación de las imágenes de satélite basado en dos principios el primero viene a ser las celdas en cada muestra de clases del espacio multidimensional que se distribuyeron normalmente el cual asume que las clases tienen distribuciones normales, y con esta premisa calcula la probabilidad de que un píxel pertenezca a una clase particular. y el segundo principio es el teorema de Bayes el cual ayudo a la toma de decisiones. En la clasificación supervisada se han aplicado los archivos de firmas espectrales de las áreas de entrenamiento realizadas en la fase entrenamiento descrita en el ítem anterior. En esta fase se ha realizado la clasificación de las imágenes de satélite Landsat 5 para el año 2008 y

Landsat 8 para los años 2014 y 2020, cortadas según el ámbito de estudio mediante el cual se ha extraído las clases de información para cada una de las imágenes multibanda o multispectrales. Mediante esta operación de clasificación se ha generado 03 capas ráster resultantes de la clasificación mediante las cuales se han generado posteriormente los mapas temáticos de uso y cobertura con la leyenda de CLC.

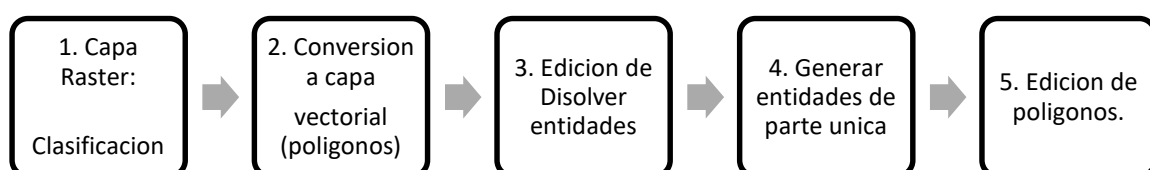
Generación de cartografía temática

Se ha elaborado los mapas temáticos correspondiente al uso actual y cobertura según CLC del ámbito de estudio para los años 2008, 2014 y 2020. El software utilizado fue el ArcGis 10.5 en el cual se realizaron las operaciones siguientes:

Generación de capas vectoriales: Se han realizado las operaciones de conversión de la capa ráster resultante de la clasificación supervisada y asimismo el tratamiento de los datos vectoriales según el esquema siguiente:

Figura 7

Esquema para la clasificación supervisada y tratamiento de datos vectoriales



Acondicionamiento de los atributos: Se acondiciono los campos de las capas vectorial de las coberturas de clasificación incorporando la descripción de la clase, código de la clase, área y porcentaje (Figura 8).

Figura 8

Ejemplo ilustrativo de la tabla de atributos de la capa vectorial de la clasificación de uso y cobertura del año 2020

FID *	Shape *	USO Y COBERTURA	CODIGO CLC	HA	PORCENT
193	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	41.4	0.844471
194	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	0.9	0.018358
195	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	4.049998	0.082611
196	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	12.156359	0.247964
197	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	0.54	0.011015
198	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	0.63	0.012851
199	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	5.58	0.11382
200	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	1.35	0.027537
201	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	0.99	0.020194
202	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	9.089998	0.185417
203	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	74.672775	1.523165
204	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	12.869997	0.26252
205	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	0.907854	0.018518
206	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	8.19	0.167058
207	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	22.853913	0.466171
208	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	0.54	0.011015
209	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	3.629822	0.074041
210	Poligono	Cultivos transitorios	2.1	14.797831	0.301844
211	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	1.26	0.025701
212	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	1.44	0.029373
213	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	0.026518	0.000541
214	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	1.35	0.027537
215	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	0.81	0.016522
216	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	1.08	0.02203
217	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	0.72	0.014686
218	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	1.700399	0.034684
219	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	0.54	0.011015
220	Poligono	Mosaico de areas agricolas y natur	2.5	0.9	0.018358

Elaboración de la cartografía: La cartografía elaborada como parte del análisis para el cambio de uso y cobertura se realizó a una escala de trabajo y de impresión de 1: 35,000.

- Mapa 01: Ubicación geográfica del ámbito de estudio (muestra).
- Mapa 02: Usos del suelo y cobertura, año 2008.
- Mapa 03: Usos del suelo y cobertura, año 2014.
- Mapa 04: Usos del suelo y cobertura, año 2020.
- Mapa 05: Mapa de crecimiento urbano, 2008-2014-2020.
- Mapa 06: Mapa de cambio por crecimiento urbano 2008-2014.
- Mapa 07: Mapa de cambio por crecimiento urbano 2014-2020.
- Mapa 08: Mapa de validación de campo.
- Mapa 09: Mapa de efectos por crecimiento urbano.

Análisis de la dinámica del cambio de uso del suelo y cobertura

El análisis de la dinámica del cambio de uso del suelo y cobertura es la cuantificación de las transiciones físicas del uso asociado principalmente a acciones antrópicas. Si bien se ha cuantificado los cambios en todo el ámbito de estudio, el análisis está enfocado en los cambios producidos por el crecimiento urbano en los períodos siguientes: Cambios en el período 2008-2014 y cambios en el período 2014-2020.

Para el análisis se aplicó el método de comparación post clasificación de usos del suelo y cobertura y se consideran las siguientes clases de uso del suelo y cobertura según la leyenda del Corine Land Cover: En la Tabla 11 se menciona las clases de usos de cobertura según la leyenda Corine Land Cover. Y en la Tabla 12 se muestra los periodos de análisis del cambio de uso y cobertura.

Tabla 11

Clases de usos y cobertura según leyenda de Corine Land Covers (CLC)

N°	Código CLC	Usos y coberturas 2008
1	1.1.1	Áreas urbanas continuas
2	1.1.2	Áreas urbanas discontinuas
3	1.2.2	Red vial
4	2.1	Cultivos transitorios
5	2.5	Mosaico de áreas agrícolas y naturales
6	3.1.3	Bosque denso alto
7	3.4.3	Tierras desnudas
8	5.1.1	Ríos
9	5.1.5	Cuerpo de agua artificial

Tabla 12

Períodos de análisis del cambio de uso y cobertura

Período	Duración	Procedimiento
1	2008 - 2014	Cálculo de superficie y porcentual del cambio por cada clase desde el 2008 al 2014.
2	2014 - 2020	Cálculo de superficie y porcentual del cambio por cada clase desde el 2014 al 2020.

Cuantificación de los cambios de uso y cobertura

Para la cuantificación de los cambios del uso y cobertura se efectuó las operaciones siguientes: a. Combinación de las capas vectoriales del uso y cobertura b. Codificación del campo de las coberturas según el año y codificación de un campo de cambio en la tabla de atributos y cálculo numérico y porcentual de las superficies. Como parte de este procedimiento se ha generado las capas siguientes:

Capa de cambio de uso 2008-2014.- Corresponde a la cobertura que contiene los polígonos que ha tenido un cambio del uso y cobertura en este período según las clases del CLC. (Figura 9).

Figura 9

Tabla de atributos de la capa vectorial de cambio de uso y cobertura 2008-2014

FID*	C2008	COD2008	C2014	COD2014	COD_CAMBIO	HA	PORCENT
1	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	0.750815	0.015315
2	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	15.820657	0.322708
3	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	47.56693	0.970264
4	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	28.494536	0.581228
5	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	5.629792	0.114836
6	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	1.972114	0.040227
7	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	12.378939	0.252504
8	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	62.235555	1.269472
14	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	14.551761	0.296825
16	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	10.394326	0.212022
18	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	4.89605	0.099869
9	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	33.977698	0.693072
10	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	4.142231	0.084493
11	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	14.751203	0.300893
12	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	10.910979	0.222561
15	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	13.872501	0.282969
17	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	17.066636	0.348123
19	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	1.831852	0.037366
20	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	6.552438	0.133656
13	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Mosaico de areas agricolas y naturales	2.5	1	0.001391	0.000028
1350	Red vial	1.2.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	1	1.426981	0.029107
1353	Red vial	1.2.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	1	0.274572	0.005601
1356	Red vial	1.2.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	1	0.111355	0.002271
1349	Red vial	1.2.2	Red vial	1.2.2	2	0.023735	0.000484
1351	Red vial	1.2.2	Red vial	1.2.2	2	0.662866	0.013521
1352	Red vial	1.2.2	Red vial	1.2.2	2	1.01509	0.020706
1354	Red vial	1.2.2	Red vial	1.2.2	2	2.843629	0.058004
1355	Red vial	1.2.2	Red vial	1.2.2	2	1.13223	0.023095

Capa de cambio de uso 2014-2020.- Corresponde a la cobertura que contiene los polígonos que ha tenido un cambio del uso y cobertura en este período según las clases del CLC (Figura 10).

Figura 10

Tabla de atributos de la capa vectorial de cambio de uso y cobertura 2014 – 2020

FID *	C2014	COD2014	C2020	COD2020	COD_CAMBIO	HA	PORCENT
1356	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	0.750815	0.015315
1357	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	15.820657	0.322708
1358	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	119.162991	2.43067
1359	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	54.175255	1.105059
1360	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	5.629793	0.114836
1362	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	1.971269	0.04021
1364	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas continuas	1.1.1	2	17.488173	0.356721
1363	Areas urbanas continuas	1.1.1	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	1	0.000845	0.000017
1361	Areas urbanas continuas	1.1.1	Mosaico de areas agricolas y naturales	2.5	1	0	0
1125	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	0.192157	0.00392
1366	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	0.688821	0.01405
1367	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	2.881024	0.058767
1372	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	31.721703	0.647055
1375	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	12.693476	0.25892
1377	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	7.511954	0.153228
1380	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	11.388729	0.232306
1384	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	5.300925	0.108128
1387	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas continuas	1.1.1	1	14.657189	0.298975
1124	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	0.69203	0.014116
1126	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	0.047619	0.000971
1127	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	0.112262	0.00229
1369	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	6.493025	0.132444
1373	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	109.429158	2.232121
1374	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	0.350182	0.007143
1376	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	3.172547	0.064713
1378	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	39.064517	0.796833
1379	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	7.291644	0.148734
1381	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	Areas urbanas discontinuas	1.1.2	2	6.158345	0.125617

Análisis del crecimiento urbano

La dinámica del crecimiento urbano se ha cuantificado mediante la comparación de las superficies urbanas (continua y discontinua) para cada año de referencia (2008-2014-2020). Así mismo, se ha cuantificado los cambios de uso y cobertura ocurridos por las superficies de crecimiento urbano tanto para el período 2008-2014 y para el período 2014-2020.

El análisis de la dinámica del crecimiento urbano y los cambios de uso y cobertura por crecimiento urbano se han realizado mediante las operaciones siguientes:

- Edición del perímetro urbano clasificado mediante imágenes de alta resolución.
- Combinación de las capas vectoriales del perímetro urbano.
- Cuantificación de las superficies de crecimiento para cada período de análisis.
- Cuantificación de los cambios de uso y cobertura por crecimiento urbano.

b) Etapa de campo

Verificación de campo

La verificación en campo se realizó en noviembre del 2020 mediante salidas de campo para la verificación de todos los puntos de validación. Como parte del proceso de la verificación de campo se realizó lo siguiente:

Cálculo de los puntos de validación de campo: Para el cálculo de los puntos de validación en campo se utilizó una fórmula estadística considerando el tamaño de la muestra, es decir en función de la superficie en hectáreas del ámbito de estudio que en total es 4 902.47 ha. En este sentido se considera la fórmula para un universo < a 100 000, donde el ámbito de estudio fue apto para realizar el cálculo y determinar la cantidad de puntos que se certificaron en campo.

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

Dónde:

n = Tamaño de la muestra (Número de puntos de validación)

N = Población o universo

Z = Nivel de confianza (Tomando un 95 % de confiabilidad) (Z = 1,96)

p = Probabilidad a favor (p = 0,5)

q = Probabilidad en contra (q = 0,5)

E = Error de muestreo (15 %) (0,0225)

$$n = \frac{1,96^2 * (0,5 * 0,5) * 4,902.47}{(0,0225 * (4,902.47 - 1)) + (1,96^2 * 0,5 * 0,5)}$$

$$n = 42,31$$

Según el resultado se tomó en consideración 40 puntos para su validación en campo, de los cuales se pudieron validar 37 puntos, dado que 3 puntos estuvieron inaccesibles y fueron validados en conjunto con los puntos de validación con imágenes de alta resolución.

El trabajo de campo se realizó mediante el replanteo con GPS de los 37 puntos de validación

en campo, el llenado de las fichas de campo y registro fotográfico correspondiente. (Apéndice 2).

Validación con imágenes de alta resolución: Adicionalmente a los puntos de validación en campo se generaron de modo aleatorio 100 puntos para su validación mediante las imágenes de alta resolución a modo de complementar a la verificación de los puntos en campo. La validación con las imágenes de alta resolución se realizó a una escala de 1:1 0000. Se adicionaron los 3 puntos que no pudieron ser validados en campo dando un total de 103 puntos verificados mediante esta modalidad. En la Tabla 13 se muestran el total de puntos empleados para la validación de resultados de la cobertura.

Tabla 13

Puntos totales usados en la validación de resultados de la cobertura

N°	Coordenadas UTM – WGS84		Modo de validación
	X	Y	
1	245926.06	9341959.83	Campo
2	245672.06	9341928.08	Campo
3	244910.06	9341618.52	Campo
4	245535.13	9340404.16	Campo
5	245124.37	9341285.14	Campo
6	245711.75	9342142.40	Campo
7	244986.06	9342652.38	Campo
8	245224.19	9342469.82	Campo
9	245354.56	9343491.77	Campo
10	243806.74	9344936.40	Campo
11	244100.43	9345444.40	Campo
12	243163.81	9345833.34	Campo
13	242652.43	9346700.51	Campo
14	242763.56	9346525.89	Campo
15	243878.18	9345087.21	Campo
16	242774.87	9343396.52	Campo
17	242409.74	9343579.09	Campo
18	243322.56	9343626.71	Campo
19	244144.68	9342215.82	Campo
20	245235.50	9342070.96	Campo
21	244854.50	9343618.77	Campo
22	246031.23	9344996.52	Campo
23	242496.97	9346166.13	Campo
24	245214.25	9344974.18	Campo
25	245949.79	9345928.00	Campo
26	246236.86	9346125.12	Campo
27	245402.10	9344316.69	Campo
28	243147.93	9342380.52	Campo
29	242155.74	9345341.21	Campo

30	245584.75	9344002.42	Campo
31	246477.66	9342607.93	Campo
32	246386.44	9341086.71	Campo
33	247565.09	9341130.63	Campo
34	241838.24	9343285.40	Campo
35	244306.81	9341340.71	Campo
36	245068.81	9340300.89	Campo
37	241957.90	9345172.54	Campo
1	243567.21	9347758.92	Imagen satelital
2	244506.49	9347467.88	Imagen satelital
3	244407.27	9347077.62	Imagen satelital
4	245148.10	9346528.61	Imagen satelital
5	245002.58	9345767.93	Imagen satelital
6	247119.25	9344696.36	Imagen satelital
7	247754.25	9343123.41	Imagen satelital
8	248505.67	9341916.91	Imagen satelital
9	242535.00	9344665.00	Imagen satelital
10	245830.73	9342610.12	Imagen satelital
11	247029.29	9342054.49	Imagen satelital
12	246457.79	9343324.50	Imagen satelital
13	245568.79	9345475.56	Imagen satelital
14	247362.67	9343776.94	Imagen satelital
15	247219.79	9341467.12	Imagen satelital
16	243359.52	9347388.51	Imagen satelital
17	243571.18	9347494.34	Imagen satelital
18	244351.70	9346323.56	Imagen satelital
19	244622.90	9345926.68	Imagen satelital
20	244503.84	9345503.35	Imagen satelital
21	244788.27	9345172.62	Imagen satelital
22	246613.90	9344445.01	Imagen satelital
23	246150.87	9343955.53	Imagen satelital
24	247043.85	9343677.72	Imagen satelital
25	246971.08	9343208.08	Imagen satelital
26	247156.29	9342989.80	Imagen satelital
27	247645.77	9343651.26	Imagen satelital
28	247897.13	9342540.01	Imagen satelital
29	246580.82	9341547.82	Imagen satelital
30	246109.88	9343578.03	Imagen satelital
31	246850.72	9342969.49	Imagen satelital
32	246519.99	9342744.59	Imagen satelital
33	246467.07	9344107.20	Imagen satelital
34	242827.06	9346390.95	Imagen satelital
35	243938.31	9344343.07	Imagen satelital
36	244049.43	9343850.95	Imagen satelital
37	244208.18	9343247.70	Imagen satelital
38	244597.12	9342819.07	Imagen satelital
39	244462.19	9342438.07	Imagen satelital
40	244152.62	9342684.13	Imagen satelital
41	244914.62	9342144.38	Imagen satelital
42	244009.75	9344089.07	Imagen satelital

43	243787.50	9343684.26	Imagen satelital
44	244152.62	9344406.57	Imagen satelital
45	247359.38	9342350.76	Imagen satelital
46	244854.50	9342459.90	Imagen satelital
47	244957.68	9342904.40	Imagen satelital
48	243640.06	9345238.03	Imagen satelital
49	244171.87	9344912.59	Imagen satelital
50	243401.93	9343999.77	Imagen satelital
51	245100.56	9343412.40	Imagen satelital
52	245068.81	9343642.59	Imagen satelital
53	242084.30	9347071.59	Imagen satelital
54	241155.61	9345896.84	Imagen satelital
55	243044.74	9344976.09	Imagen satelital
56	242306.55	9342721.83	Imagen satelital
57	245553.00	9343245.71	Imagen satelital
58	241774.74	9341753.46	Imagen satelital
59	246727.75	9341197.83	Imagen satelital
60	246180.06	9341515.33	Imagen satelital
61	248053.32	9341491.52	Imagen satelital
62	246061.00	9342848.83	Imagen satelital
63	242060.49	9343571.15	Imagen satelital
64	240726.99	9344507.78	Imagen satelital
65	240957.18	9344150.59	Imagen satelital
66	241131.80	9343499.71	Imagen satelital
67	240774.61	9343729.90	Imagen satelital
68	241155.61	9343063.15	Imagen satelital
69	241330.24	9343190.15	Imagen satelital
70	242489.12	9340705.71	Imagen satelital
71	242655.81	9340562.83	Imagen satelital
72	243330.49	9342158.27	Imagen satelital
73	242862.18	9341920.15	Imagen satelital
74	244378.25	9339515.08	Imagen satelital
75	243393.99	9339832.58	Imagen satelital
76	242608.18	9339681.77	Imagen satelital
77	243378.12	9339070.58	Imagen satelital
78	241711.24	9344126.78	Imagen satelital
79	245473.62	9343769.59	Imagen satelital
80	241790.62	9345706.34	Imagen satelital
81	242600.24	9343086.96	Imagen satelital
82	242909.81	9347399.68	Imagen satelital
83	243608.31	9346955.18	Imagen satelital
84	244576.68	9346637.68	Imagen satelital
85	244100.43	9346026.49	Imagen satelital
86	244275.06	9345907.42	Imagen satelital
87	245219.62	9344034.17	Imagen satelital
88	246703.94	9343518.23	Imagen satelital
89	247759.63	9341597.35	Imagen satelital
90	248585.13	9341525.92	Imagen satelital
91	243640.37	9346478.61	Imagen satelital
92	244021.38	9346123.01	Imagen satelital

93	244211.88	9345996.01	Imagen satelital
94	245843.83	9345424.51	Imagen satelital
95	247391.70	9343472.21	Imagen satelital
96	248717.27	9341424.34	Imagen satelital
97	247010.70	9341495.77	Imagen satelital
98	244644.05	9344092.93	Imagen satelital
99	245260.00	9345610.58	Imagen satelital
100	245196.50	9345496.28	Imagen satelital
101	241958.73	9345686.40	Imagen satelital
102	247391.13	9341623.02	Imagen satelital
103	243471.12	9344432.19	Imagen satelital

c) Etapa final de gabinete:

Ajuste cartográfico mediante imágenes de alta resolución

El ajuste cartográfico post campo se ha realizado para los casos siguientes:

- Se realizó la edición de los perímetros urbanos para los años 2008, 2014 y 2020 clasificados mediante el método supervisado en base a las imágenes de alta resolución disponibles.
- Se realizó la edición de algunos polígonos de las clases de bosque y demás clases según el criterio de interpretación visual como color y textura.

