

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Variación de la cobertura vegetal e infraestructura urbana en los periodos 1997 – 2022, microcuenca Choclino

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Rossany Claritza Sánchez Velásquez

Asesor:

Mtro. Erick José Quispe Mamani

Lima, 21 de octubre de 2024


DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Erick José Quispe Mamani, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana Unión con código ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8386-8352>.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Variación de la cobertura vegetal e infraestructura urbana en los periodos 1997 – 2022, microcuenca Choclino**” del (los) autor (autores) Rossany Claritza Sánchez Velásquez tiene un índice de similitud de 7 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 21 días del mes de octubre del año 2024.



Erick José Quispe Mamani

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 26 día(s) del mes de setiembre del año 2024, siendo las 17:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Mtro. Andrés Erick Gonzales López y los demás miembros: Dr. Rubén Martínez Cabrera y Mtro. Jhon Patrick Ríos Bartra y el (la) asesor(a) Mtro. Erick José Quispe Mamani con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: **"Variación de la cobertura vegetal e infraestructura urbana en los periodos 1997- 2022, microcuenca Choclino."**

del(los) bachiller/es: a) Rossany Claritza Sánchez Velásquez
 b)
 c)

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Ambiental
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Rossany Claritza Sánchez Velásquez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
aprobada	16	B	Bueno	Muy bueno

Bachiller -(b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

_____ Presidente/a _____ Secretario/a
 _____ Asesor/a _____ Miembro
 _____ Bachiller (a) _____ Miembro
_____ Bachiller (b)
_____ Bachiller (c)

INDICE

1. RESUMEN.....	4
1.1. Abstract	4
2. INTRODUCCION.....	5
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	7
3.1. Materiales y Equipos.....	7
3.2. Diseño metodológico.....	7
3.3. Área de estudio.....	8
3.4. Recolección de la información.....	8
3.4.1. Obtención de las imágenes Satelitales.....	8
3.5. Procesamiento de datos.....	9
3.5.1. Identificación de la cobertura vegetal e infraestructura urbana	9
3.5.2. Clasificación supervisada	11
4. RESULTADOS	11
4.1. Variación de la cobertura vegetal e infraestructura urbana según año de estudio.....	12
5. CONCLUSIONES	13
6. DISCUSIONES	13
7. REFERENCIAS	14
8. ANEXOS	16

1. RESUMEN

El objetivo del proyecto de investigación fue determinar la variación de la cobertura vegetal e infraestructura urbana en la microcuenca Chocliño en los periodos de 1997-2022, debido a los impactos que tuvo el crecimiento poblacional, ya que cierta parte de la población total del distrito de la Banda de Shilcayo se encuentra acentuada en el área de influencia de la microcuenca, lo que ha representado un peligro significativo con el paso del tiempo por la alta demanda de bienes y servicios que requieren y generan. Mediante el uso del Sistema de Información Geográfica, el análisis multitemporal de las imágenes satelitales realizadas con la técnica de clasificación supervisada nos ayudó a comprobar que existió variación y a cuantificar la cobertura vegetal y la infraestructura urbana en relación a los periodos de estudio. Los cuales dieron como resultados la pérdida del 30.7% de la cobertura vegetal, con la reducción de 171.52 Ha de bosques naturales y el incremento de las Áreas Artificializadas, donde se visualiza un crecimiento del 21.9%, expandiendo su alcance a 116.55 Ha del total del territorio de la microcuenca. Llegando a la conclusión que la pérdida de cobertura vegetal con relación a la infraestructura urbana es inversamente proporcional, ya que para poder tener un desarrollo urbano dentro de la microcuenca se requiere la ampliación de espacios, para ello se necesita de la reducción de otras áreas tales como los bosques.