Cálculo de la exactitud de la cartografía

Cálculo de la matriz de confusión: Para determinar la exactitud temática del mapa se realizó la validación de la clasificación mediante una validación en campo y asimismo mediante el uso de una imagen de alta resolución al año 2020. Se extrajeron 140 puntos de muestreo aleatorios que corresponde a 20 puntos por cada una de las 07 clases clasificadas. Del total de puntos para la validación, 37 se realizaron una verificación en campo y 103 fueron corroborados mediante el uso de una imagen de alta resolución del año 2020 del ámbito de estudio, obtenida en el servidor de Google Earth. La distribución de los puntos de modo aleatorio se realizó con el software de ArcGIS 10.5. después de la verificación de los puntos en campo se observó que 127 puntos presentaron concordancia entre los clasificados y lo plasmado en la imagen de alta resolución y en campo.

Tabla 14*Matriz de confusión*

Clases	1.1.1	1.1.2	2.1	2.5	3.1.3	3.4.3	5.1.5	Total	Error de comisión	%
1.1.1	20	1	0	0	0	0	0	21	1	4,76
1.1.2	0	18	0	0	0	0	0	18	0	0,00
2.1	0	0	20	1	1	2	3	27	7	25,93
2.5	0	1	0	17	1	1	0	20	3	15,00
3.1.3	0	0	0	1	18	0	0	19	1	5,26
3.4.3	0	0	0	1	0	17	0	18	1	5,56
5.1.5	0	0	0	0	0	0	17	17	0	0,00
Total de omisión	20	20	20	20	20	20	20	140		
Error	0	2	0	3	2	3	3	0,91		
%	0,00	10,00	0,00	15,00	10,00	15,00	15,00			

Ítem	Índice	%
Po	0,91	91
Pe	0,14	14
K	0,89	

Kappa	Interpretación
0 – 0,2	Ínfima concordancia
0,2 – 0,4	Escasa concordancia
0,4 - 0,6	Moderada concordancia
0,6 – 0,8	Buena concordancia
0,8 – 1,0	Muy buena concordancia

PO: Proporción global (concordancia general)

Pe: Proporción esperada

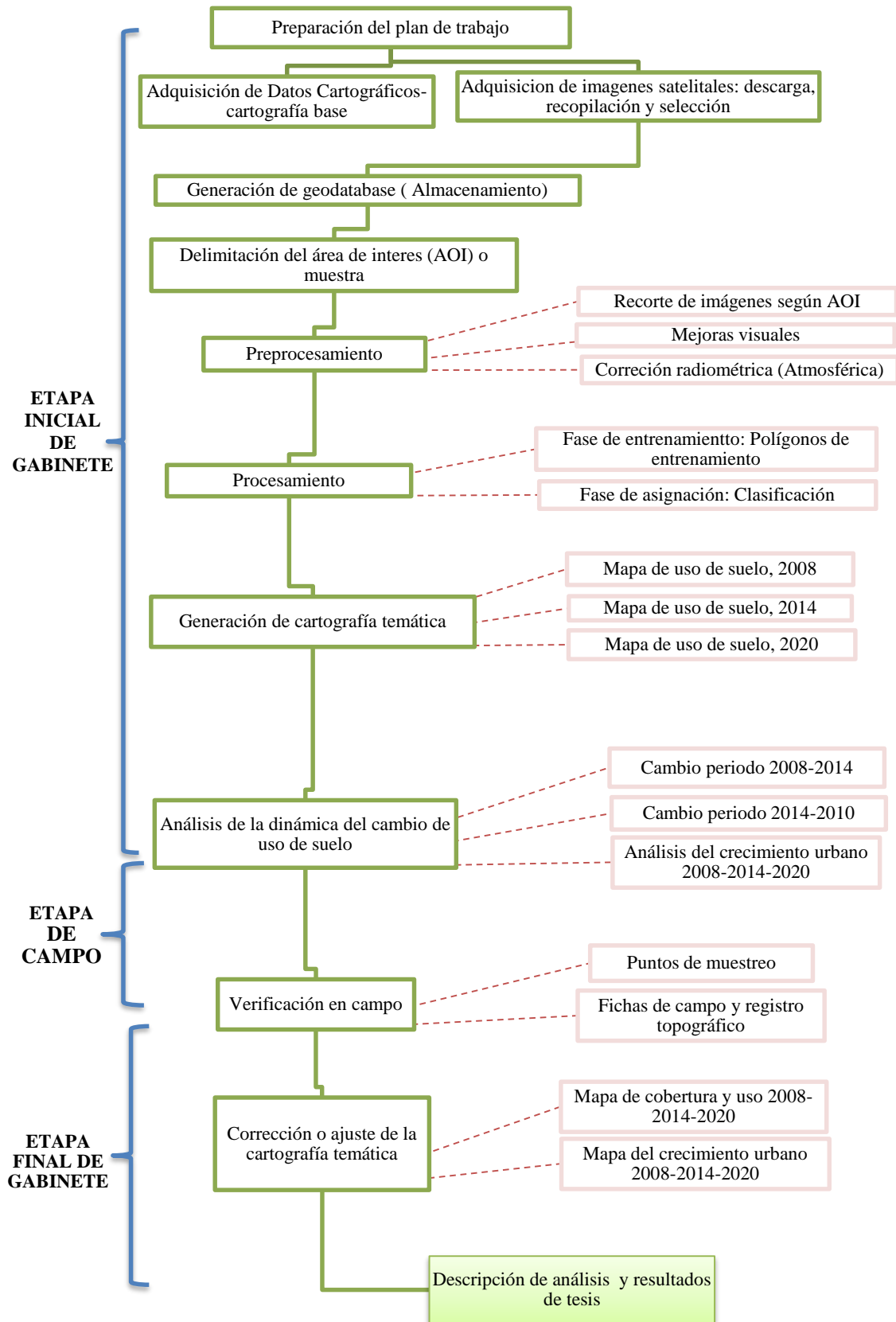
$$K = \frac{Po - Pe}{1 - Pe}$$

$$K = \frac{0,91 - 0,14}{1 - 0,14} = 0,89$$

La exactitud global fue del 91 % y el índice de Kappa es de 0.89 que significa una muy buena concordancia

Figura 11

Esquema de la metodología del proyecto



2.2. Identificación de las variables y su mensuración

Las variables que se plantearon para el presente estudio se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15

Variables de investigación

Ítem	Variables	Mensuración
V1	Crecimiento urbano	Cuantificación de superficie y porcentual
V2	Uso de suelo	Cuantificación de superficie y porcentual
V3	Cambios de uso de suelo	Cuantificación de superficie y porcentual
V4	Cambios de cobertura de Bosques	Cuantificación de superficie y porcentual
V5	Efectos	Cuantificación de superficie y porcentual

2.2.1 Análisis estadístico de datos

El análisis de los datos en la presente investigación permitió cuantificar los valores de las superficies de cada clase de uso y cobertura realizados con la clasificación supervisada y su respectivo cambio según los períodos de análisis. El método estadístico de análisis de datos se obtuvo a través del cálculo por diferencia entre años y los cambios entre cada clase según los períodos de análisis se determinó mediante una matriz de cambio de uso.

Del mismo modo, el análisis fue realizado para calcular el área total en cada categoría de uso de suelo y para calcular las áreas de cambio de cobertura y de urbanización del área en estudio, permitiendo conocer de qué manera el crecimiento urbano implica el cambio de uso y cobertura.

2.3. Materiales

Los equipos y Softwares utilizados para la ejecución de esta investigación fueron:

Equipos de computo

-Laptop Lenovo procesador de 64 bits, 8 gb de memoria RAM.

Softwares

- ArcGIS 10.5
- ENVI 5.3
- Microsoft Word y Microsoft Excel 2016.
- Google Earth Pro y SASPlanet.

Equipos y materiales campo

- GPS Garmin 64s
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Ficha de campo

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Cambio de uso de suelo y cobertura en el distrito de Nueva Cajamarca-San Martín entre los años 2008-2020

Los resultados del análisis de cambio de uso de suelo y cobertura de los años 2008, 2014 y 2020 en el ámbito de estudio se presentan en la Tabla 16 y la figura 12, donde la superficie de áreas urbanas (continua y discontinua) en el 2008 representan el 6,28 % del total del área de estudio, al 2014 se tiene 10,11 % y al 2020 representan el 15,86 %, lo que significa un aumento constante en los períodos de análisis, respecto a la cobertura de bosque al 2008 representa el 21,22 %, al 2014 tiene el 16,28 % y al 2020 representa el 17,21 %, lo que significa una pérdida de bosques de 4,94% en dicho período, seguida de una ligera recuperación en 0,93 % en el período 2014-2020. La pérdida se explicaría por el aumento de las actividades agropecuarias en el período de referencia, y la recuperación se explica porque ciertas tierras luego de aprovecharlas pueden ser abandonadas por la pérdida de la capacidad del suelo que presentan y este se recupera a bosque secundario en un período mayor a 5 años (Apéndice 4,5 y 6).

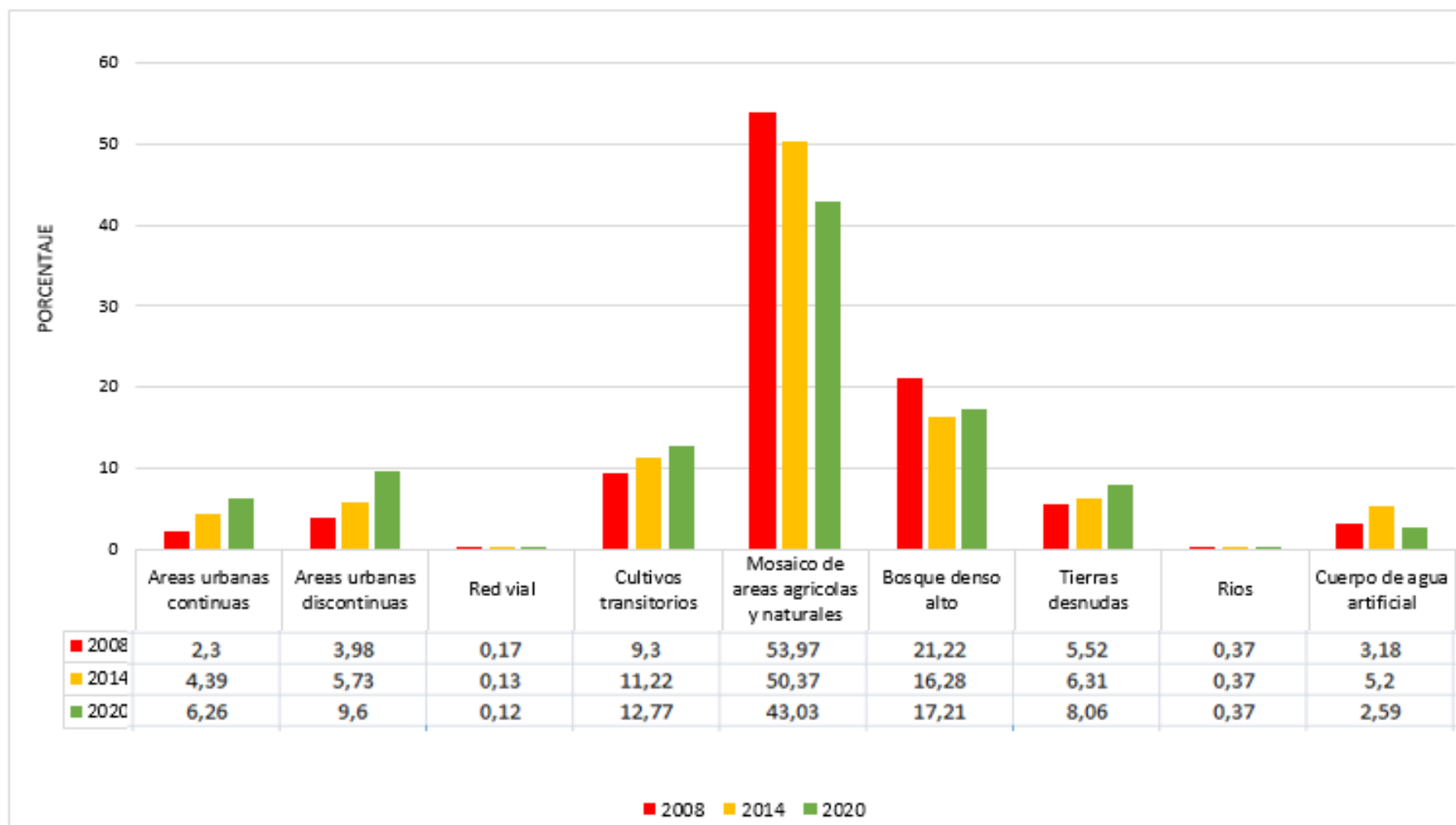
Tabla 16

Uso del suelo y cobertura años 2008, 2014 y 2020

CLC	Usos y cobertura	2008		2014		2020	
		ha	%	ha	%	ha	%
1.1.1	Áreas urbanas continuas	112,61	2,3	214,99	4,39	306,88	6,26
1.1.2	Áreas urbanas discontinuas	195,18	3,98	280,71	5,73	470,65	9,6
1.2.2	Red vial	8,28	0,17	6,47	0,13	5,95	0,12
2.1	Cultivos transitorios	456,12	9,3	550,13	11,22	625,89	12,77
2.5	Mosaico de áreas agrícolas y naturales	2 645,81	53,97	2 469,51	50,37	2 109,35	43,03
3.1.3	Bosque denso alto	1 040,09	21,22	798,37	16,28	843,53	17,21
3.4.3	Tierras desnudas	270,64	5,52	309,51	6,31	394,98	8,06
5.1.1	Ríos	18,06	0,37	18,06	0,37	18,06	0,37
5.1.5	Cuerpo de agua artificial	155,67	3,18	254,73	5,2	127,19	2,59
Área total		4 902,47	100	4 902,47	100	4 902,47	100

Figura 12

Porcentaje de superficie de clasificación del año 2008, 2014, 2020



En la matriz de cambio para cada clase de uso del suelo y cobertura puede observarse las superficies sin cambio en la diagonal y las superficies de cambio en las demás celdas. En el período 2008-2014 se dio un cambio total de 1 945,67 ha que representa el 39,68 % del área total del ámbito de estudio. La superficie sin cambio en este período tiene una superficie de 2 956,81 ha que representa el 60,32 %. La clase que más cambio conservó desde el 2008 al 2014 ha sido la clase mosaico de áreas agrícolas y naturales con 764,81 ha que corresponde al 15 % del total del cambio para este período (Tabla 17 y 18).

Tabla 17

Matriz de cambio en hectáreas(ha) del uso del suelo y cobertura, período 2008- 2014

CLASES	2014	AUC	AUD	RV	CT	MAAN	BDA	TD	R	CAA
2008		1	2	3	4	5	6	7	8	9
AUC	10	112,61								
AUD	20	92,08	103,11							
RV	30		1,81	6,47						
CT	40	0,02	2,41		128,35	141,54	19,19	71,33		93,28
MAAN	50	10,06	140,44		256,85	1 881,00	112,35	127,05		118,06
BDA	60	0,23	19,21		15,09	311,06	665,75	2,98		4,77
TD	70		11,54		121,04	84,64		28,14		25,30
R	80								18,06	
CAA	90		2,20		28,79	51,26	1,08	59,01		13,32

Tabla 18

Matriz de cambio en porcentaje (%) del uso del suelo y cobertura, período 2008- 2014

CLASES	2014	AUC	AUD	RV	CT	MAAN	BDA	TD	R	CAA
2008		1	2	3	4	5	6	7	8	9
AUC	10	2,2971								
AUD	20	1,8782	2,1031							
RV	30		0,0370	0,1320						
CT	40	0,0005	0,0492		2,6181	2,8872	0,3913	1,4549		1,9028
MAAN	50	0,2052	2,8646		5,2393	38,3684	2,2916	2,5916		2,4082
BDA	60	0,0047	0,3918		0,3079	6,3450	13,5800	0,4891		0,0973
TD	70		0,2353		2,4690	1,7264		0,5739		0,5160
R	80								0,3683	
CAA	90		0,0448		0,5873	1,0457	0,0220	1,2037		0,2717

En el período 2014-2020 se dio un cambio total de 1 829,50 ha que representa el 37,32 % del área total del ámbito de estudio. La superficie sin cambio en este período tiene una superficie de 3 072,97 ha que representa el 62,68 %. La clase que más cambio ha tenido desde el 2014 al 2020 ha sido la clase mosaico de áreas agrícolas y naturales con 763.98 ha que corresponde al 15,58 % del total del cambio para este período (Tabla 19 y 20).

Tabla 19*Matriz de cambio en hectáreas (ha) del uso del suelo y cobertura, período 2014- 2020*

CLASES	2020	AUC	AUD	RV	CT	MAAN	BDA	TD	R	CAA
2014		1.1.1	1.1.2	1.2.2	2.1	2.5	3.1.3	3.4.3	5.1.1	5.1.5
AUC	1.1.1	215,00								
AUD	1.1.2	87,04	193,61			0,06				
RV	1.2.2		0,52	5,95						
CT	2.1		3,15		202,03	12,83	1,96	178,28		43,87
MAAN	2.5	4,84	247,93		192,89	1 705,53	189,78	92,84		35,69
BDA	3.1.3				2,43	142,4	650,67	2,43		
TD	3.4.3		25,35		120,05	80,30	1,13	58,59		24,09
R	5.1.1								18,06	
CAA	5.1.5		0,08		108,50	59,79		62,83		23,53

Tabla 20*Matriz de cambio en porcentaje del uso del suelo y cobertura, período 2014- 2020*

CLASES	2020	AUC	AUD	RV	CT	MAAN	BDA	TD	R	CAA
2014		1.1.1	1.1.2	1.2.2	2.1	2.5	3.1.3	3.4.3	5.1.1	5.1.5
AUC	1.1.1	4,39								
AUD	1.1.2	1,78	3,95			0,00				
RV	1.2.2		0,01	0,12						
CT	2.1		0,06		4,12	2,46	0,04	3,64		0,89
MAAN	2.5	0,10	5,06		3,93	34,79	3,87	1,89		0,73
BDA	3.1.3				0,05	2,91	13,27	0,05		
TD	3.4.3		0,52		2,45	1,64	0,02	1,20		0,49
R	5.1.1								0,37	
CAA	5.1.5		0,002		2,21	1,22		1,28		0,48

Respecto al cambio de uso y cobertura por crecimiento urbano, para el período 2008-2014, son 187,91 ha cambiadas de cualquier clase que tenía en el 2008 hacia el uso y cobertura de área urbana (continua o discontinua) en el 2014. Del total del cambio, son 150,5 ha de la clase mosaico de áreas agrícolas y naturales que cambiaron a áreas urbanas en el 2014 los cuales representan el 80 % del total del cambio a áreas urbanas para este período, respecto al cambio de uso y cobertura por crecimiento urbano, para el período 2014-2020, son 281,87 ha cambiadas de cualquier clase que tenía en el 2014 hacia el uso y cobertura de área urbana (continua o discontinua) en el 2020. Del total del cambio, son 252,77 ha de la clase mosaico de áreas agrícolas y naturales que cambiaron a áreas urbanas en el 2020 los cuales representan el 89 % del total del cambio hacia áreas urbanas para este período (Ver Tabla 21).

Tabla 21

Cambio de uso del suelo y cobertura por crecimiento urbano, período 2014- 2020

CLC	NIVEL	CLASIFICACIÓN	2008-2014		2014-2020	
			ha	%	ha	%
1.2.2	Red vial	Áreas urbanas discontinuas	1,81	0,96	0,52	0,18
2.1	Cultivos transitorios	Áreas urbanas continuas	0,02	0,01		
2.1	Cultivos transitorios	Áreas urbanas discontinuas	2,41	1,28	3,15	1,12
2.5	Mosaico de áreas agrícolas y naturales	Áreas urbanas continuas	10,06	5,35	4,84	1,72
2.5	Mosaico de áreas agrícolas y naturales	Áreas urbanas discontinuas	140,44	74,74	247,93	87,96
3.1.3	Bosque denso alto	Áreas urbanas continuas	0,23	0,12		
3.1.3	Bosque denso alto	Áreas urbanas discontinuas	19,21	10,22		
3.4.3	Tierras desnudas	Áreas urbanas discontinuas	11,54	6,14	25,35	8,99
5.1.5	Cuerpo de agua artificial	Áreas urbanas discontinuas	2,20	1,17	0,08	0,03
			187,91	100,00	281,87	100,00

3.2. Crecimiento urbanístico del distrito de Nueva Cajamarca, 2008-2020

El análisis del crecimiento urbano realizado en el ámbito de estudio se ha realizado mediante la clasificación supervisada y cotejada con imágenes de alta resolución de los perímetros urbanos para los años 2008, 2014 y 2020 (Ver Apéndice 7, 8 y 9), obteniendo los siguientes resultados:

3.2.1. Área urbana (ha) entre los años 2008-2014-2020

El año 2008 el área urbana en el ámbito de estudio fue de 308,05 ha, la superficie del año 2014 fue de 496,57 ha y sigue en aumento al año 2020 con 779,40 ha. Se puede evidenciar un crecimiento del área urbana de 471.35 ha para el período total desde el 2008 al 2020. Es decir, el área urbana en el ámbito de estudio ha crecido en 2,5 veces al área existente en el 2008. En la Tabla 22 se muestran las áreas urbanas en hectáreas y porcentaje de los años en estudio y en la Tabla 23 se muestra el resumen de lo mencionado, así mismo se detalla dichos resultados en la Figura 13.

Tabla 22

Áreas urbanas en los períodos 2008-2014-2020

N°	Centros urbanos	Superficie (ha)			Porcentaje (%)		
		2008	2014	2020	2008	2014	2020
1	La Unión	25,66	27,61	29,64	8,33	5,55	3,80
2	Nueva Cajamarca	258,96	444,50	723,79	84,07	89,52	92,86
3	Tahuantinsuyo	5,63	6,32	6,90	1,83	1,27	0,89
4	Campo Amor	1,97	2,32	3,25	0,64	0,47	0,42
5	Ucrania	15,82	15,82	15,82	5,14	3,19	2,03
Total, áreas urbanas		308,05	496,57	779,40	100,00	100,00	100,00

Tabla 23

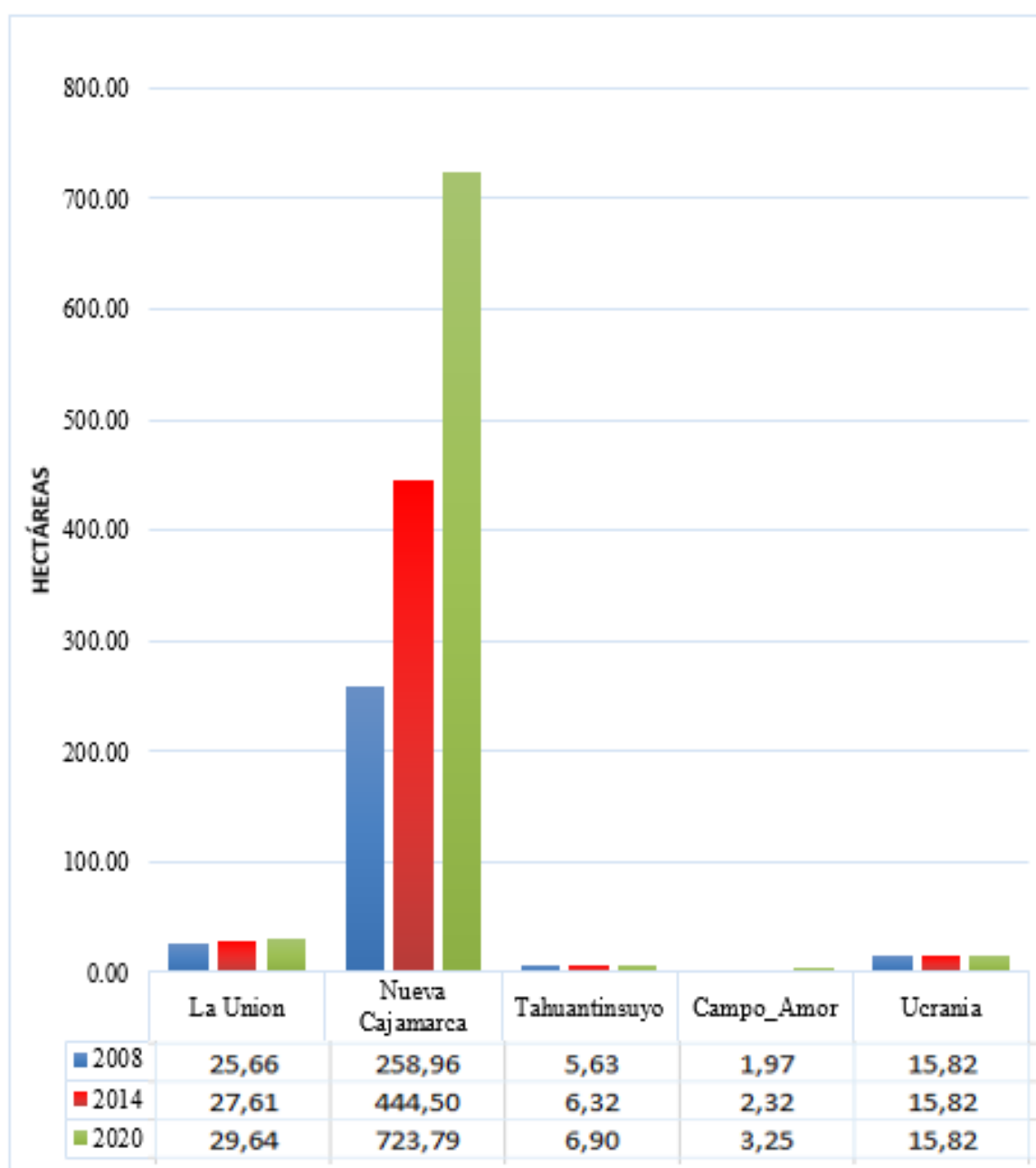
Resumen de crecimiento urbano (ha) entre los años 2008-2020

Años	Área (ha)	Diferencia entre áreas (ha)
2008	308,05	
2014	496,57	188,52
2020	779,40	282,83
Total		471,35

Al año 2020 el área urbana ha crecido en un 57 % aproximadamente con respecto al año 2014, generándose un crecimiento del área urbana en 282,83 ha entre los años mencionados. Un mayor crecimiento urbano se ha dado en el período 2014-2020 con 282,83 ha. La diferencia de crecimiento entre ambos períodos (2008-2014 y 2014-2020), es de 94,31 ha. El crecimiento urbano total entre el período 2008-2020 fue de 471,35 ha. demostrándose así que la dinámica del crecimiento urbano en el ámbito de estudio tiene una fuerte tendencia al crecimiento.

Figura 13

Comparación de áreas urbanas entre los años 2008-2014-2020



3.2.2. Porcentaje de crecimiento urbanístico entre los años 2008-2020

A partir de las áreas obtenidas en hectáreas, se procedió a determinar el porcentaje de crecimiento urbano en el período estudiado. A continuación, se presentan los porcentajes de crecimiento urbano entre los años 2008-2014 y 2014 - 2020. Según los datos de la Tabla 24, se tiene que para el período 2008-2014, el centro urbano Nueva Cajamarca creció en un 71,64 % respecto a su área urbana en el 2008, es decir creció en 185,53 ha, para el período 2014-2020 ha crecido en un 62,83% respecto a su área urbana en el 2014, esto indica que es el centro urbano con una dinámica muy notable en su crecimiento urbano y de mantener esta tendencia en los próximos períodos derivaría en un impacto considerable en el cambio de uso de las coberturas antes analizadas.

Se observó que el centro urbano Campo Amor, que, si bien aún es muy pequeño, este viene creciendo con una dinámica constante donde en el período 2008-2014 creció en un 17,85 % respecto a su área en el 2008 y en el período 2014-2020 ha crecido en un 40 % respecto a su área en el 2014, El centro urbano Ucrania no ha tenido crecimiento en los períodos indicados. Los demás centros urbanos mantienen un crecimiento promedio de aproximadamente del 9 % para los períodos en referencia (Figura 14).

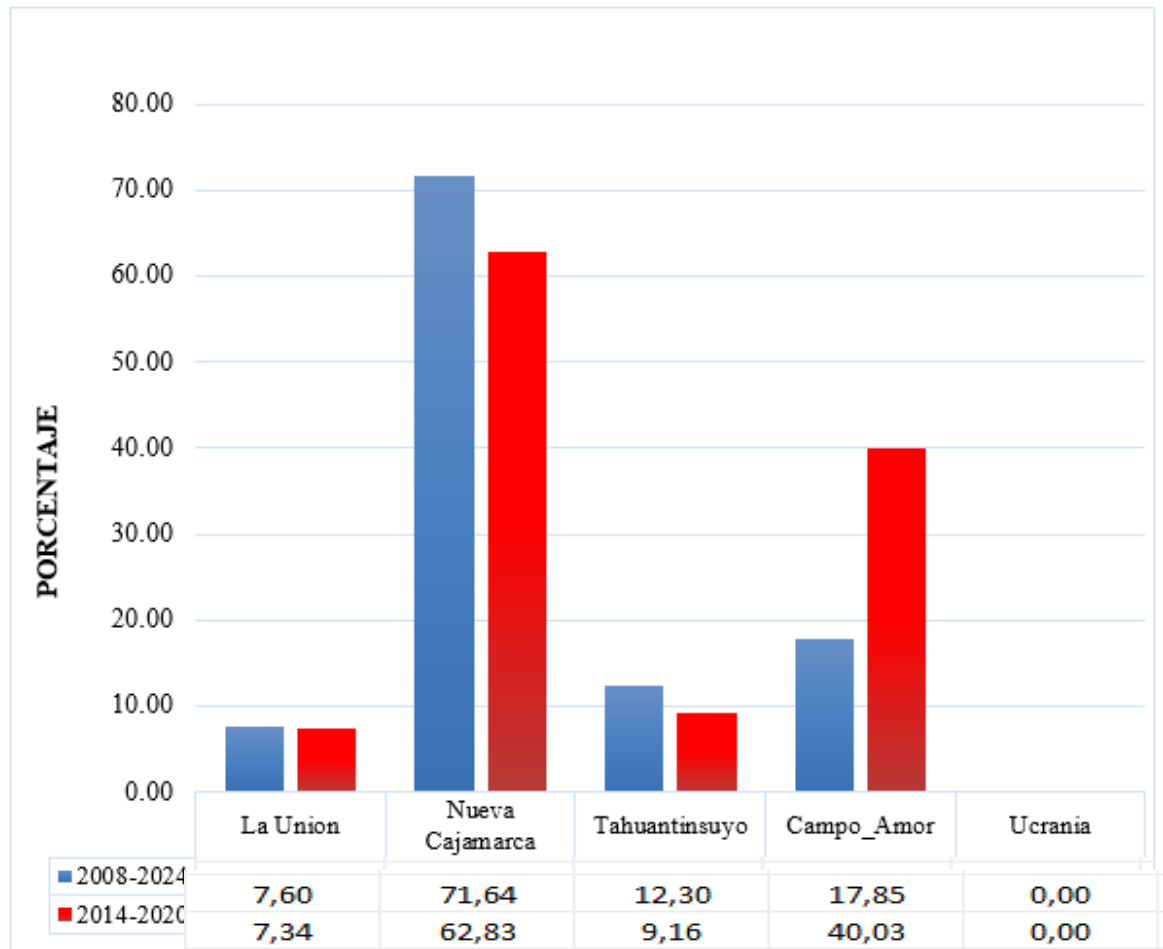
Tabla 24

Resumen de crecimiento urbano y porcentual entre los años 2008-2020

N°	Centros urbanos	Superficie (ha)		Porcentaje	
		2008-2014	2014-2020	2008-2014	2014-2020
1	La Unión	1,95	2,03	7,60	7,34
2	Nueva Cajamarca	185,53	279,29	71,64	62,83
3	Tahuantinsuyo	0,69	0,58	12,30	9,16
4	Campo Amor	0,35	0,93	17,85	40,03
5	Ucrania	0,00	0,00	0,00	0,00
Total, incremento		188,53	282,83		

Figura 14

Comparación de porcentaje de crecimiento urbano entre los años 2008-2020



3.3. Determinación de los efectos del cambio de uso y cobertura generado por crecimiento urbanístico del distrito Nueva Cajamarca entre los años 2008-2020

Para la determinación de los efectos del cambio de uso y cobertura por crecimiento urbano se han considerado las consecuencias directas de estos cambios, siendo la expansión urbana una de ellas, la cual trae consigo una mayor exposición urbana a la vulnerabilidad frente a inundaciones o erosión fluvial, a causa de la cercanía que tiene la zona urbana de Nueva Cajamarca al río Yuracyacu, en este sentido se consideran los efectos siguientes producidos por la expansión o crecimiento urbano. En el Apéndice 11 se muestra un mapa general de los efectos.

3.3.1. Deforestación de cobertura de bosques

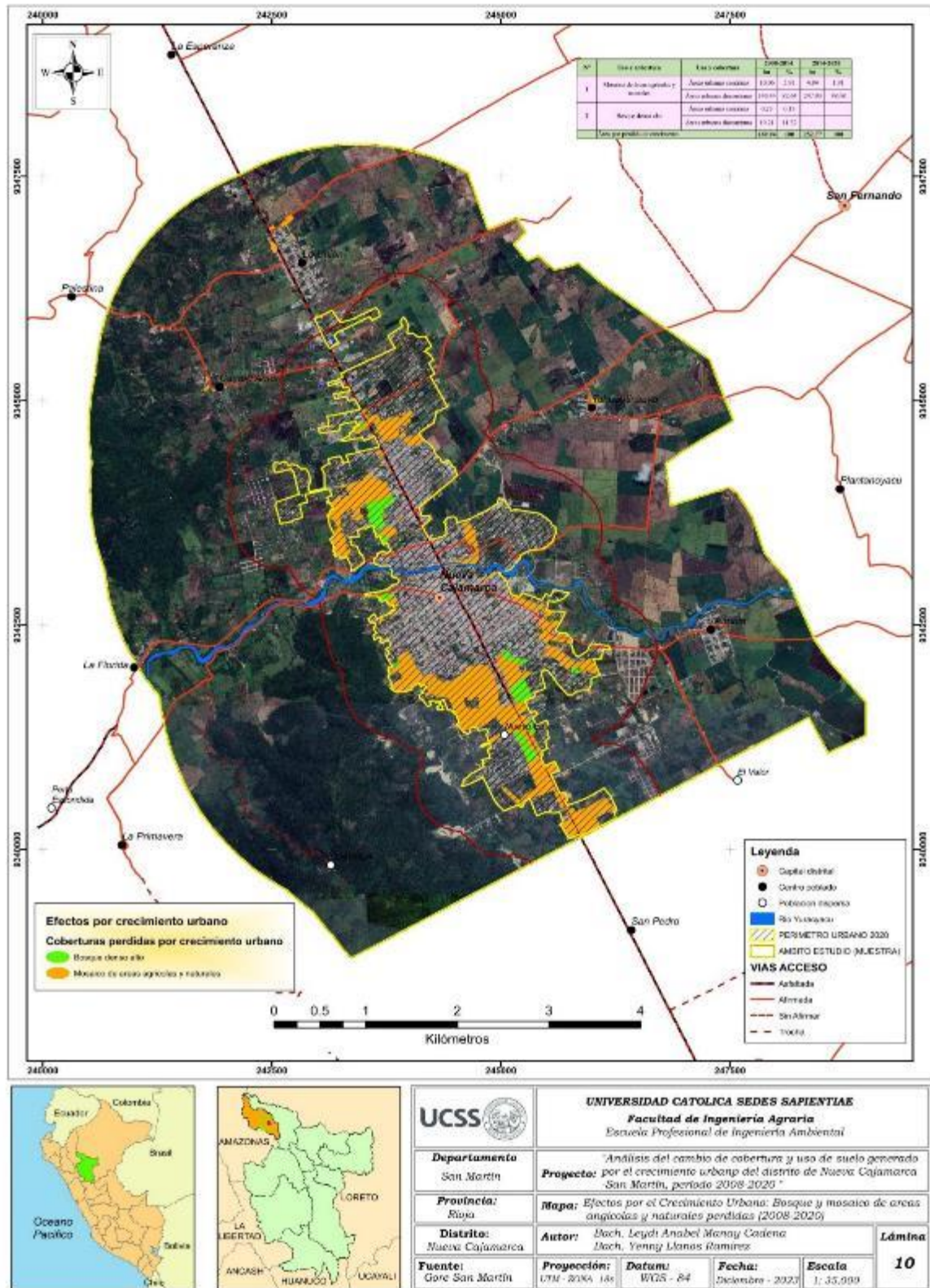
Como consecuencia del cambio de uso por crecimiento urbano, en el período 2008 -2014 se ha deforestado 19.44 ha de bosques densos altos, asimismo se han perdido 150.50 ha de superficie de mosaico de áreas agrícolas y naturales que también incluyen coberturas naturales de bosques remanentes y bosques secundarios. En la Tabla 25 se muestra la pérdida de bosques y áreas naturales entre los años 2008-2014 y 2014-2020, también se muestra en la Figura 15 las áreas de bosques y naturales deforestadas para un mejor entendimiento.