Palabras Claves: Cobertura vegetal, Pérdida, Variación, Infraestructura urbana, Imágenes Satelitales

1.1. Abstract

The objective of the research project was to determine the variation of vegetation cover and urban infrastructure in the Chocliño micro-watershed in the periods 1997-2022, due to the impacts of population growth, since a certain part of the total population of the Banda de Shilcayo district is accentuated in the area of influence of the micro-watershed, which has represented a significant danger over time due to the high demand for goods and services they require and generate. Through the use of the Geographic Information System, the multitemporal analysis of the satellite images carried out with the supervised classification technique helped us to verify that there was variation and to quantify the vegetation cover and urban infrastructure in relation to the study periods. The results showed a loss of 30.7% of vegetation cover, with a reduction of 171.52 ha of natural forests and an increase in artificial areas, where a growth of 21.9% is visualized, expanding its scope to 116.55 ha of the total territory of the micro-watershed. This leads to the conclusion that the loss of vegetation cover in relation to urban infrastructure is inversely proportional, since urban development within the micro-watershed requires the expansion of spaces, which requires the reduction of other areas such as forests.

Keywords: Vegetation cover, Loss, Variation, Urban infrastructure, Satellite images

2. INTRODUCCIÓN

Llamamos vegetación al conjunto de componentes vegetales (árboles, arbustos, hierbas, lianas, epífitas, musgos, etc.) que interactúan entre sí (Walsh, 2015); y su expresión espacio-temporal es la cobertura vegetal (Velázquez et al., 2010); la cual interviene en el sistema ecológico mediante la captación y transformación de energía, estabilizan pendientes, proporcionan refugio a la fauna, mantienen microclimas locales, configuran y definen paisajes, son agentes reductores de la contaminación atmosférica y del ruido (Walsh, 2015). Además es una fuente importante de sustento para la comunidad, por los bienes y servicios que generan (Gaitán et al., 2021).

A la disminución de la cantidad de vegetación se le conoce también como pérdida de la cobertura vegetal, que generalmente está relacionada con las actividades humanas (Gaitán et al., 2021), por su capacidad de modificar su estado natural en busca de satisfacer sus necesidades básicas de supervivencia (Alonzo & Vera, 2010). Las actividades con fines agrícolas-comerciales y el aumento de la población (Sánchez & Ríos, 2020) tienen un impacto considerable en la biodiversidad mundial, climas, ciclos bioquímicos, calidad del suelo, hidrología, seguridad alimentaria y el bienestar humano (Ordóñez et al., 2018).

Los impactos de la pérdida de cobertura vegetal se reflejan en la reducción de la población de las especies animales y vegetales a consecuencia de la pérdida de su hábitat natural, disminución de la polinización y dispersión de frutos y semillas nativas, altera el ciclo hidrológico reduciendo la capacidad de almacenamiento de agua, la rápida evaporación, el incremento de la temperatura en las aguas, estas se vuelven más turbias y eso provoca su contaminación. También provoca la erosión de los suelos, convirtiéndolos en tierras áridas o estériles, pobres en nutrientes, por que modifica sus propiedades físicas y químicas, ya que los suelos de los bosques son húmedos y al disminuir la cobertura vegetal hacen que se queden sin protección y se sequen más rápido.

En el clima, el impacto que tiene se expresa mediante el cambio de las temperaturas, ya que los bosques bloquean los rayos solares durante el día y mantiene el calor por las noches, contaminación del aire por la quema de los bosques, donde se liberan diferentes gases de efecto invernadero (GEI) (dióxido y monóxido de carbono, etc.), como los árboles son los encargados de la absorción de gases de efecto invernadero al presentar pérdida la absorción es menos, lo que facilita con mayor velocidad el cambio climático.

Otro de los impactos es la disminución del control natural de plagas, generando el incremento de las mismas o la aparición de nuevas plagas. Los cultivos cada vez disminuyen su calidad de producción, obteniendo frutos pequeños, con cambios en sus características fisicoquímicas (olor, color, sabor, tamaño), se descomponen con mayor rapidez y lo mismo se presentan en los animales silvestres. También se refleja en la reducción del valor estético de los bosques, al simplificarse los paisajes. Se desarrollan con mayor frecuencia la degradación de las cuentas por las inundaciones, vientos de gran intensidad, aludes de lodos e incremento de avenidas.