Tabla 25*Pérdida de bosques y áreas naturales entre los años 2008-2020*

N°	Uso y cobertura	Uso y cobertura	2008-2014		2014-2020	
			ha	%	ha	%
1	Mosaico de áreas agrícolas y naturales	Áreas urbanas continuas	10,06	5,91	4,84	1,91
		Áreas urbanas discontinuas	140,44	82,64	247,93	98,08
2	Bosque denso alto	Áreas urbanas continuas	0,23	0,13		
		Áreas urbanas discontinuas	19,21	11,32		
Área por pérdida de crecimiento			169,94	100	252,77	100

Figura 15

Mapa de áreas de bosques y áreas naturales deforestadas o pérdidas por crecimiento urbano



3.3.2. Incremento del potencial de deforestación

El crecimiento urbano también pone en vulnerabilidad a los bosques colindantes al perímetro urbano (al año 2020) de la ciudad de Nueva Cajamarca, dado que se observó en el análisis una dinámica notable de expansión urbana. Como parte de los efectos de la dinámica de crecimiento urbano, se calculó el potencial de pérdida de bosques y otras áreas naturales en base al área buffer de 500 metros alrededor del perímetro de este centro urbano considerando la probabilidad que estas áreas colindantes sean ocupadas como uso urbano en períodos posteriores. Son 97,07 ha de bosques que están en riesgo de pérdida si se mantiene la dinámica de crecimiento urbano en los próximos años. En la Tabla 26 y Figura 16 se muestra lo mencionado.

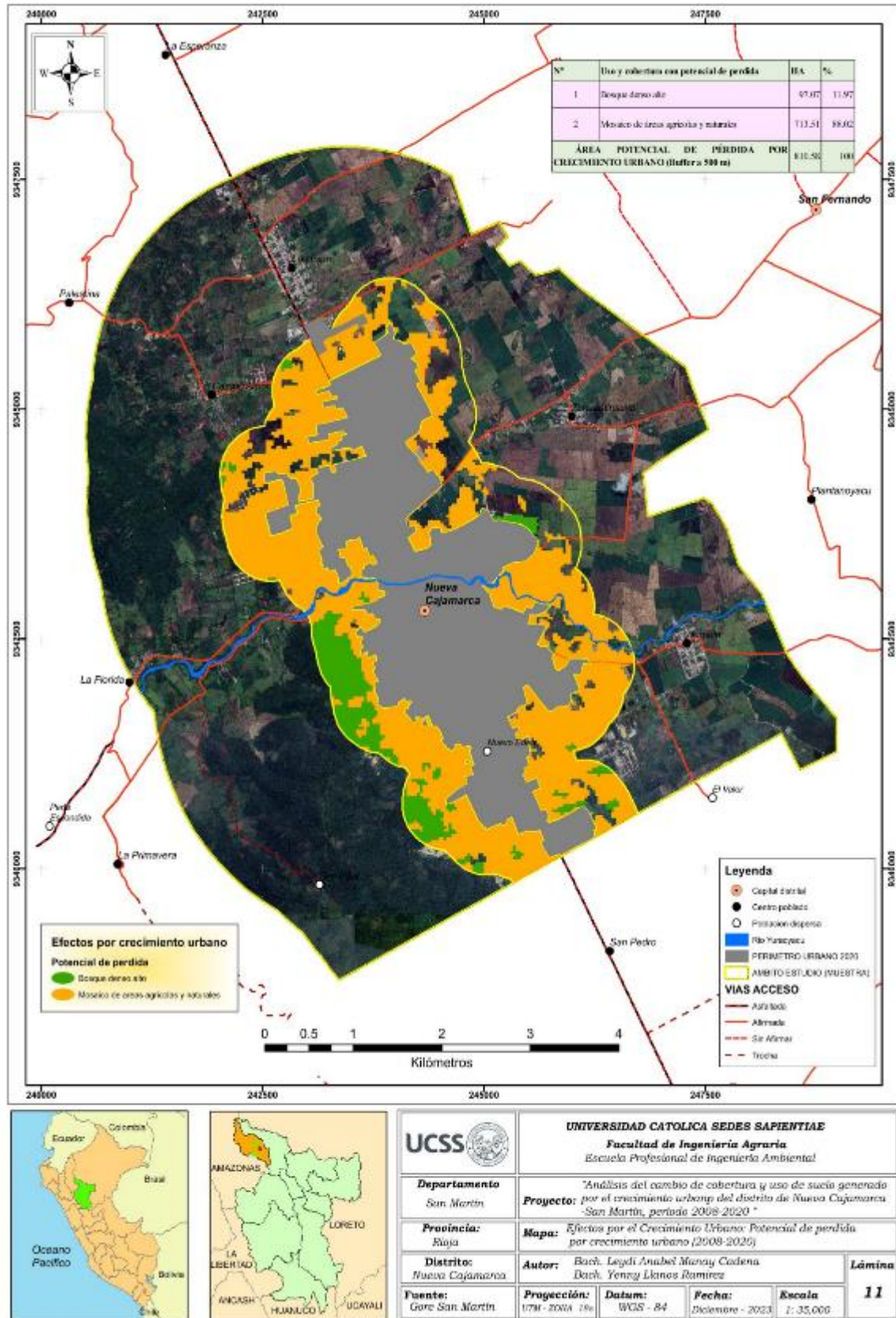
Tabla 26

Pérdida potencial de bosques y áreas naturales por crecimiento urbano

N°	Uso y cobertura con potencial de pérdida	ha	%
1	Bosque denso alto	97,07	11,97
2	Mosaico de áreas agrícolas y naturales	713,51	88,02
Área potencial de pérdida por crecimiento urbano (Buffer a 500m)		810,58	100

Figura 16

Mapa de áreas con potencial de pérdidas por crecimiento urbano



3.3.3. Pérdida de áreas agropecuarias o agrícolas

En el período 2008-2014 se perdieron 152,93 ha de áreas agrícolas y en el período 2014-2023 fueron 255,92 ha de áreas agrícolas que fueron ocupadas para el uso urbano (Tabla 27). Es por ello que es notorio que el crecimiento de la superficie urbana ha aumentado de forma desordenada, con expansiones que vulneran ecosistemas naturales. Esto genera hacinamiento e insalubridad, lo que demanda acciones para evitar el crecimiento desordenado de las ciudades tales como; legislación y la planificación urbana.

Tabla 27

Pérdida de áreas agrícolas entre los años 2008-2014

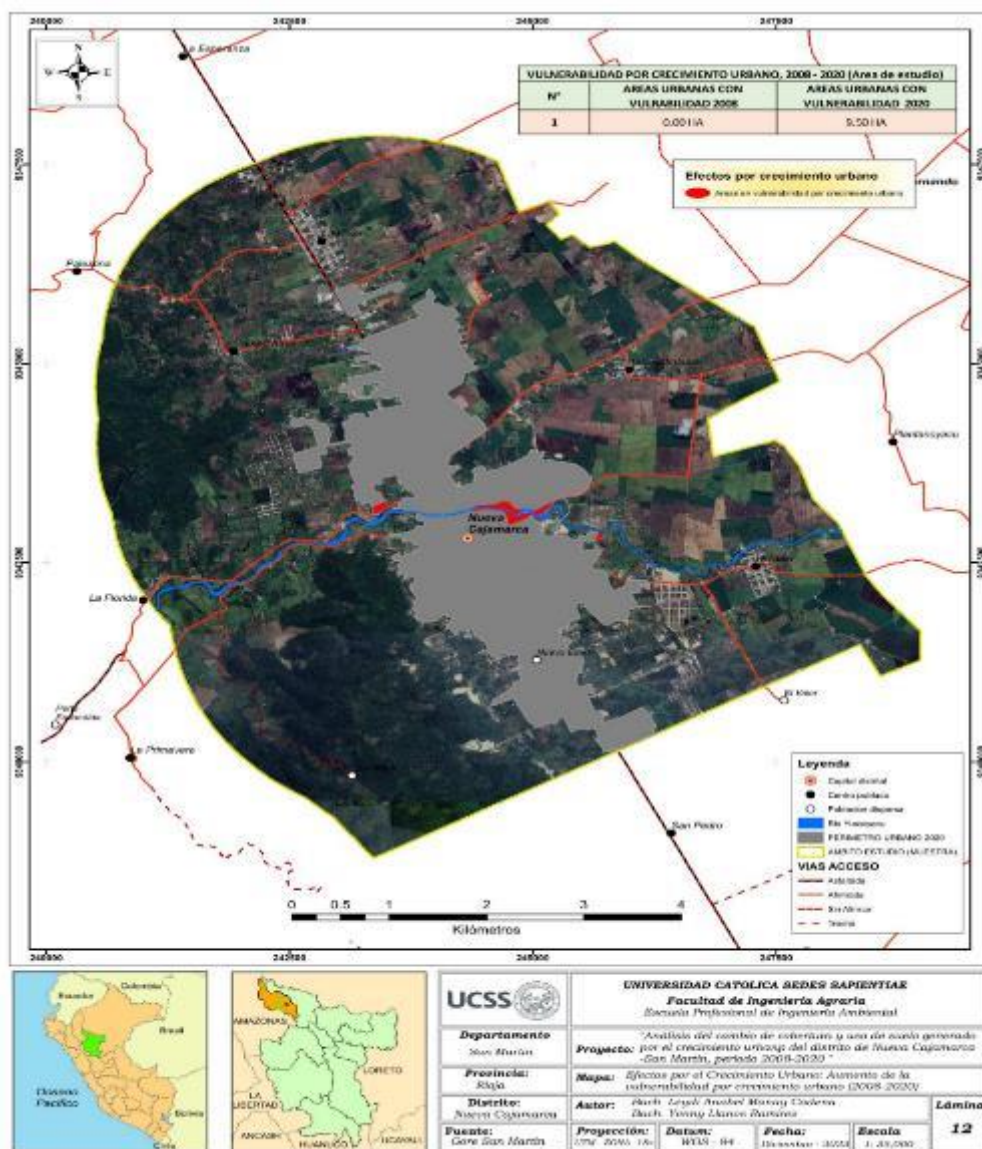
N°	Uso y cobertura	Uso y cobertura	2008-2014		2014-2020	
			ha	%	ha	%
1	Cultivos transitorios	Áreas urbanas continuas	0,02	0,01	3,15	1,23
		Áreas urbanas discontinuas	2,41	1,58		
2	Mosaico de áreas agrícolas y naturales	Áreas urbanas continuas	10,06	6,58	4,84	1,89
		Áreas urbanas discontinuas	140,44	91,83	247,93	96,88
Superficie de pérdida por crecimiento urbano			152,93	100,00	255,92	100,00

3.3.4. Aumento de la vulnerabilidad de riesgos a desastres

La expansión urbana como consecuencia del crecimiento urbano en el ámbito de estudio, ha derivado en ocupaciones de viviendas en zonas colindantes al río Yuracyacu, lo cual denota un incremento en la vulnerabilidad de las viviendas allí presentes ante eventuales peligros como inundaciones, deslizamientos o erosión fluviales. En la Figura 17 se muestra las superficies de 9,50 ha con uso urbano que incrementaron en el período 2008-2020 en áreas de la faja marginal del río en mención.

Figura 17

Áreas urbanas ocupas en faja marginal de ríos en el período 2008-2020



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

4.1. Cambio de uso de suelo y cobertura vegetal

El presente análisis de imágenes satelitales permitió la identificación de nueve tipos de cobertura y uso de suelo (áreas urbanas continuas, áreas urbanas discontinuas, red vial, cultivos transitorios, mosaico de áreas agrícolas y naturales, bosque denso alto, tierras desnudas, ríos, cuerpos de agua artificial). En el año 2008 se reportó: bosques 21,2 %, cultivos 9,30 %, área urbana 5,98 %, e hidrografía 0,37 %, para el año 2014 el área de bosques decreció a 4,94%, el de cultivos se incrementó a 1,92 %, el área urbana se incrementó a 4,14 % y la hidrográfica se mantuvo constante en 0,37 %. Mientras que para el año 2020 los bosques siguieron decreciendo a 4,01 %, los cultivos casi constantes en 1,55 %, el área urbana se incrementó a 5,74 %, y constante la hidrográfica en 0,37 %; observándose que, si existe diferencias significativas en los años estudiados, lo cual permitió determinar que los bosques y cultivos disminuyeron sus superficies debido al incremento considerable del área urbana. En comparación con la investigación realizada por Chóez (2018) quien identificó cobertura vegetal, tierras agropecuarias, cuerpos de agua y zona antrópica; en el año 1998 reportó cobertura vegetal del 65 %, tierras agropecuarias en 9 %, cuerpos de agua 6 % y zona antrópica 8 %; para el año 2008 reportó: menos cobertura vegetal de 47 %, incremento de tierras agropecuarias al 37 %, reducción de cuerpos de agua en 3 %, y reducción de zona antrópica al 5 %. En tanto para el año 2017 reportó reducción de cobertura vegetal a 45 %, reducción de tierras agropecuarias al 26 %, constante en cuerpos de agua 3 %, e incremento en zona antrópica al 12 %; existiendo un cambio de la cobertura vegetal notorio. En las dos investigaciones, el crecimiento urbano predominó en el cambio de cobertura y uso de suelo, haciendo denotar que al usar la metodología de procesamiento de imágenes satelitales y su análisis retrospectivo es eficiente y gracias a este donde estudio se determina con claridad las unidades claves para proyectar el desarrollo, en este caso, el desarrollo integral del distrito de Nueva Cajamarca, en el cual se consideró el crecimiento ordenado de las zonas urbanas y rurales.

4.2. Crecimiento urbanístico

Del análisis realizado para identificar el crecimiento urbano del distrito de Nueva Cajamarca, en un período de estudio de doce años, se determinó que en 2008: el área urbana fue de 308,05 ha, para el año 2014 mostró un crecimiento de 496,57 ha; para el 2020 el área urbana resultó en 779,40 ha, reflejando un crecimiento significativo. Al respecto Gil (2019), quien también identificó el crecimiento urbano en el distrito de San Silvestre de Cochan, Cajamarca, determinó que en el año 2001 el área urbana fue de 5 ha; para el año 2018 el área urbana fue de 10,32 ha, como consecuencia de que la superficie del distrito de San Silvestre de Cochan estuvo cubierta por tejido continuo, ubicándose casi toda su población en la zona rural. Mientras que, en el ámbito del distrito de Nueva Cajamarca, se generó un aumento del área urbana por la falta de planes de desarrollo, zonificación y control de propiedades e invasiones territoriales; por lo cual la población optó por transformar los bosques y selvas, expandiendo el área agrícola con fines económicos.

En Nueva Cajamarca, entre los años 2008 a 2020, se redujo la superficie de bosques en 196,56 ha, las áreas destinadas a cultivo se incrementaron en 169,77 ha y la urbana en 469,74 ha. Los efectos de este fenómeno, según García (2008), ocasiona la urbanización sobre la agricultura e induce dos comportamientos: 1) estimula la intensificación de la actividad, que a mediano plazo provoca la degradación y desertificación de los suelos y 2) los altos requerimientos de hacer extensiva esta actividad (por el aumento de la demanda de producción relacionado con el crecimiento demográfico y la pérdida de suelo agrícola por su conversión a suelo urbano), induce el cambio de coberturas naturales a suelos de uso agrícola. Así mismo Hernández (2016) afirmó lo dicho por García quien en su investigación afirmó que la presión de la urbanización sobre las áreas agrícolas o naturales presentan una serie de impactos ambientales negativos, entre los cuales se destaca principalmente la pérdida y degradación de los ecosistemas, así como la pérdida de biodiversidad implicando un deterioro del paisaje, todo estos impactos conllevan la reducción de los servicios ecosistémicos como el suministro de alimentos, regulación del clima, purificación del aire y agua, alteración de la topografía, la contaminación, reducción de especies nativas. Es por ello que importante buscar alternativas para velar por el equilibrio ambiental y evitar el hacinamiento, ya que estos generan desorden y alteración de la ciudad.

4.3. Afectación del cambio de cobertura y uso de suelo

Ibáñez (2019) determinó que la alteración de la cobertura vegetal y uso de tierra en la cuenca del río Tocache fueron altas a consecuencia del aumento de actividades antrópicas, por el crecimiento urbano y en las estadísticas fueron los indicadores que representaron tasas altas en términos de disminución de bosques y deforestación. El distrito de Nueva Cajamarca no es ajeno a esa realidad, según la información que se analizó y en base a lo encontrado, se contrasta la realidad negativa que ocurre en el contexto geográfico de la cuenca del río Tocache y la del distrito de Nueva Cajamarca, siendo en ambos casos las actividades antropogénicas la principal causa que conllevan al cambio de cobertura y usos de suelo, en el cual el crecimiento urbano pone en vulnerabilidad a los bosques colindantes del año 2020 de la ciudad de Nueva Cajamarca, dado que se observó en el análisis una dinámica notable de expansión urbana.

En el análisis temporal de doce años se logró determinar 2008 -2014 se ha deforestado 19,44 ha de bosques densos altos, asimismo se han perdido 150,50 ha de superficie de mosaico de áreas agrícolas y naturales que también incluyen coberturas naturales de bosques remanentes y bosques secundarios ocurrido por diferentes actividades como por ejemplo, la actividad antrópica mediante la deforestación con fines de incrementar áreas de cultivo y el uso de suelos para la lotización de predios y creación de nuevas áreas urbanas, el cual fue más visible en la ciudad de Nueva Cajamarca, información que es contrastada con lo encontrado por Sandoval (2009), quien determinó que en Valparaíso - Chile, se presenta igual realidad caracterizado por una constante expansión urbana y proyecta ese proceso con tendencia creciente en los próximos años.

En el análisis retrospectivo de doce años, se evidenció que el mayor porcentaje de aumento en cuanto al uso del territorio, es por la expansión urbana y agrícola, ya que es notorio que el crecimiento de la superficie urbana ha aumentado de forma desordenada, con expansiones que vulneran ecosistemas naturales. Esto genera hacinamiento e insalubridad, lo que demanda acciones para evitar el crecimiento desordenado de las ciudades tales como; legislación y la planificación urbana. En el período 2008-2014 se perdieron 152,93 ha de áreas agrícolas y en el período 2014-2020 fueron 255,92 ha de áreas agrícolas que fueron

ocupadas para el uso urbano, respectivamente, información que mantiene relación con lo encontrado por Chóez (2018) quien determinó que existe un crecimiento notable de la zona urbana y agrícola, sustentando lo mencionado en que las actividades antrópicas con fines de creación de áreas de cultivos para la subsistencia y la migración generaron posicionamiento en áreas que presentaban cobertura vegetal. Sandoval (2009) obtuvo resultados similares, en el cual los patrones de reemplazo indicaron que la expansión urbana sustituirá principalmente coberturas de vegetación dispersa, siguiendo con los espacios abiertos y finalizando por la vegetación densa, teniendo una mayor magnitud estos patrones en el escenario que contempla. Los resultados evidenciaron el aumento de la fragmentación de bosques e incremento de cultivos agrícolas.

El estudio evidenció que un territorio es cambiante a lo largo del tiempo, lo cual indica que se debe contar con instrumentos actualizados de planificación que permitan el desarrollo sostenible de los espacios naturales y urbanos, Reyes (2014) propuso realizar estudios de la misma índole para mejorar la comprensión de la dinámica de cambio de cobertura y usos de suelo, permitiendo conocer los efectos que traen consigo, lo cual puede ayudar a la elaboración de otros estudios como proyecciones de cambios y usos de suelo, de esta manera establecer escenarios a corto, mediano y largo plazo para predecir y analizar las tendencias de comportamiento del fenómeno y sus implicaciones, también favorecen la elaboración de herramientas y políticas ambientales como son el ordenamiento territorial y el ordenamiento ecológico.

La pérdida de cobertura boscosa repercute en la pérdida de ecosistemas, generando el desplazamiento o pérdida de especies nativas, Esparza (2017) menciona que los procesos de sustitución han sido reconocidos como uno de los principales causantes de la destrucción de los ecosistemas boscosos. Alegre (2017) sugiere que los gobiernos locales debieron promover asesoramientos y/o capacitaciones en proyectos de reforestación y usos sostenible del suelo, para conservar toda formación vegetal ya sea natural o de origen antrópico.

Las tendencias de la dinámica de los cambios de cobertura y uso de la tierra permiten predecir los cambios eventuales del uso que se le puede dar al territorio, proponiendo así

planes que desarrollen actividades compatibles con el potencial uso del suelo, Ibañez (2019) comparte que, el modelamiento predictivo de los cambios de cobertura y uso de la tierra es una herramienta importante para la conservación del medio ambiente, proyectos de recuperación de bosque y preservación del ecosistema.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

El análisis de cambio de uso de suelo y cobertura mediante los períodos de evaluación 2008, 2014 y 2020 en el ámbito de estudio, sufrieron cambios al transcurrir el tiempo donde la superficie de áreas urbanas (continua y discontinua) en el 2008 representan el 6,28 % del total del área de estudio, al 2014 se tiene 10,11 % y al 2020 representan el 15,86 %, lo que significa un aumento constante en los períodos de análisis. La tasa de cambio de cobertura de bosque al 2008 representa el 21,22 %, al 2014 tiene el 16,28 % y al 2020 representa el 17,21 %, lo que significa una pérdida de bosques de 4,94% en el período 2008-2014, seguida de una ligera recuperación de 0,93 % en el período 2014-2020. El análisis de la matriz de cambio de uso y cobertura de los períodos de evaluación 2008-2014 y 2020 indicaron que del año 2008-2020 se dio un cambio total de 1 945,67 ha que representa el 39,68 % del área total del ámbito de estudio, respecto a la superficie sin cambio en este período fue de 2 956,81 ha que representa el 60,32 %, referente al período 2014-2020 el cambio total fue de 1 829,50 ha que representa el 37,32 % del área total del ámbito de estudio, referente a la superficie sin cambio en este período tiene una superficie de 3 072,97 ha que representa el 62,68 %. La clase que más cambio ha tenido desde el 2014 al 2020 ha sido la clase mosaico de áreas agrícolas y naturales con 763,98 ha que corresponde al 15,58 % del total del cambio para este período.

El análisis del crecimiento urbano realizado en el ámbito de estudio mediante la clasificación supervisada y cotejada con imágenes de alta resolución de los perímetros urbanos para los años 2008, 2014 y 2020 indicaron que en el año 2008 el área urbana en el ámbito de estudio fue de 308,05 ha, la superficie del año 2014 fue de 496,57 ha y sigue en aumento al año 2020 con 779,40 ha, evidenciándose un crecimiento del área urbana de 471,35 ha para el período total desde el 2008 al 2020. Donde en el período 2008-2014, el centro urbano Nueva Cajamarca creció en 185,53 ha (71,64) % y para el período 2014-2020 ha crecido en un 279,29 ha.

En relación a los efectos del crecimiento urbano, en el período 2008-2014 se ha deforestado 19,44 hectáreas de bosques densos altos, asimismo se han perdido 150,50 ha de superficie de mosaico de áreas agrícolas y naturales que también incluyen coberturas naturales de bosques remanentes y bosques secundarios, respecto al crecimiento urbano, se ha identificado en el análisis que 97,07 ha de bosques están en riesgo de pérdida si se sigue manteniendo la dinámica de crecimiento urbano en los próximos años, así mismo en el período 2008-2014 se perdieron 152,93 ha de áreas agrícolas y en el período 2014-2020 fueron 255,92 ha de áreas agrícolas que fueron ocupadas para el uso urbano. En cuanto al efecto de la expansión urbana como consecuencia del crecimiento urbano, también ha derivado en ocupaciones de viviendas en zonas colindantes al río Yuracyacu, lo cual denota un incremento en la vulnerabilidad de las viviendas allí presentes ante eventuales peligros como inundaciones, deslizamientos o erosión fluviales. En total son 9,50 ha de áreas urbanas en condición de vulnerabilidad por proximidad al río.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- En las áreas de incremento urbano y con vulnerabilidad por proximidad al río Yuracyacu, se recomienda reforestación con especies nativas, a modo de mitigar el riesgo inducido por el crecimiento urbano en el área de estudio.
- Es necesario el control de la expansión urbana y desarrollar mecanismos que permitan controlar la disminución de los bosques y del mismo modo que las autoridades competentes formulen y ejecuten proyectos ambientales de reforestación a fin de recuperar las zonas más vulneradas.
- Se recomienda poner en funcionamiento el plan de ordenamiento territorial; al mismo tiempo, exigir estudios ambientales a inmobiliarias de lotizaciones, todo lo cual permitirá aprobar la ejecución de proyectos de lotización, sin dejar a lado la parte ambiental, sobre todo el medio biótico como la flora, la cual se ve más alterado con el desarrollo de estos proyectos urbanísticos.
- Continuar desarrollando el análisis de crecimiento urbanístico en las diferentes ciudades o cuencas de nuestra región, todo ello haciendo uso de imágenes satelitales de alta resolución.

REFERENCIAS

- Alcántara, G. (2014). *Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra*. Gobierno Regional de Cajamarca. 188p.
- Al-Darwish, Y., Ayad, H., Taha, D., y Saadallah, D. (2018). Predicting the future urban growth and its impacts on the surrounding environment using urban simulation models: Case study of Ibb city–Yemen. *Alexandria engineering journal*, 57(4), 2887-2895. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016818300863>
- Aguilar, L. y Orosco, M. (2023). Análisis multitemporal del cambio de uso de Suelo, utilizando el método de Markov, en la Provincia de coronel Portillo, Departamento de Ucayali período 2000–2030. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6491>
- Alegre, K. V. (2017). *Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10803>
- Aldás A. A. P. (2019). *Análisis de la dinámica temporal del índice de vegetación de diferencia normalizada (ndvi) para los años 1986, 2001 y 2017 en la reserva ecológica cotacachi cayapas, imbabura, mediante el uso de google earth engine* (Bachelor's thesis, PUCE-Quito). <https://repositorio.puce.edu.ec/items/18ca8c9b-dc31-4ad3-8a8f-4ab6dcc77d03>
- Ángeles, J. M. y Jaúregui, M. A. (2015). *Efectos de la deforestación en la biodiversidad de la Comunidad Granja Porcón Cajamarca–2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10138>
- Álvarez, J. y Agredo, G. A. (2013). Pérdida de la cobertura vegetal y de oxígeno en la media montaña del trópico andino, caso cuenca urbana San Luis (Manizales). *Luna Azul*, (37),30-48.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S190924742013000200004&script=sci_arttext

- Anaya E. L. M. (2023). Lineamientos bajo los enfoques social, económico y ambiental para el ordenamiento territorial sostenible del distrito de Moche, La Libertad, 2022. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/34162>
- Arancibia, M. (2008). El uso de los sistemas de información geográfica SIG en la planificación estratégica de los recursos energéticos. *Revista de Universidad Bolivariana*. 7 (20), 227-238. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2694271>
- Barrera Zuñiga, R. A., y Garcia Orduña, D. (2015). Procesamiento, interpretación y análisis de imágenes satelitales en la banda de los 400 a 700 nanómetros para aplicaciones de percepción remota. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14571/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carbajal Vargas, J. C., y Serrano Olivarez, H. V. (2022). Migración rural-urbana y su impacto en el crecimiento económico de la provincia de Cusco, 2007-2017. https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/4890/Jorge_Hanna_Tesis_bachiller_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chóez, I. F. (2018). *Análisis de la cobertura vegetal y cambio de uso de suelo en el área de influencia del canal Azúcar-Río Verde mediante teledetección*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35083>
- Contreras, S. (2015). Análisis de la evolución de la gestión, uso y cobertura vegetal del suelo del Bosque Protector Aguarongo y sectores colindantes, Área de estudio: San Juan y Jadán. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11983/1/UPSCT005749.pdf>
- Chuvienco, E. (2010). "Teledetección Ambiental: La observación de la tierra desde el espacio". Editorial Ariel, S.A.
- De la Fuente, E. B., y Suárez, S. A. (2008). Problemas ambientales asociados a la actividad humana: *La agricultura. Ecología austral*, 18(3), 239-252.

[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667782X2008000300001&script=sci_ar
ttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667782X2008000300001&script=sci_ar
ttext&tlng=pt)

El Peruano (2013), Decreto Supremo N° 22-2013, que aprueba el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible N° 022. Lima, Perú, 01 de mayo de 2013 pp11-32.

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-de-acondicionamien-decreto-supremo-n-022-2016-vivienda-1466636-3/>

Esparza, A. A. (2017). *Impactos del cambio de la cobertura y el uso del suelo en la oferta de servicios ecosistémicos de regulación hídrica en el centro-sur de Chile*. [Tesis de maestría, Universidad de Concepción]. <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/2487>

Espinoza P. L. V. (2022). Influencia de la expansión minera Constancia sobre la cobertura vegetal durante el período 2010–2021 Cusco-Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32624>

García, E. J. (2008). *El proceso de Expansión Urbana y su Impacto en el Uso de Suelo y vegetación del Municipio de Juárez, Chihuahua*. [Tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Norte]. <https://www.colef.mx/posgrado/tesis/2006731/>

Guerra C., M. D. L. Á. L. (2021). Análisis espacio temporal de la cobertura vegetal mediante el NDVI, y su relación con el crecimiento poblacional de la provincia de Lima, Perú (2000-2019). <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29557>

Guerrero A. M. F. (2022). Consecuencias del impacto ambiental del crecimiento urbano en el sector suroeste del distrito de Sullana 2022. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101874>

Gil, W. (2019). *Cambios de cobertura y uso del suelo con imágenes satelitales del distrito de San Silvestre de Cochán, período 2001-2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3012>

Gobierno Regional de Junín (2015). Memoria descriptiva. Zonificación ecológica y económica del departamento de Junín a nivel meso escala 1:100000. Perú, Huancayo: Gerencia regional de recursos naturales.

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/memoria-descriptiva-zonificacion-ecologicaeconomica-departamento>

Gonzaga, C.A. (2014). *Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ y Aster para la caracterización de la cobertura vegetal en la zona centro de la provincia de Loja, Ecuador*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/34487>

González, R. y Woods, R. (2002). *Digital Image Processing*. Prentice Hall, USA.

González, A. B.V. (2012) *Análisis multitemporal de imágenes satelitales para conocer la calidad del agua en la presa: Valle de Bravo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México].

Haupt, A. y Kane, T. (2003). *Guía rápida de población*. 4ª edición, Population Reference Bureau Washington, DC.

Hernández R. G. E. (2016). Impacto del crecimiento urbano en la sostenibilidad ambiental y territorial de la Campiña Alta de Moche, 1997-2016. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2916/1/REP_MAEST.ARQ_GISELLA.HERN%C3%81NDEZ_IMPACTO.CRECIMIENTO.URBANO.SOSTENIBILIDAD.AMBIENTAL.TERRITORIAL.CAMPI%C3%91A.ALTA.MOCHE.1997.2016.pdf

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ª edición. Mc Graw W-Hill / Interamericana Editores, S. A. de C.V.

Hernández, L. G. J. (2019). *Validación de una ecuación analítica para determinar la distribución de presiones en contacto en un conjunto anillo-pistón*. Área de innovación y desarrollo, S.L. 3 Ciencias. 26 p.

- Hernández, G. E. (2016). *Impacto del crecimiento urbano en la sostenibilidad ambiental y territorial de la Campiña Alta de Moche, 1997-2016*. [Tesis de maestría, Universidad Privada Antenor Orrego].
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2916#:~:text=Los%20datos%20obtenidos%20muestran%20que,rural%20de%20la%20Campi%C3%B1a%20Alta.>
- Ibáñez, A. (2019). *Predicción de los cambios de cobertura y uso de la tierra al año 2026 en la Cuenca del Río Tocache, San Martín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1413>
- IIRSA-SUR. (2006). *Análisis de la deforestación - EISA Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú - Brasil: Tramo 2*.
- IDERSAM (2023). Infraestructura de datos espaciales Regional del departamento de San Martín. <https://geoportal.regionsanmartin.gob.pe/>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2013). *Descripción y Corrección de Productos Landsat 8. LDCM [Landsat Data Continuity Mission] (Version 1.0)*.
<https://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>
- Jordán, R., y Simioni, D. (2003). *Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Cepal.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2376/S2003000_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Labrador, M., Évora, J., y Arbelo, M. (2012). *Satélites de teledetección para la gestión del territorio*. Consejería de agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias.
http://www.gmrcanarias.com/wpcontent/uploads/2016/01/20_catalogo_satelites_es.pdf
- Leyva, F. A., y Livias, M. (2019). *Estrategia para minimizar el impacto ambiental del cultivo de café (Coffea arabica L, var. Catimor) mediante el análisis de su ciclo de vida—Huánuco 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50988?locale-attribute=es>

- Lillo, J. (2011). *Impactos de la minería en el medio natural*. Grupo de Geología Universidad Rey Juan Carlos. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos%20de%20la%20miner%C3%ADa%20-%20Javier%20Lillo.pdf>
- López, D. (2010). Percepción remota y procesamiento digital de imágenes. Análisis digital de imágenes. Notas de clase – Versión 1.0. México, D.F.: CentroGeo, México. <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/182/1/12-An%C3%A1lisis%20de%20Datos%20Tipo%20Raster%20-%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Goespacial.pdf>
- Loza, A., y Taype, I. (2021). Análisis multitemporal de asociaciones vegetales y cambios de uso del suelo en una localidad alto andina, Puno-Perú. Universidad Nacional de Costa Rica, 1-19 https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34702021000200027&script=sci_arttext
- Morán, H. C., y Enriquez, F. O. (2020). Determinación con imágenes satelitales del índice de vegetación de diferencia normalizada del valle de Pampas-Tayacaja. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(1), 228-245. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7659358>
- Moschella M. P. (2012). Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4527/MOSCHELLA_MILOSLAVICH_PAOLA_VARIACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MINAM (2014). Informe final del proyecto Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina. 1ra ed. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12113/02_informe-final-de-proyecto-dinamica-de-los-cambios-de-la-tierra-can.pdf
- Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático[MINAM] (2018) Cobertura y deforestación en los bosques húmedos amazónicos 2018.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3249365/Apuntes-del-Bosque-N1.pdf.pdf?v=1654955840>

Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca & Proyecto Especial Alto Mayo (2012a). Plan de Ordenamiento Territorial-POT (Información temática).

Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca. (2013). *Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Nueva Cajamarca 2013-2021*.
[http://www.nuevacajamarca.gob.pe/docs/2013/pgestion/PDC MDNC 2013-2021.pdf](http://www.nuevacajamarca.gob.pe/docs/2013/pgestion/PDC_MDNC_2013-2021.pdf)

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia[UNICEF] (2012). Estado Mundial de la Infancia: Niñas y niños en un mundo urbano.
<https://www.unicef.org/costarica/media/781/file/Resumen%20Ejecutivo%20del%20Estado%20Mundial%20de%20la%20Infancia%202012.%20Ni%C3%B1as%20y%20ni%C3%B1os%20en%20un%20mundo%20urbano.pdf>

Olaya, V. (2014). Sistemas de información geográfica. [s.n.]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/2545>

Organización de las naciones unidas para la agricultura y el desarrollo [FAO]. (2019). *Portal de Suelos de la FAO*. Obtenido de FAO Web site.<http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>

Perales O. H. J. (2021). Impacto del crecimiento urbano en las áreas agrícolas en la provincia de Huancayo de año 2000 al 2020.
https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:jTJPt-kPOBsJ:scholar.google.com/+impacto+ambiental+por+crecimiento+urbano+&hl=es&as_sdt=0,5

Pérez, A. A., Moscuza, C. H., y Fernández, A. (2008). *Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio de caso: Santiago del Estero, Argentina*. Ecosistemas, 17(1).