En lo social, la calidad de vida se ve afectada por el incremento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, afecciones a la piel, así como la difusión de enfermedades causados por vectores como la malaria y dengue, contaminación por residuos sólidos y aguas residuales domésticas e industriales.

Por año se genera la pérdida de más de 13 millones de hectáreas de bosques a nivel mundial, siendo los bosques tropicales los más afectados (FAO, 2006) por la demanda creciente de madera y la expansión territorial.

En el diario Gestión (2022), se mencionan que en la amazonia peruana ha venido perdiendo cobertura vegetal natural en un aproximado de 29.000 Km² en los últimos 36 años, debido principalmente a la actividad antrópica, generando el aumento de la superficie de actividades agropecuarias (26.000 Km²), superficies destinadas a la minería (624 Km²) y a la infraestructura urbana (478 Km²). La población nacional entre los años 1940 y 2007 presentó un aumento pasando de 7 023 111 a 28 220 764 habitantes (Sánchez & Ríos, 2020).

Así mismo, el Ministerio del Ambiente menciona que la región San Martín ha perdido 403 mil hectáreas de cobertura boscosa en los últimos 15 años, esto representa al 20,4% de la deforestación observada a nivel nacional (Carranza y Tasilla, 2020). Estos cambios también se evidenciaron en el distrito de la Banda de Shilcayo, donde su cobertura vegetal se redujo de 18 788 Ha en 2007 a 12 671 Ha en 2017 y su población se incrementó en los mismos años, pasando de tener 29 111 a 43 481 habitantes (Sánchez y Ríos, 2020).

Cierta cantidad de la población total del distrito de la Banda de Shilcayo se encuentra acentuada en el área de influencia de la microcuenca Choclino, lo que ha representado un peligro significativo con el paso del tiempo debido a la alta demanda de bienes y servicios que requieren y generan.

Los impactos que tuvo el incremento de la población y la pérdida de cobertura vegetal dentro del área de la microcuenca Choclino se vieron reflejada en la disminución de avistamientos de especies animales silvestres, reducción de especies vegetales naturales, así como la disminución en la generación de frutos silvestres; alteración del ciclo hidrológico, degradación de la cuenca y contaminación del agua, debido que cada año la quebrada Choclino fue perdiendo caudal de sus aguas, pasando de ser una quebrada de abundante y de buena calidad de agua a ser un desfiladero de aguas domésticas alterando sus características fisicoquímicas (olor, color, sabor), desapareciendo las diferentes especies de peces, anfibios y vegetación que existían en la zona años atrás.

La población vino experimentando de inundaciones, deslizamiento de lodo, vientos de gran intensidad que ocasionaban pérdidas materiales; también se incrementaron los casos de dengue, enfermedades respiratorias, malestares físicos provocados por el intenso calor que cada año va en aumento.

Además de la alteración y pérdida de la condición paisajística natural de la microcuenca por la deforestación y contaminación de residuos sólidos.

Este cambio generado sobre un espacio geográfico en relación a su cobertura vegetal y la expansión urbana se puede evidenciar mediante la construcción de carreteras, industrialización y otros componentes que conforman la estructura urbana (Tasilla et al., 2021). El crecimiento, mejoramiento y desarrollo urbano involucra forzosamente la ocupación y modificación de la cobertura vegetal (Alonzo & Vera, 2010).

Tener información sobre el uso de suelos y la cobertura vegetal en relación a la estructura urbana es necesaria para la planificación del desarrollo territorial (zonas para viviendas, conservación de la naturaleza, protección de fuentes de agua, etc.) ajustándose a la realidad local (Cueva & Chalán, 2010). Una forma de obtener esta información es mediante el análisis de mapas de cobertura terrestre derivado de la clasificación de imágenes de sensores remotos a partir de dos o más periodos (De León Mata et al., 2014).

Las técnicas de teledetección que se han transformado en una poderosa herramienta de análisis espacial en conjunto con los sistemas de información geográfica (SIG) (Damian et al., 2018), lo que permite analizar a escalas que anteriormente resultaban difícil llevar a cabo dichos estudios (Salinas et al., 2017).

De allí se refleja la importancia de realizar estudios de investigación en la microcuenca, lo que nos ayudará en la identificación de problemas ambientales, búsqueda de soluciones, generación de información con carácter ambiental, social, salud, económico, ideas para un adecuado manejo de los recursos naturales, entre otros. Es por ello que en este proyecto de investigación se visualizó la necesidad de realizar un estudio con el objetivo de determinar la variación de la cobertura vegetal e infraestructura urbana en la microcuenca Choclino en los periodos de 1997-2022, mediante un análisis multitemporal de imágenes satelitales.

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Materiales y Equipos

En el desarrollo del proyecto de investigación se utilizó los siguientes materiales y equipos:

- Laptop HP
- Memoria USB
- Equipo GPS
- Cuaderno de campo
- Lapicero
- Software ArcGIS, ENVI y Google Earth Pro

3.2. Diseño metodológico

La finalidad del proyecto de investigación de tipo no experimental – evolutiva (Hernández et al., 2014), es dar a conocer mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales con la técnica de clasificación supervisada la variación que tuvo la cobertura vegetal y la infraestructura urbana durante los periodos de 1997-2007, 2017-2022.

En cuanto a los resultados obtenidos mediante el uso del SIG (Sistema de Información Geográfica) nos ayudó a comprobar si existió variación en la cobertura vegetal y en la infraestructura urbana en relación a los periodos de estudio, permitiéndonos cuantificar la pérdida de cobertura vegetal y el incremento de la infraestructura urbana.

3.3. Área de estudio

La microcuenca Choclino se encuentra ubicado políticamente en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín a 310 m.s.n.m y cuenta con una superficie de 273 km² aproximadamente.

Geográficamente se ubica en el Datum World Geodetic System - Datum 1984 (WGS 84), Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) con coordenadas geográficas; considerando la ubicación de la quebrada: E: 353442.82 y N: 9286524.05 - Naciente y E: 349728.43 y N: 9281726.63 – Desembocadura (Ver Anexo 1).

Hidrológicamente, la microcuenca forma parte de la subcuenca Cumbaza y de la cuenca hidrográfica de la región San Martín, así mismo se encuentra en la zona de amortiguamiento del Área de Conservación regional “Cordillera Escalera”.

Para la delimitación del área de la microcuenca se accedió a la geodatabase e información geográfica del informe del proyecto de la “Reserva Comunal Acuífero Sector Trancayacu” a cargo del Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo y la Municipalidad Distrital de la Banda de Shilcayo. Así mismo se realizó visitas de campo para corroborar la información recopilada.

3.4. Recolección de la información

Se realizó la revisión bibliográfica de diferentes fuentes (libros físicos y electrónicos, revistas, informes, ensayos y páginas webs) para la recopilación de la información y obtención de conocimientos sobre el tema, además de la identificación de los métodos a aplicar en el desarrollo del proyecto.

3.4.1. Obtención de las imágenes Satelitales

Para la obtención de las imágenes satelitales se accedió al portal de datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), el cual es un portal web que brinda información y obtención de imágenes satelitales procedentes de distintos datos geoespaciales disponibles.