- Pérez, D. F. (2012). *Identificación de ecosistemas en la Provincia de Napo-Ecuador mediante análisis digital de imágenes satelitales*. [Tesis de maestría, Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2177>
- Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca (2006). *Plan Urbano Distrital de Nueva Cajamarca-Departamento de San Martín*. https://nuevacajamarca.gob.pe/docs/2006/PLAN_URBANO_2006.pdf
- Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana, PE). (2004). *Manual para la elaboración de mosaicos de imágenes de satélite Landsat TM para selva baja peruana*. Iquitos, PE. 120 p
- Pulido, C. C. (2021). *Estudio multitemporal del cambio de cobertura y usos del suelo a través de un análisis de imágenes satelitales en el Bajo Cauca Antioqueño*. Universidad de La Salle, Bogotá.
- Quispe, I. (2019). *Cambio de cobertura vegetal en la cuenca del río Zapatilla Ilave- Juli*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12057#:~:text=La%20cobertura%20rocosa%20present%C3%B3%20cambios,su%20superficie%20inicial%3A%20Objetivo%2003>.
- Ramos, P.C. (2007). *Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales*. (Vol. 110). Universidad de Salamanca. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Wo72oDCVbMYC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Ramos,+P.C.+\(2007\)+Uso+eficiente+y+sostenible+de+los+recursos+naturales+\(Vol.+110\).+Universidad+de+Salamanca.&ots=3Wg8l5fjma&sig=zAzV3bqBkuzJh9GJodWW9JOuTj4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Wo72oDCVbMYC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Ramos,+P.C.+(2007)+Uso+eficiente+y+sostenible+de+los+recursos+naturales+(Vol.+110).+Universidad+de+Salamanca.&ots=3Wg8l5fjma&sig=zAzV3bqBkuzJh9GJodWW9JOuTj4#v=onepage&q&f=false)
- Rakib, A. Al, Akter, K. y Rahman, M., (2020). Analyzing the pattern of land use land cover change and its impact on land surface temperature: a 74 remote sensing approach in mymensingh, Bangladesh. Academia.Edu, December. https://www.academia.edu/44646550/Analyzing_the_Pattern_of_Land_Use_Land_Cover_Change_and_its_Impact_on_Land_Surface_Temperature_A_Remote_Sensi

ng_Approach_in_Mymensingh_Bangladesh

- Rees, G. (2005). *The remote sensing data book*. Cambridge University Press. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rAAEAqnzWtsC&oi=fnd&pg=PR1&dq=%E2%80%A2%09REES,+G.+\(2005\):+The+remote+sensing+data+book.+Cambridge+University+Press.&ots=htzraX1VO3&sig=Af3RUzfGQyyf1zHzmSZDjQSkc5c#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rAAEAqnzWtsC&oi=fnd&pg=PR1&dq=%E2%80%A2%09REES,+G.+(2005):+The+remote+sensing+data+book.+Cambridge+University+Press.&ots=htzraX1VO3&sig=Af3RUzfGQyyf1zHzmSZDjQSkc5c#v=onepage&q&f=false)
- Reyes, G. I. (2014). *Análisis de cambios de usos de suelo para los años 1984, 2000 y 2008 de la cuenca del río Tenancingo, Estado de México*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Estado de México]. <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/49280>
- Requesens, E., y Silva, L. (2011). Tendencias en el uso de la tierra y diversidad productiva en establecimientos agropecuarios del centro-sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *agriscientia*, 28(1), 75-83. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668298X2011000100008&script=sci_arttext&tlng=en
- Rojas, F. L. (2017). *Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el Distrito de Ichocán, Provincia de San Marcos-Cajamarca, Período 1989-2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/212>
- Sandoval, G. (2009). *Análisis del proceso de cambio de uso y cobertura de suelo en la expansión urbana del Gran Valparaíso, su evolución y escenarios futuros*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/100106>
- Sánchez, M.J (2016). *Análisis de la calidad cartográfica mediante el estudio de la matriz de confusión*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5998855>
- Sammartino, M. S. (2020). Diagnóstico y pautas para un crecimiento urbano sostenible en tierras secas. El Área Metropolitana de Mendoza (1990-2017). file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Tesi_Doctoral_Mariana%20Silvina%20Sammartino.pdf

Sardar, P., y Samadder, S. R. (2021). Understanding the dynamics of landscape of greater Sundarban area using multi-layer perceptron Markov chain and landscape statistics approach. *Ecological Indicators*, 121, 106914. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106914>

Sarria, F. A. (2006). *Sistemas de información geográfica*. Universidad de Murcia, 239.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2015). Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla. <https://keneamazon.net/Documents/SDG-Peru/PERUVIAN-AMAZON-DEFORESTATION-ANALYSIS-2017.pdf>

Tarrillo, L. M. (2019). *Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo con imágenes satelitales del distrito de Tacabamba años 2003 y 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2952>

[Tcheslavski, G.V. (2008). Color Image Processing: Pseudo color Processing. Tcheslavski's Homepage. Retrieved April 28, 2008. <https://www.yumpu.com/en/document/view/54136596/color-image-processing-pseudocolor-processing>

WORLD BANK. (06 de 10 de 2022). Desarrollo Urbano. Obtenido de The World Bank: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>

Yonaba, R., Koïta, M., Mounirou, L. A., Tazen, F., Queloz, P., Biaou, A. C., Niang, D., Zouré, C., Karambiri, H., y Yacouba, H. (2021). Spatial and transient modelling of land use/land cover (LULC) dynamics in a Sahelian landscape under semi-arid climate in northern Burkina Faso. *Land Use Policy*, 103(January). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105305>

Zanter, K. (2018). *Landsat 8 Data Users Handbook*, 3.0.ed. Sioux Falls, South Dakota <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8-data-users-handbook>

Zorogastúa, P., Quiroz, R., y Garatuza, J. (2011). *Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura-Perú*. *Ecología aplicada*, 10(1), 13-22. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v10n1/a02v10n1>

TERMINOLOGÍA

Bandas espectrales

Son longitudes de onda específicas del espectro electromagnético que son utilizados para capturar diferentes tipos de información, donde al combinar diferentes bandas los satélites pueden crear imágenes detalladas (Morán y Enriquez, 2020).

Cartografía

Es aquella que representa la incorporación de las áreas de terreno en los cuales se pueden identificar detalles físicos como cuerpos de agua, curvas de nivel, redes de transporte, centros poblados, usos de suelos, entre otros (Morán y Enriquez, 2020).

Espectro electromagnético

El espectro electromagnético viene a ser la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas, referido a un objeto viene a ser la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia (Chuvieco, 2010).

Expansión urbana

Aumento acelerado de la población, en la cual las personas habitan en asentamientos informales y los conlleva a vivir en situaciones precarias en viviendas con malas condiciones y sin acceso a los servicios públicos esenciales (World Bank, 2022).

Imágenes satelitales

Es aquella información en la cual se representa de forma visual a aquella información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen información reflejada para la superficie de la tierra que luego es enviada a la Tierra (Gonzaga, 2014).

Modelo de elevación del terreno

Conjunto de datos que van a representar puntos sobre la superficie del terreno cuya ubicación geográfica está definida por coordenadas “x” e “y” a las que se les agrega un valor de “z” que corresponde a la elevación (Labrador *et al.*, 2012).

Orto rectificación

Es aquel proceso donde se va a corregir los desplazamientos y distorsiones que existen en la imagen, causados por la inclinación del sensor (posición del sensor en el momento de la toma) y la influencia del relieve (Labrador *et al.*, 2012).

Pérdida de cobertura vegetal

Es aquel proceso que conlleva a la desaparición de biodiversidad y la reducción del área ideal por habitante en zonas verdes, a las cuales se suman actividades como la producción agrícola, la explotación maderera, las cuales dificultan la calidad ambiental del lugar (Álvarez y Agredo, 2013).

Pseudocolor

El procesamiento de las imágenes de pseudo-color (color falso) consiste en la asignación de colores a valores grises en función de un criterio específico, el cual se usa para mapear los valores del nivel de gris de una imagen con los valores rojo, verde y azul (Tcheslavski, 2008).

Reflectancia

Proporción de energía incidente que es reflejada por una superficie. Por lo tanto, una magnitud adimensional que puede tomar los valores entre 0 y 1 o en porcentajes de 0 a 100 %. Para una determinada superficie este parámetro varía en función a su longitud de onda (Labrador *et al.*, 2012).

Sensor

Es aquel instrumento que va a detectar la radiación electromagnética y es capaz de convertirla en valores digitales para formar normalmente una imagen (Labrador *et al.*, 2012).

Sistema de información geográfica

Es un conjunto de herramientas que utilizan información locacional, mediante el mapeo de cualquier información, que tengan un componente geográfico que permita ubicarlos en el espacio (Arancibia, 2008).

Suelo

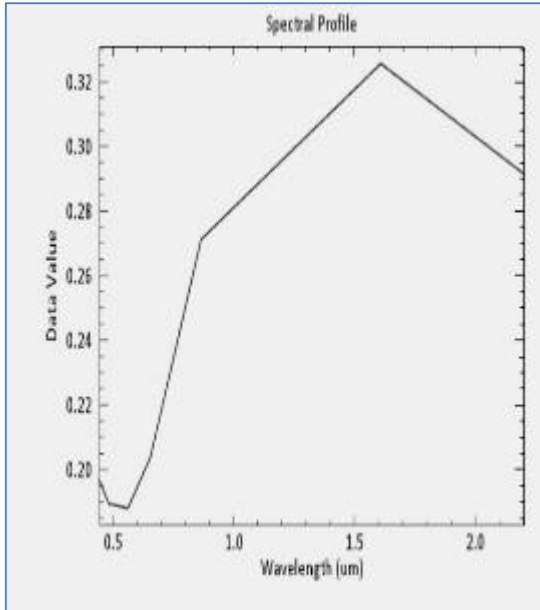
Su significado tradicional lo define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua (FAO, 2019).

APÉNDICES

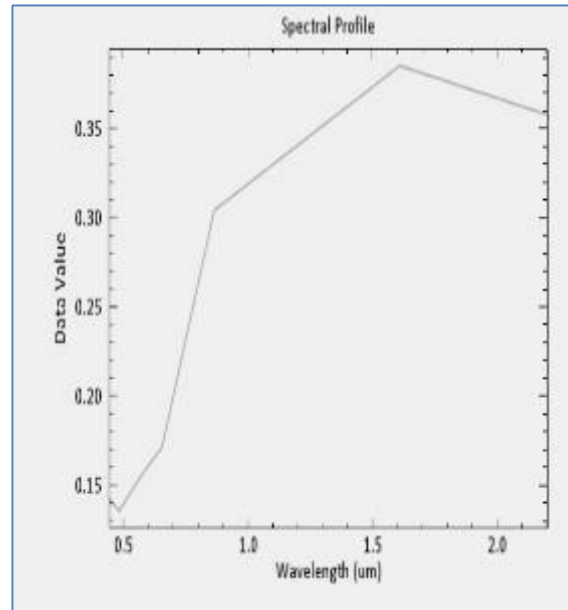
Apéndice 1

Firmas espectrales representativas de cada clase de uso y cobertura según CLC

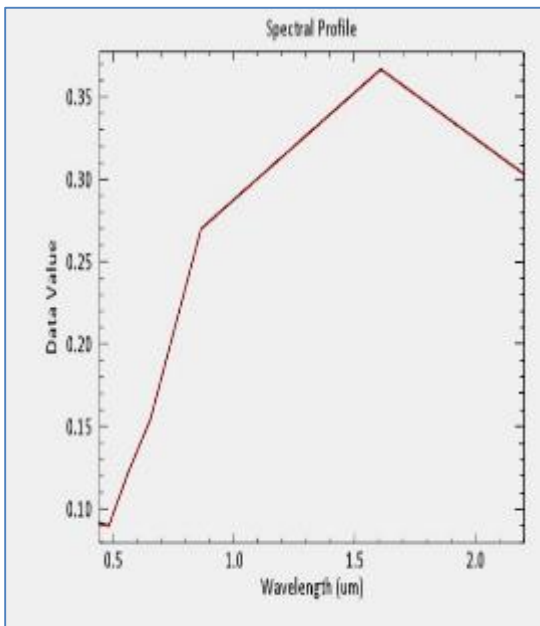
Firma espectral del uso y cobertura urbana continua.



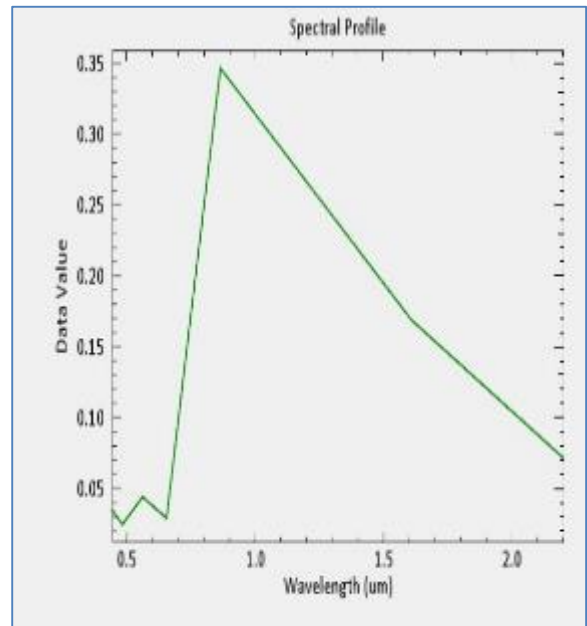
Firma espectral del uso y cobertura urbana discontinua.



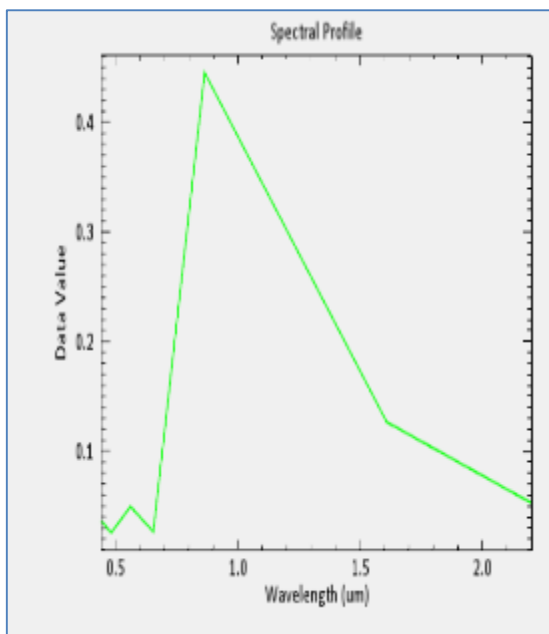
Firma espectral del uso y cobertura tierras desnudas.



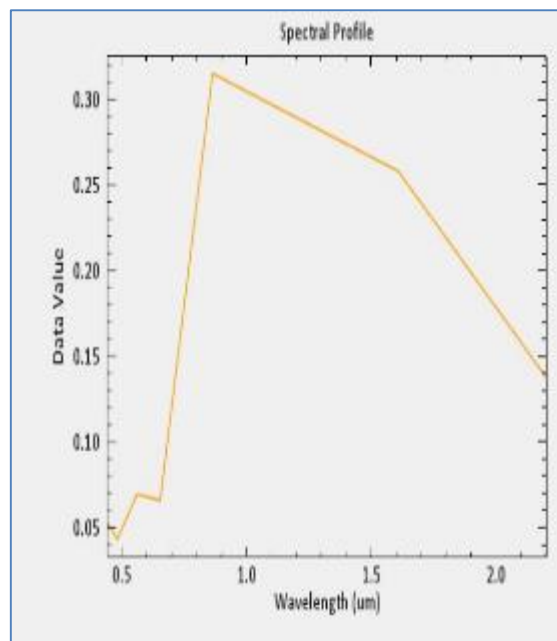
Firma espectral del uso y cobertura bosque denso alto.



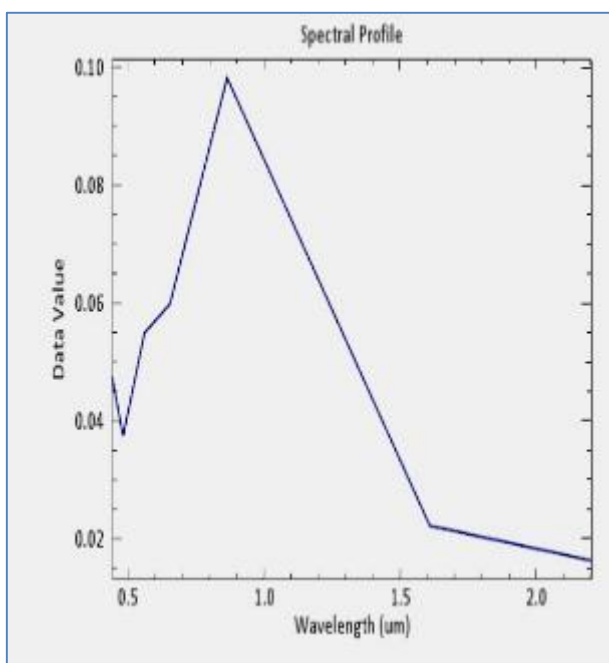
Firma espectral del uso y cobertura cultivos transitorios.



Firma espectral del uso y cobertura mosaico de áreas agrícolas y áreas naturales.



Firma espectral del uso y cobertura cuerpo de agua artificial.




Apéndice 2

Ficha de campo de los 37 puntos de muestreo, para la corrección cartográfica


FICHA DE CAMPO N° 01					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245926.06	DATUM	WGS 84
		NORTE	9341959.83		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245926.06	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9341959.83		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	Presencia de viviendas				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 02					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245672.06	DATUM	WGS 84
		NORTE	9341928.08		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245672.06	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9341928.08		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	.
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 03					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	244910.05	DATUM	WGS 84
		NORTE	9341618.52		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	244910.05	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9341618.52		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 04					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	244879.92	DATUM	WGS 84
		NORTE	9340882.27		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	244879.92	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9340882.27		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 05					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245124.37	DATUM	WGS 84
		NORTE	9341285.14		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245124.37	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9341285.14		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 06					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245711.74	DATUM	WGS 84
		NORTE	9342142.39		
COORDENADAS CAMPO		ESTE		ZONA UTM	18 S
		NORTE			
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS Y CULTIVOS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 07					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	246063.14	DATUM	WGS 84
		NORTE	9342245.40		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	246063.14	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9342245.40		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS-GRIFO				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 08					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245224.18	DATUM	WGS 84
		NORTE	9342469.81		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245224.18	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9342469.81		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 09					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245354.56	DATUM	WGS 84
		NORTE	9343491.77		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245354.56	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9343491.77		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 10					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	243806.74	DATUM	WGS 84
		NORTE	9344936.40		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	243806.74	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9344936.40		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	MOSAICOS-CULTIVOS				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS-EXPANSIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 11					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	244100.43	DATUM	WGS 84
		NORTE	9345444.40		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	244100.43	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9345444.40		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA (CON EXPANSION)				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS-GRIFO				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 12					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	243163.80	DATUM	WGS 84
		NORTE	9345833.34		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	243163.80	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9345833.34		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA (EXPANSIÓN)				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 13					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	242652.43	DATUM	WGS 84
		NORTE	9346700.51		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	242652.43	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9346700.51		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 14					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	242763.55	DATUM	WGS 84
		NORTE	9346525.88		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	242763.55	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9346525.88		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PRESENCIA DE VIVIENDAS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 15					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	243878.18	DATUM	WGS 84
		NORTE	9345087.21		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	243878.18	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9345087.21		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA (EXPANSIÓN)				
OBSERVACIONES	PROCESO DE EXPANSIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 16					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	242774.86	DATUM	WGS 84
		NORTE	9343396.52		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	242774.86	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9343396.52		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	MOSAICO ÁREAS AGRÍCOLAS Y NATURALES				
OBSERVACIONES	PROCESO DE EXPANSIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 17					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	242409.74	DATUM	WGS 84
		NORTE	9343579.08		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	242409.74	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9343579.08		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PROCESO DE EXPANSIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 18					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	243322.55	DATUM	WGS 84
		NORTE	9343626.71		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	243322.55	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9343626.71		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA (EXPANSION)				
OBSERVACIONES	PROCESO DE EXPANCIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 19					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	244144.68	DATUM	WGS 84
		NORTE	9342215.81		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	244144.68	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9342215.81		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	ALAN GARCIA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PROCESO DE EXPANSIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 20					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245235.49	DATUM	WGS 84
		NORTE	9342070.95		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245235.49	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9342070.95		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PROCESO DE EXPANSIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 21					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	244854.50	DATUM	WGS 84
		NORTE	9343618.77		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	244854.50	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9343618.77		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PROCESO DE EXPANSIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 22					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	246031.23	DATUM	WGS 84
		NORTE	9344996.52		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	246031.23	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9344996.52		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	MOSAICO ÁREAS AGRÍCOLAS Y NATURALES				
OBSERVACIONES	EXPANCIÓN URBANA				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 23					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	242496.97	DATUM	WGS 84
		NORTE	9346166.13		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	242496.97	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9346166.13		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	CULTIVOS TRANSITORIOS: Arrozales				
OBSERVACIONES					
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 24					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245214.25	DATUM	WGS 84
		NORTE	9344974.18		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245214.25	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9344974.18		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	CULTIVOS TRANSITORIOS: Arrozales				
OBSERVACIONES					
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 25					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245949.79	DATUM	WGS 84
		NORTE	9345928.00		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245949.79	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9345928.00		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	CULTIVOS TRANSITORIOS: Arrozales				
OBSERVACIONES					
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 26					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	246236.86	DATUM	WGS 84
		NORTE	9346125.12		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	246236.86	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9346125.12		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	CULTIVOS TRANSITORIOS: Maizales				
OBSERVACIONES	CULTIVOS				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 27					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245402.10	DATUM	WGS 84
		NORTE	9344316.69		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245402.10	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9344316.69		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	CULTIVOS TRANSITORIOS				
OBSERVACIONES	Pastos cultivados				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 28					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	243147.93	DATUM	WGS 84
		NORTE	9342380.52		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	243147.93	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9342380.52		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	BOSQUES DENSO ALTO				
OBSERVACIONES					
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 29					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	242155.74	DATUM	WGS 84
		NORTE	9345341.21		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	242155.74	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9345341.21		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	CULTIVOS TRANSITORIOS				
OBSERVACIONES					
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 30					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245584.75	DATUM	WGS 84
		NORTE	9344002.42		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245584.75	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9344002.42		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR RURAL DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	BOSQUES DENSO ALTO				
OBSERVACIONES	COMENZANDO URBANIZACIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					