Al momento de la descarga de las imágenes satelitales se tuvo en cuenta ciertos criterios de búsqueda como el periodo de estudio (1997, 2007, 2017, 2022) y las condiciones climáticas en el que se pueda visualizar con facilidad el área de estudio (de preferencia sin nubosidad). Las imágenes satelitales utilizadas fueron provenientes del satélite Landsat (Ver Anexo 2):

- Landsat 5TM: para los años 1997 y 2007, porque es el satélite que pudo captar mejor las imágenes de esos años.
- Landsat 7 ETM: para el año 2017, porque el LT 5TM dejó de funcionar.
- Landsat 8 OLI: para el año 2022, por sus mejoras en las imágenes.

3.5. Procesamiento de datos

3.5.1. Identificación de la cobertura vegetal e infraestructura urbana

Para la identificación de la cobertura vegetal y la infraestructura urbana existentes en la microcuenca, se realizó con visitas en campo el reconocimiento visual de los diferentes componentes presentes en el área de estudio (vegetación, animales, estructuras geológicas, fuentes de aguas, edificaciones urbanas, población, etc.).

Luego del reconocimiento visual, se procedió a determinar los indicadores que nos permitieron realizar el análisis de las imágenes satelitales a los cuales denominamos “clases de estudio”.

Basándonos en la leyenda establecida por el Sistema de Clasificación de Coberturas de la tierra Corine Land Cover Nivel I y II y de la memoria descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2016), se establecieron las clases de estudio teniendo en cuenta las características descritas para cada tipo de cobertura y lo contrastamos con lo que se visualizaba en la realidad, y también se estableció la coloración que llevarían los mapas para la fácil identificación de las clases, tratando de adecuarnos con cada descripción (Ver Tabla 1).

Para el análisis de la cobertura vegetal hemos usado las clases y la coloración de:

- Bosques: Bosques densos bajos y altos, bosques plantados, áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo – Verde Oscuro
- Áreas sin o con poca vegetación: Zonas desnudas (áreas erosionadas naturalmente y también degradadas), afloramientos rocosos, áreas quemadas, para esta clase vamos a incluir los pastizales – Verde Claro

Para el análisis de la infraestructura urbana hemos usado las clases y la coloración de:

- Áreas artificializadas: Todas las construcciones urbanas (viviendas, colegios, hospitales, lozas deportivas, pistas, plazas, etc.) – Rojo
- Áreas agrícolas: Cultivos transitorios (hortalizas, cereales, tubérculos), en esta clase no se considerará los pastos – Naranja

Tabla 1
Clases de cobertura identificadas para el área de estudio.

Categorías de la Clasificación de Cobertura de la Tierra (CORINE LAND COVER)		Mapa de la Variación De La Cobertura Vegetal e Infraestructura Urbana en la Microcuenca Choclino
NIVEL I	NIVEL II	
1. ÁREAS ARTIFICIALIZADAS	1.1. Áreas urbanizadas	1. AREAS ARTIFICIALIZADAS
	1.2. Áreas industriales e infraestructura	
	1.3. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	
2. ÁREAS AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos transitorios	2. AREAS AGRICOLAS
	2.2. Cultivos permanentes	
	2.3. Pastos	
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	
3. BOSQUES Y ÁREAS MAYORMENTE NATURALES	3.1. Bosques	3. BOSQUES
	3.2. Bosques Plantados	
	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	4. ÁREAS SIN O CON POCA VEGETACIÓN
4. ÁREAS HUMEDAS	4.1. Áreas húmedas continentales	
	4.2. Áreas húmedas costeras	
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	
	5.2. Aguas costeras	

Fuente: Memoria descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015), y el Procedimiento Técnico y Metodológico Para La Elaboración Del “Estudio Especializado de Análisis de Los Cambios de La Cobertura y Uso de La Tierra”.