FICHA DE CAMPO N° 31					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	246477.66	DATUM	WGS 84
		NORTE	9342607.93		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	246477.66	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9342607.93		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	XPANCIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 32					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	246386.44	DATUM	WGS 84
		NORTE	9341086.71		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	246386.44	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9341086.71		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR URBANO NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	EXPANCIÓN URBANA				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 33					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	247565.09	DATUM	WGS 84
		NORTE	9341130.63		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	247565.09	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9341130.63		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	ZONA RURAL DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	MOSAICOS Y CULTIVOS				
OBSERVACIONES					
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 34					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez			FECHA	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	241838.24	DATUM	WGS 84
		NORTE	9343285.40		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	241838.24	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9343285.40		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN			PROVINCIA	RIOJA
LUGAR DE REFERENCIA	ZONA URBANA DE NUEVA CAJAMARCA			DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA
COBERTURA Y USO ACTUAL	ZONA URBANA				
OBSERVACIONES	PROCESO DE EXPANSIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N° 35					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	244306.81	DATUM	WGS 84
		NORTE	9341340.71		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	244,306.81	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9,341,340.71		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	ZONA RURAL DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	BOSQUES DENSO ALTO				
OBSERVACIONES	PROCESO DE EXPANCIÓN				
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°36					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	245068.81	DATUM	WGS 84
		NORTE	9340300.89		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	245068.81	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9340300.89		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA		
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	ZONA RURAL DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	BOSQUES DENSO ALTO				
OBSERVACIONES					
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°37					
RESPONSABLES	-Leydi Anabel Manay Cadena -Yenny Llanos Ramírez		FECHA		
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	241957.90	DATUM	WGS 84
		NORTE	9345172.54		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	241957.90	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9345172.54		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)		ALTURA		HORA	
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN		PROVINCIA	RIOJA	
LUGAR DE REFERENCIA	ZONA RURAL DE NUEVA CAJAMARCA		DISTRITO	NUEVA CAJAMARCA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	CULTIVOS TRANSITORIOS				
OBSERVACIONES					
FOTOGRAFÍA					
					
VALIDACION EN CAMPO					

Apéndice 3

Verificación de los efectos producidos por el crecimiento urbano del distrito de Nueva Cajamarca





Vía sin nombre, 22845, Peru

Latitude
-5.93349961°

Longitude
-77.33130468°

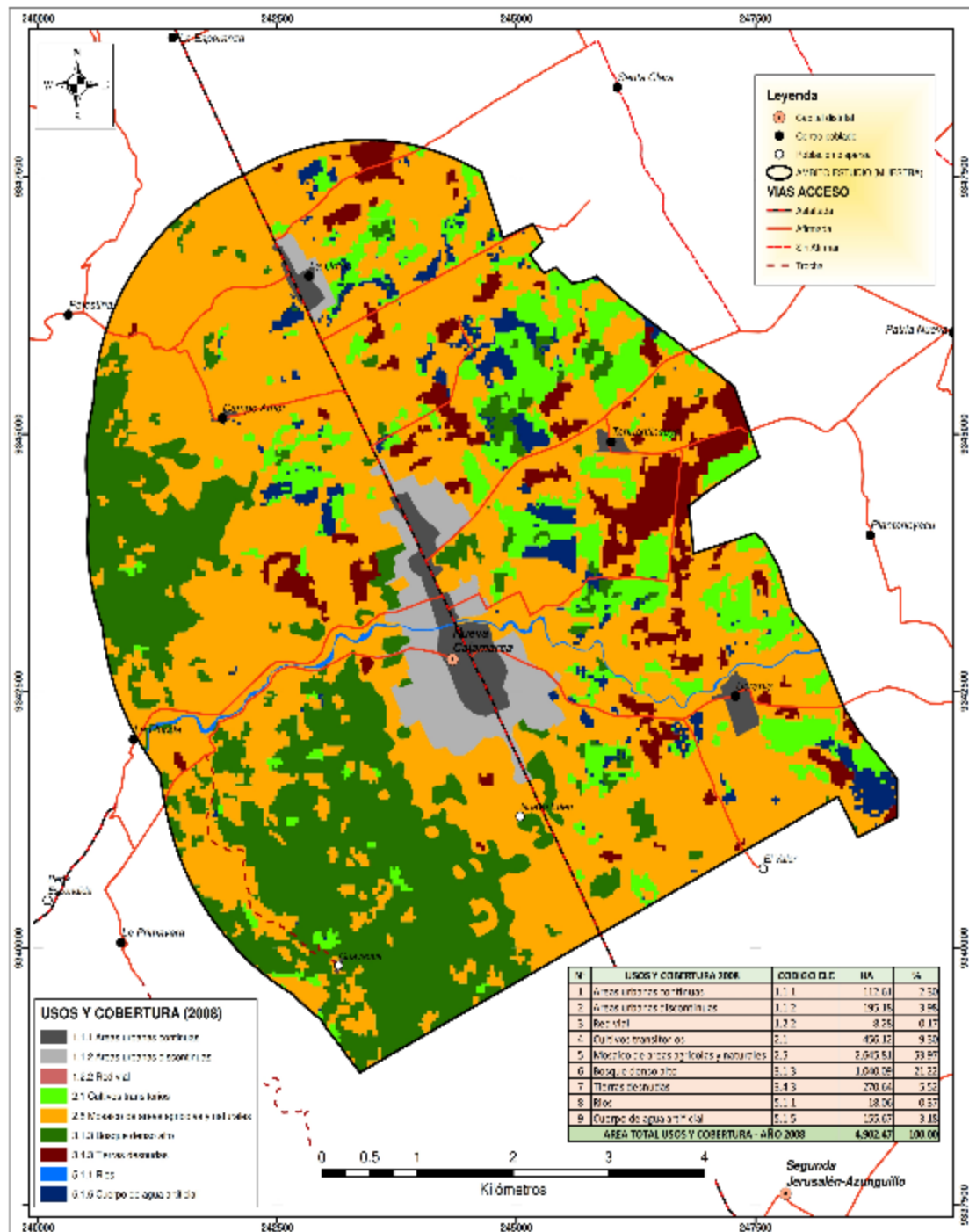
Local 10:14:00 AM

Altitude 894 meters



Apéndice 4

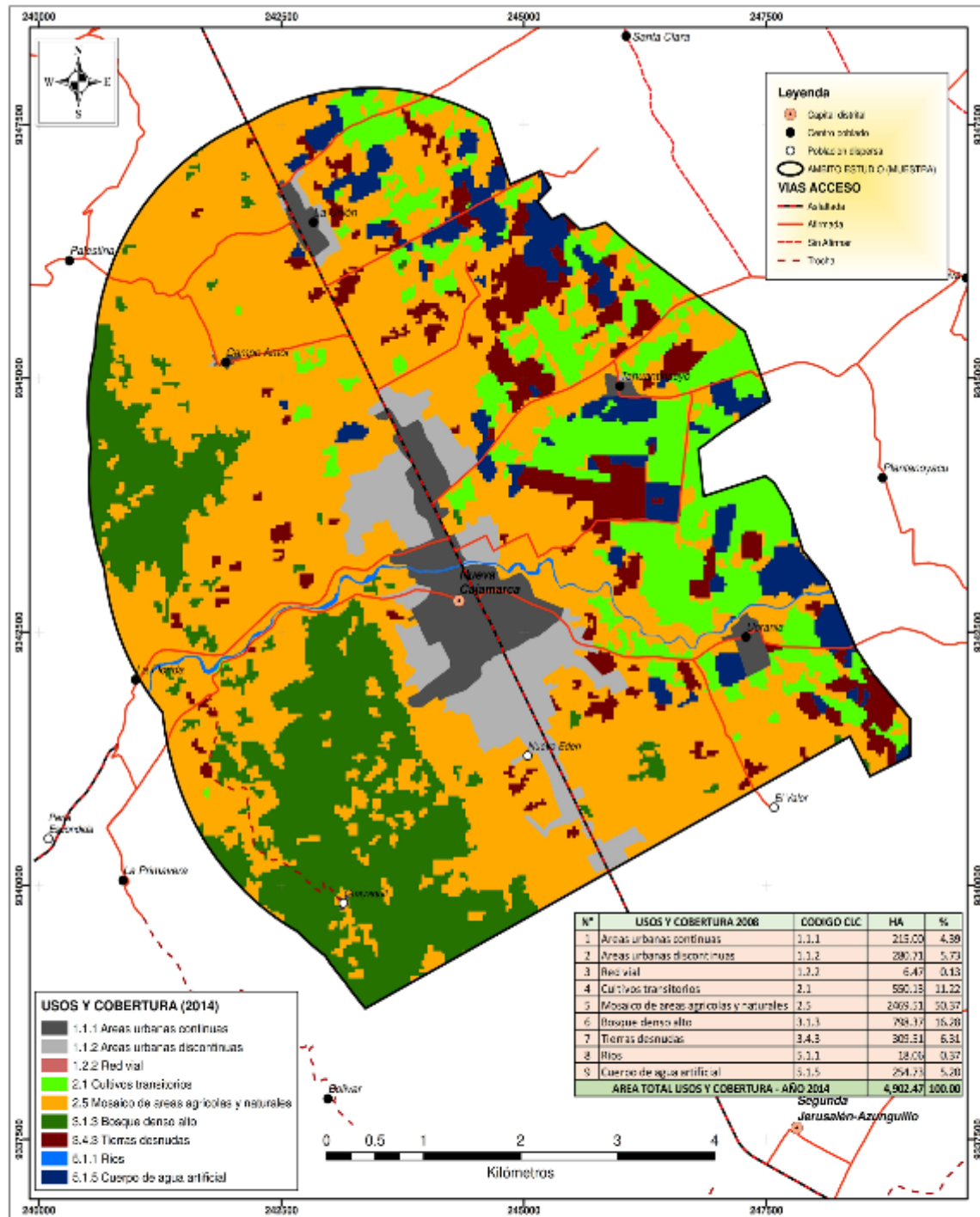
Mapa de usos y cobertura 2008



UCSS		UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE	
Facultad de Ingeniería Agraria		Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental	
Departamento: San Martín	Proyecto: Análisis del cambio de cobertura y uso de suelo generado por el crecimiento urbano del distrito de Nueva Cajamarca San Martín, período 2008-2020		
Provincia: Ajacu	Mapa: Uso del suelo y cobertura año 2008		
Distrito: Nueva Cajamarca	Autor: Mch. Leydi Anabel Manay Costera Rch. Yenny María Román	Lémina:	02
Fuente: Ure San Martín	Proyección: UTM 2004 UTM	Datum: WGS 84	Fecha: Octubre - 2010

Apéndice 5

Mapa de usos y cobertura 2014



UCSS  **UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE**
Facultad de Ingeniería Agraria
 Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Departamento: San Martín
Provincia: Rioja
Districto: Nueva Cajamarca

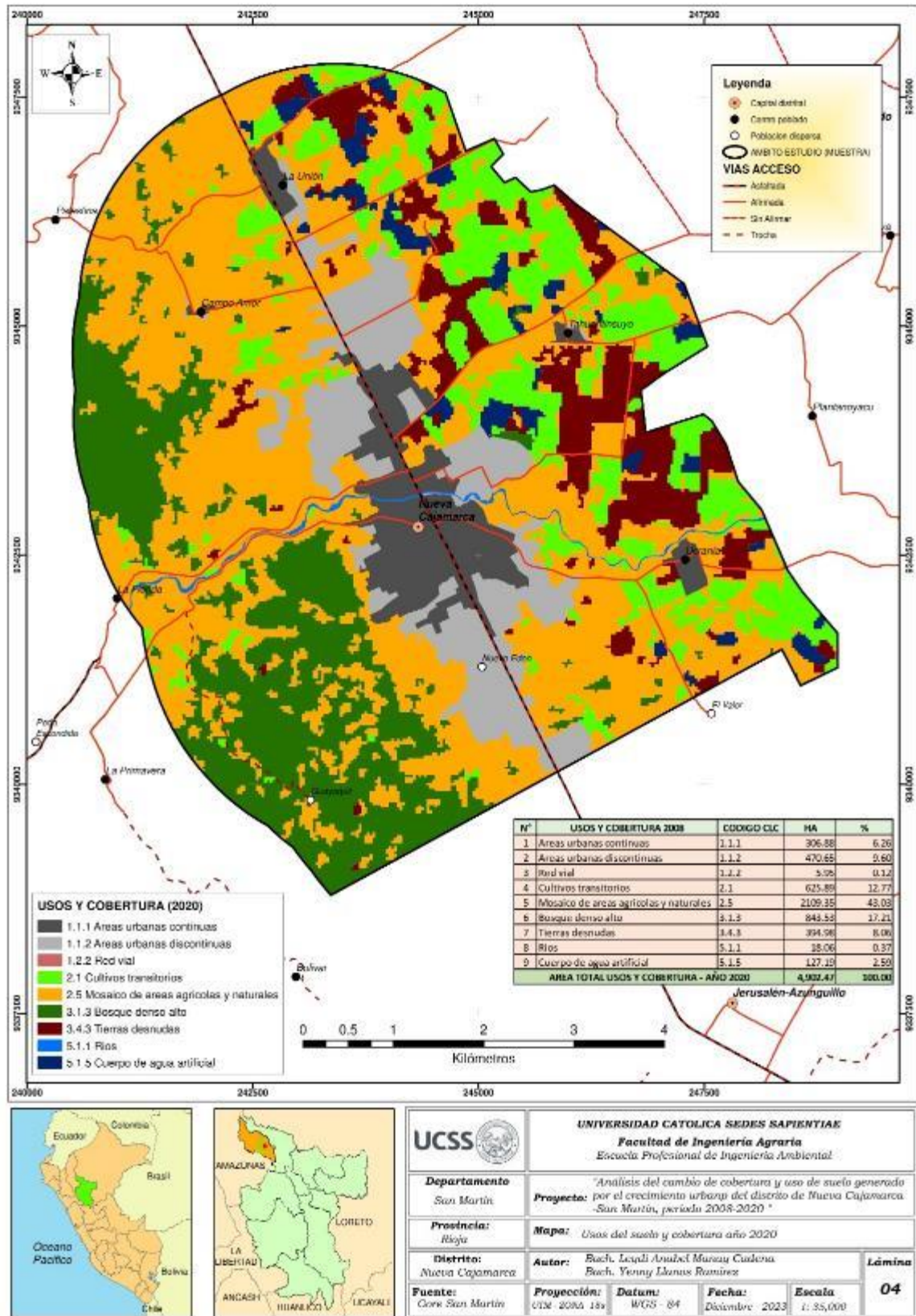
Proyecto: "Análisis del cambio de cobertura y uso de suelo generado por el crecimiento urbano del distrito de Nueva Cajamarca -San Martín, periodo 2008-2020"
Mapa: Usos del suelo y cobertura año 2014
Autor: Bach. Leydi Anabel Manay Caldera
 Bach. Yenny Llanos Ramírez

Fuente: Core San Martín
Proyección: UTM - 2004 19S
Datum: WGS - 84
Fecha: Diciembre - 2023
Escala: 1:25,000

Lámina
03

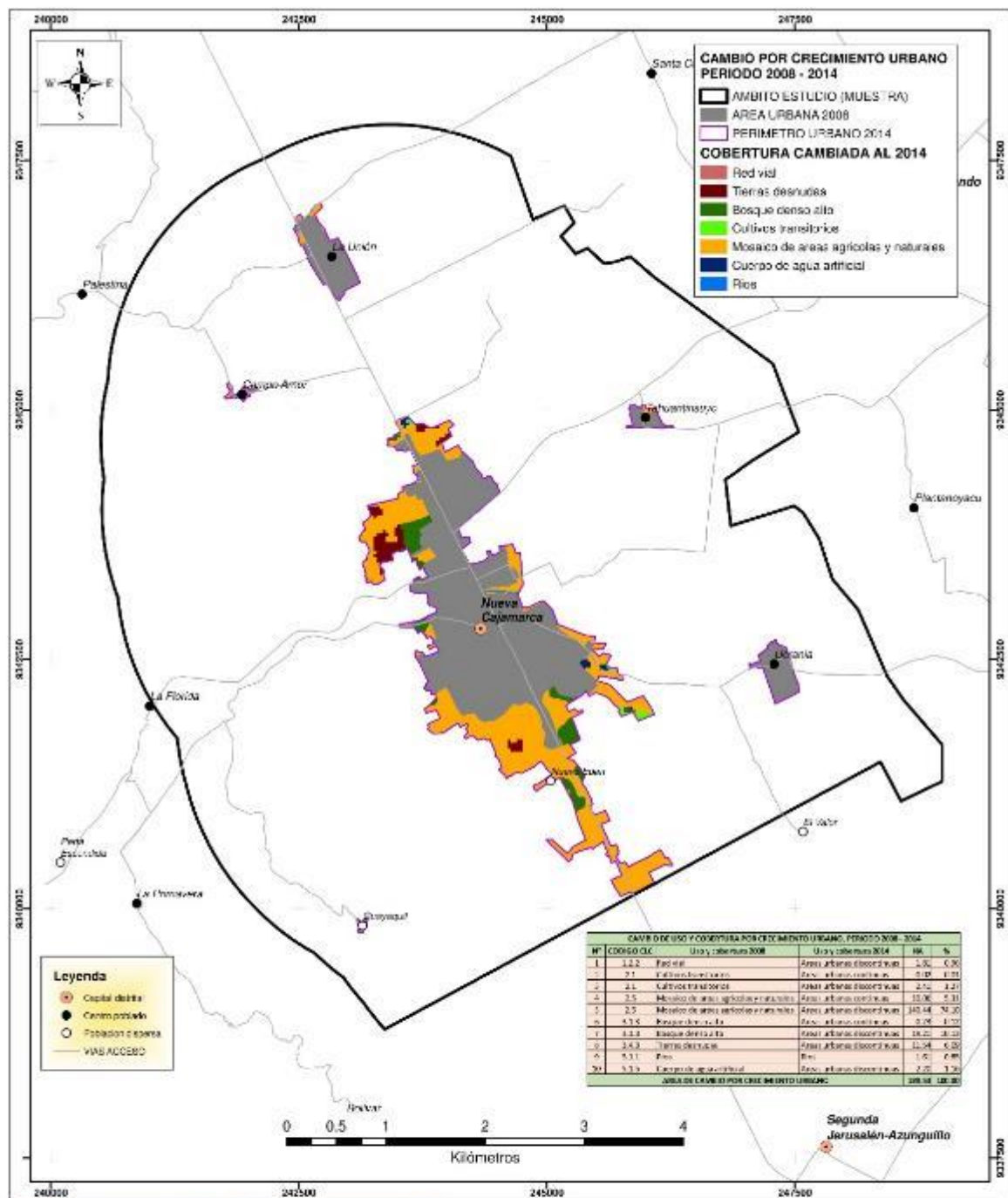
Apéndice 6

Mapa de usos y cobertura 2020



Apéndice 7

Mapa de cambio por crecimiento urbano período 2008-2014



UCSS UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
Facultad de Ingeniería Agraria
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Departamento: San Martín
Provincia: Rioja
Distrito: Nueva Cajamarca
Fuente: Censo San Martín