Una vez establecidas las clases a analizar, es necesario establecer áreas de entrenamiento para poder aplicar la clasificación supervisada en las imágenes satelitales. Entonces se recorrió de forma segura por las zonas accesibles de la microcuenca para fijar los puntos de control y realizar el levantamiento de datos haciendo uso de un equipo GPS y recopilando la información en una Hoja de Campo para Puntos de Control Terrestre (Ver anexo 3)

Estos puntos de control fueron seleccionados de acuerdo a las cualidades descritas líneas arriba y en la Tabla 1, antigüedad de existencia y tamaño. Se consideró la creación de 30 puntos de control por cada clase de estudio, de los cuales 70 % de los puntos fueron tomados en campo y el 30 % restante se estableció con ayuda de las imágenes brindadas por el software de Google Earth Pro, se tomó esta forma de creación de puntos debido al límite de información en cuanto a los años de 1997 y 2007 y al difícil acceso a ciertas zonas de la microcuenca, ya que no se tiene imágenes de esos años y los cambios que se dieron en el área de estudio alteraron la condición inicial. Mediante el procesamiento de las imágenes dichos puntos de control nos ayudaron a visualizar la ubicación y cuantificación de la cobertura vegetal y la infraestructura urbana.

3.5.2. Clasificación supervisada

Las imágenes satelitales antes de ser procesadas fueron corregidas atmosféricas y radiométricas mediante el software ENVI 5.3, donde se utilizó la herramienta: Radiometric Correction para las correcciones radiométricas y FLAASH Atmospheric Correction para las correcciones atmosféricas

Para finalizar con el análisis de las imágenes se aplicó la técnica de clasificación supervisada a cada imagen, porque nos permite identificar materiales en una imagen a partir de firmas espectrales. Para ello se utilizó la herramienta de clasificación de máxima verosimilitud del software ArcGIS versión 10.4. Además, se realizó el cálculo del área de las nubes encontradas en las imágenes satelitales. Como resultado del procesamiento de las imágenes satelitales y haciendo uso de las herramientas del software ArcGIS se generarán mapas temáticos y también se tendrá datos cuantitativos sobre la cobertura vegetal y la infraestructura.

4. RESULTADOS

Del recorrido de las diferentes zonas de la microcuenca Choclino, la visualización de los componentes existentes y la recopilación de datos; así como también, de la aplicación de la técnica de clasificación supervisada con la herramienta de máxima verosimilitud mediante el sistema de información geográfica se obtuvieron los siguientes resultados de cada clase establecido según los periodos de estudio (1997, 2007, 2017, y 2022) (Ver Tabla 2):

Tabla 2: Resultados del análisis multitemporal mediante la técnica de clasificación supervisada de imágenes satelitales.

CLASES	ANOS			
	1997 (Ha)	2007(Ha)	2017(Ha)	2022(Ha)
BOSQUES	333.63	228.15	188.82	169.11
AREAS SIN O CON POCA VEGETACION	148.41	115.83	147.24	165.42
AREAS ARTIFICIALIZADAS	51.12	123.84	154.8	167.67
AREAS AGRICOLAS	0	65.34	42.3	30.96

Elaboración Propia.

De la siguiente tabla podemos observar los cambios que vino experimentando la microcuenca Choclino con respecto a su cobertura vegetal y la infraestructura urbana donde:

- Para el año 1997, la cantidad de área que abarcaba los bosques fue de 333.63 Ha y las áreas sin o con poca vegetación ocupaban 148.41 Ha. En cuanto a la infraestructura urbana, las áreas artificializadas abarcaban 51.12 Ha de territorio y las áreas agrícolas aún no ocupaban territorio según el análisis (Ver Mapa 1).
- En el año 2007 estas cantidades de áreas de bosques variaron, pasando así a tener 228.15 Ha de ocupación, evidenciando una pérdida del 19.8% y de igual manera sucedió para las áreas sin o con poca vegetación que tuvo 115.83 Ha de territorio, perdiendo el 6.1% del área inicial. Las áreas artificializadas se incrementaron, pasando así a tener

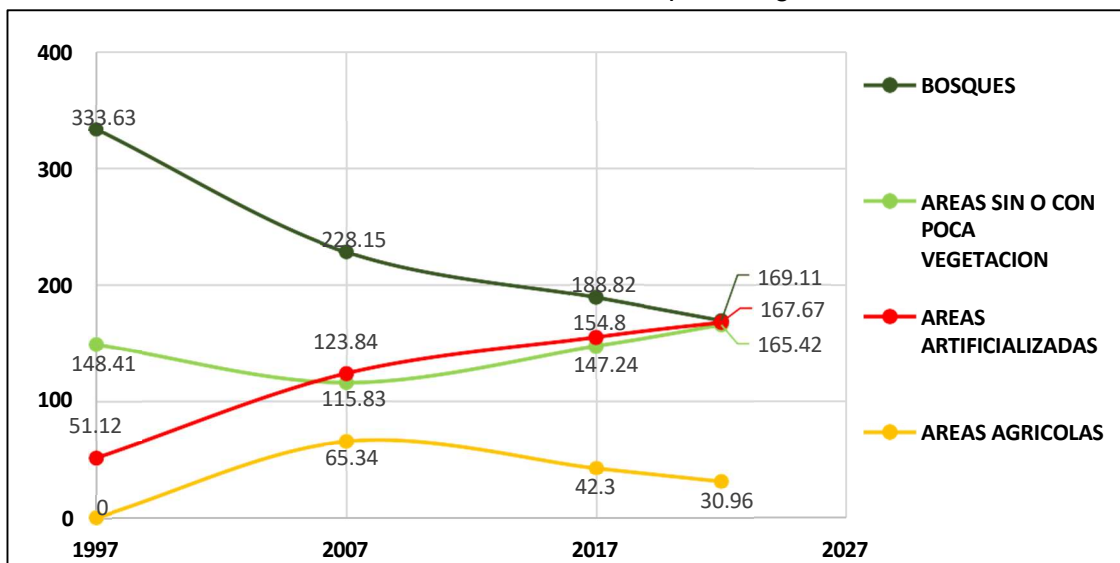
123.84 Ha de ocupación, evidenciando un aumento del 13.6% y de igual manera sucedió para las áreas agrícolas que tuvo 65.34 Ha de ocupación, aumentando en un 12.3% del área inicial (Ver Mapa 2).

- Para el año 2017 los bosques continuaron perdiendo territorio, donde su área llegó a abarcar tan solo 188.82 Ha con una pérdida del 7.4%. Mientras que las áreas sin o con poca vegetación en este período demostraron una recuperación en la cantidad de territorio ocupado, con un área de 147.24 Ha y un aumento del 5.9%. Para entonces, las áreas artificializadas también continuaron incrementando su ocupación, donde su área llegó a abarcar 154.80 Ha con un aumento del 5.8%. Mientras que las áreas agrícolas en este periodo demostraron perdida de 4.3% en la cantidad de territorio ocupado, con un área de 42.30 Ha (Ver Mapa 3).
- En el 2022, el análisis arroja que la pérdida de las áreas de los bosques fue menos que los periodos anteriores con un 3.7% de pérdida, con 169.11 Ha de ocupación y las áreas sin o con poca vegetación continuaron incrementando su territorio a 165.42 Ha con un aumento del 3.4%. En dicho análisis también se observa el decrecimiento de las áreas artificializadas con un 2.4%, donde el área fue de 167.67 Ha y las áreas agrícolas continuaron perdiendo con un 2.1% su territorio a 30.96 Ha (Ver Mapa 4).

4.1. Variación de la cobertura vegetal e infraestructura urbana según año de estudio

En la siguiente grafica podemos observar el comportamiento tanto de la cobertura vegetal como de la infraestructura urbana, donde los Bosques van de forma descendente mientras que las Áreas artificializadas muestran una forma ascendente.

Sin dejar de lado las Áreas sin o con poca vegetación, donde su comportamiento al principio fue de decreción hasta cierto punto para luego continúan en crecimiento. Mientras que las Áreas agrícolas comenzaron mostrándonos un crecimiento, pero luego comenzó en declive.