Proyecto: "Análisis del cambio de cobertura y uso de suelo generado por el crecimiento urbano del distrito de Nueva Cajamarca, San Martín, período 2008-2014"

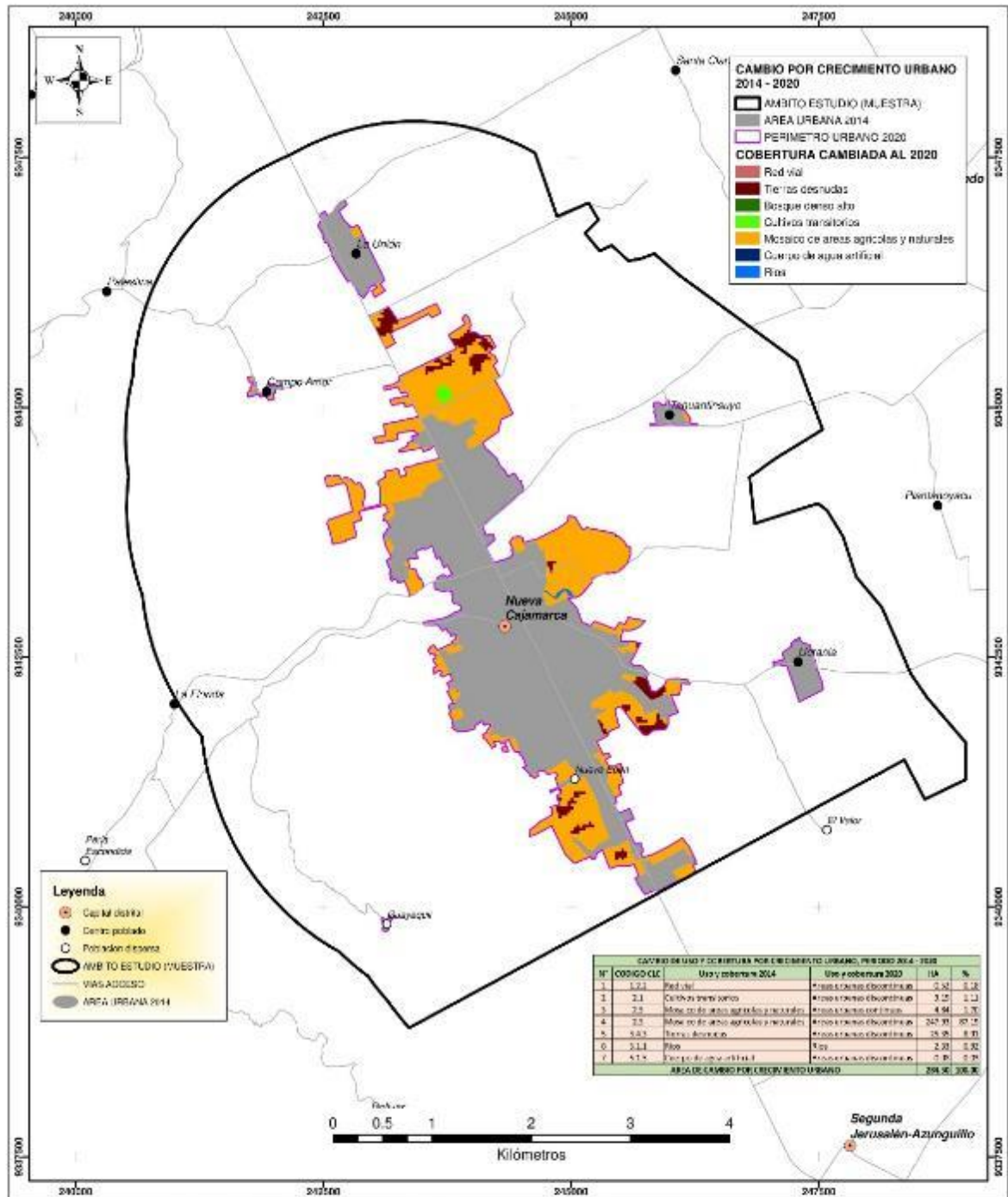
Mapa: Cambio de uso y cobertura por crecimiento urbano (2008 - 2014)
Autor: Bach. Leigh Anabel Moray Codena, Bach. Yenny Claros Ramírez

Proyección: UTM - 2004 18s
Datum: WGS - 84
Fecha: Diciembre - 2023
Escala: 1:35,000

Lámina: 06

Apéndice 8

Mapa de cambio por crecimiento urbano período 2014-2020



UCSS UNIVERSIDAD CATOLICA SIDES SAPIENTIAE
 Facultad de Ingeniería Agraria
 Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Departamento: San Martín
Provincia: Rioja
Distrito: Nueva Cajamarca

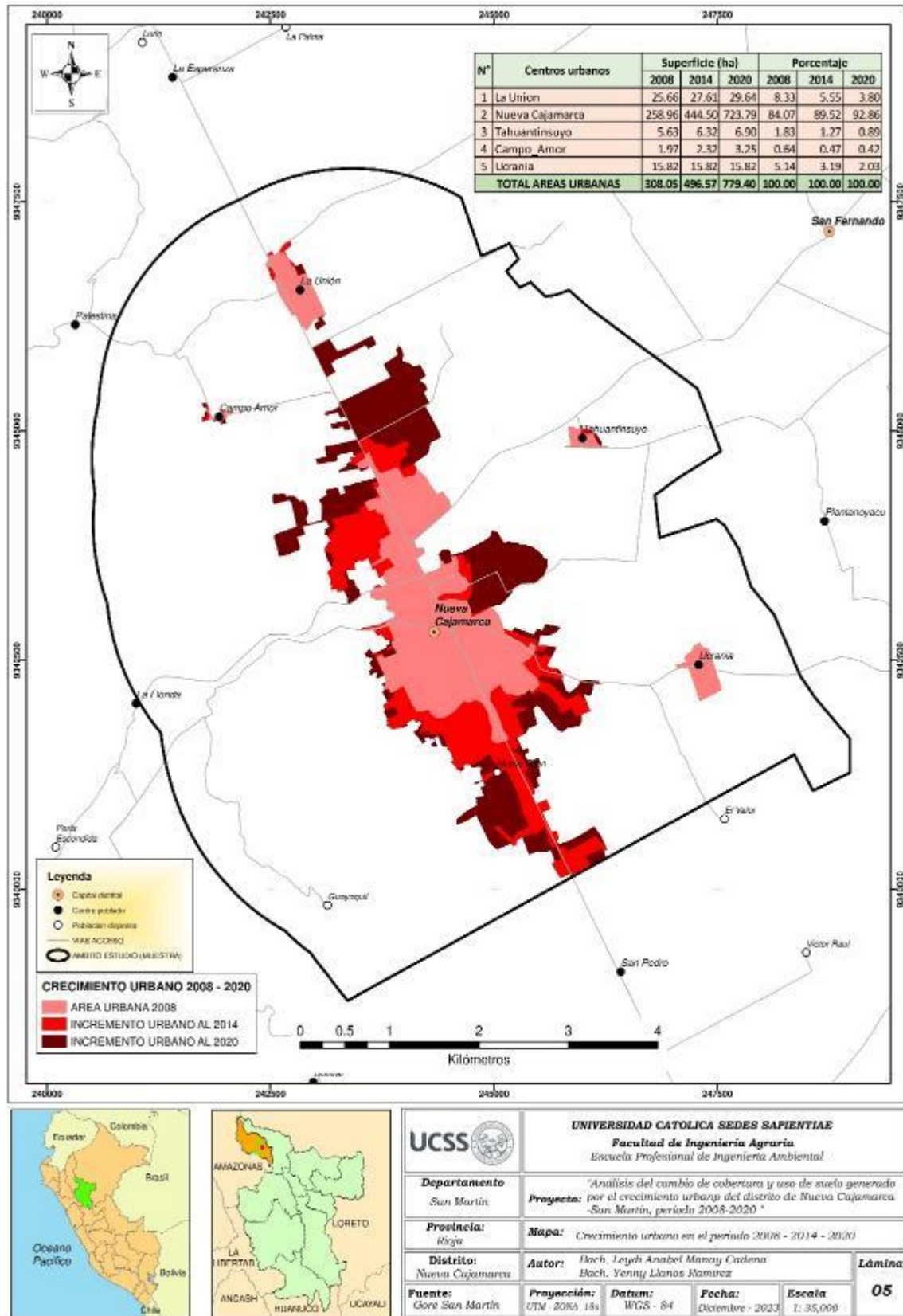
Proyecto: Análisis del cambio de cobertura y uso de suelo generado por el crecimiento urbano del distrito de Nueva Cajamarca San Martín, periodo 2008-2020.
Mapa: Cambio de uso y cobertura por crecimiento urbano (2014 - 2020)
Autor: Bach. Leydi Anabel Maruy Cadena
 Bach. Yenny Llanos Ramirez

Fuente: Gore San Martín
Proyección: UTM ZONA 18s
Datum: WGS - 84
Fecha: Diciembre - 2023
Escala: 1:35,000

Lámina 07

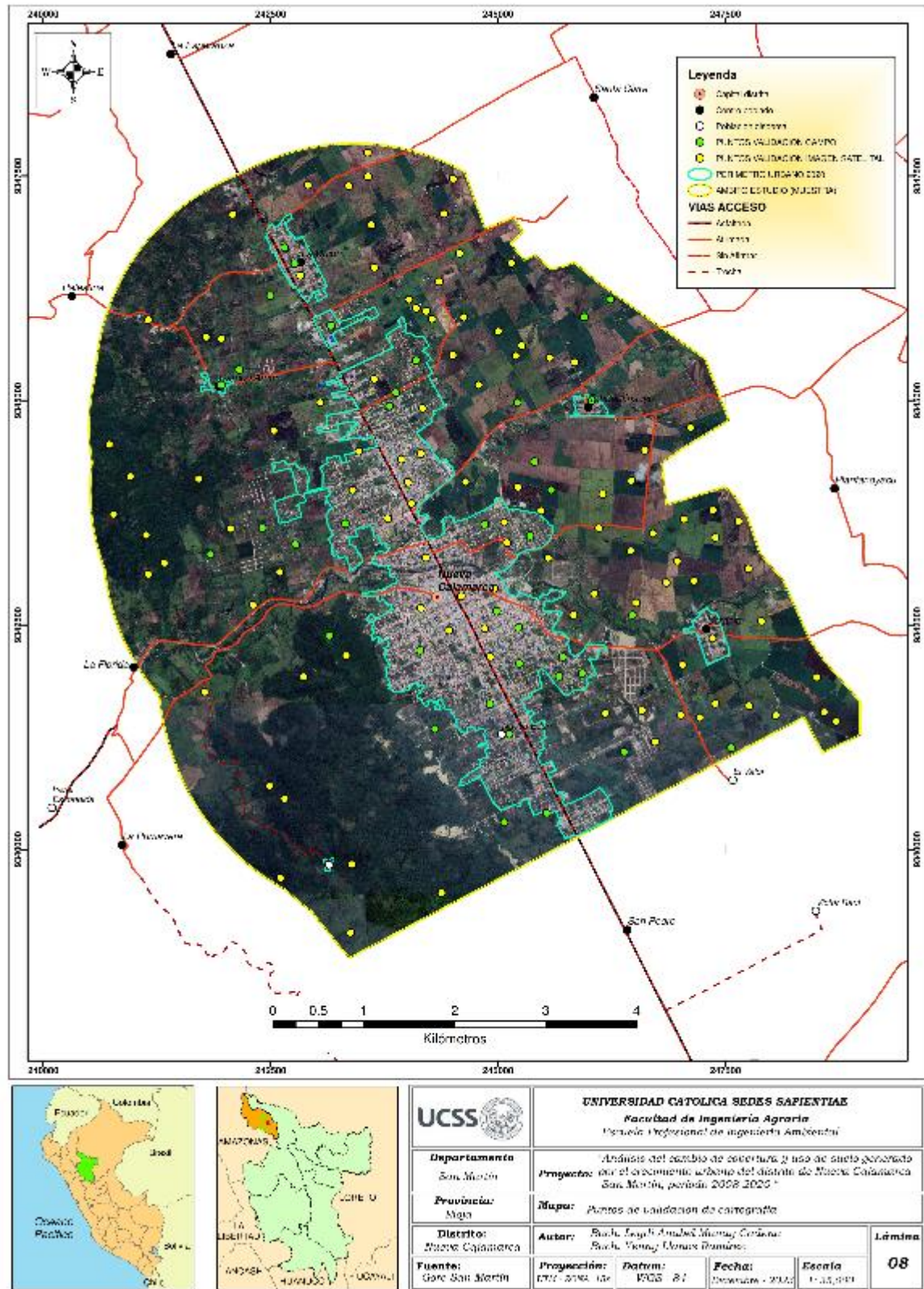
Apéndice 9

Mapa de cambio por crecimiento urbano período 2008-2014-2020



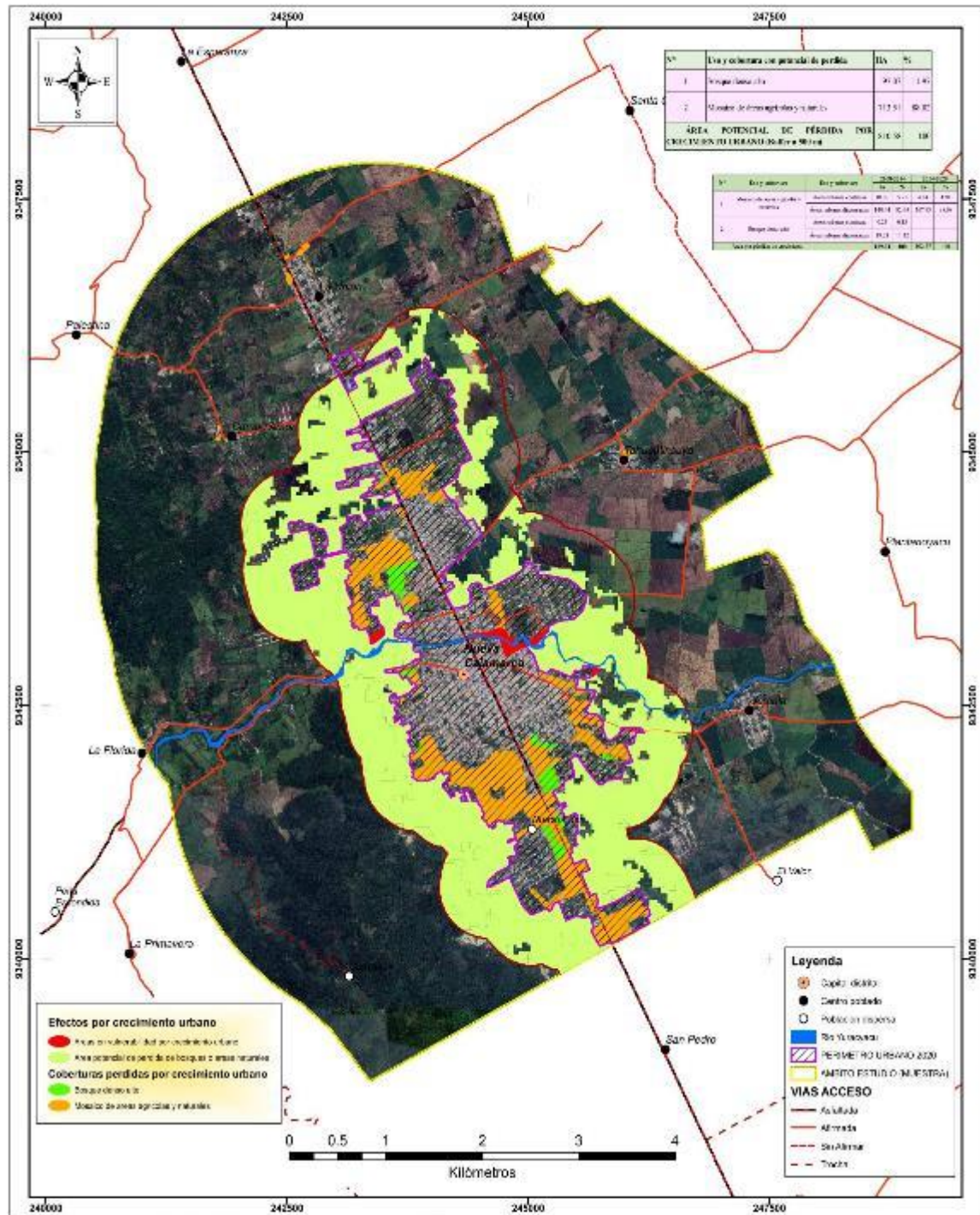
Apéndice 10

Mapa de los puntos de validación



Apéndice 11

Mapa de efectos por crecimiento urbano



		UCSS		UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAS Facultad de Ingeniería Agraria Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental	
		Departamento: San Martín	Proyecto: Análisis del cambio de cobertura y uso de suelo generado por el crecimiento urbano del distrito de Nueva Cajamarca -San Martín, período 2008-2020.	Provincia: Maja	Mapa: Efectos por el Crecimiento Urbano
Distrito: Nueva Cajamarca	Fuente: Geo San Martín	Proyección: UTM - ZONA 18S	Datum: WGS 84	Fecha: Diciembre - 2023	Escala: 1:25,000