Gráfica 1: Variación de la cobertura vegetal e infraestructura por periodo de estudio.

5. CONCLUSION

Con el desarrollo del proyecto de investigación, mediante el uso del Sistemas de Información Geográfica se llegó a la conclusión que existe variación en la cobertura vegetal e infraestructura urbana dentro de la microcuenca Choclino durante los períodos de estudio de 1997-2007-2017-2022, donde se puede visualizar mediante los resultados que hubo una pérdida del 30.7% de la cobertura vegetal, dando como resultado la disminución de 171.52 Ha de bosques naturales.

Esta pérdida de bosque natural se vio afectado debido al desarrollo de dos grandes factores: el crecimiento poblacional y el desarrollo urbano a los cuales denominamos “Áreas Artificializadas”, donde se visualiza un crecimiento del 21.9%, expandiendo su alcance a 116.55 Ha del total del territorio de la microcuenca. También podemos decir que la pérdida de cobertura vegetal con relación a la infraestructura urbana es inversamente proporcional, ya que para poder tener un desarrollo urbano dentro de la microcuenca se requiere la ampliación de espacios, para ellos se necesita reducción de ocupación de otras áreas tales como los bosques, por ello se concluye que la pérdida de la cobertura vegetal está relacionada con el crecimiento poblacional.

El tiempo es un factor limitante cuando se trata de recrear situaciones o escenarios pasados, ya que no se puede retroceder en el tiempo para poder corroborar o recopilar alguna información. En tal caso, otra de la conclusión a la que llegamos es que, el uso de la tecnología para estudios ambientales, como el análisis de imágenes satelitales mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, nos permiten acceder a información valiosa de las cuales muchas veces nos encontramos limitadas por la falta de recopilación de datos, imágenes de un determinado lugar en un determinado tiempo, como es el caso de encontrar imágenes de años pasados de la microcuenca donde no se contaba muchas veces con una cámara digital para captar las imágenes o llegar a lugares de accesos difíciles o accidentados para realizar la visualización de los componentes o el levantamiento de datos geográficos.

6. DISCUSION

En la expansión urbana y el ordenamiento territorial de un área, la falta de políticas, instrumentos, mecanismos, técnicas, metodologías entre otros, que incluyan la importancia de la cobertura vegetal, para la planificación y desarrollo de las mismas permite que muchas veces zonas intangibles sean alterados o destruidos. El incremento de la población en un determinado espacio demandara del acceso a una vivienda, servicios básicos, educación, recreación, etc. Lo que ocasionará la ampliación de zonas destinadas a ser parte de la infraestructura urbana (Sánchez & Ríos, 2020) reduciendo muchas veces zonas con cobertura vegetal.

Por eso es importante precisar que el tener información general y una adecuada planificación de uso de suelo antes de aprobar construcciones o ampliación de territorios urbanos nos ayudará a mitigar los impactos ambientales que tendrían la alteración de los mismos, sobre todo la reducción de zonas boscosas. Siguiendo esta descripción, podemos decir que la forma de urbanización que presenta la microcuenca Choclino destaca que el suelo con cobertura vegetal es el último aspecto en ser tomado en cuenta al momento de planificar el desarrollo urbano, económico y social. Dicha forma expone que se requiere de la modificación de los suelos

mediante la remoción de las áreas con vegetación sin respetar o tener en cuenta la función e importancia que desempeñan dichas áreas ya sea como reserva o conservación de recursos naturales y ecosistemas dentro de la microcuenca, todo ello con la finalidad de establecer nuevos asentamientos humanos, obras de urbanización, infraestructura, etc.

Para ello es importante promover la realización de actividades, programas, planes que busquen mitigar el impacto del crecimiento urbano, la recuperación de zonas intangibles y el favorecimiento de la conservación de los recursos naturales dentro de la microcuenca Chochino.

7. REFERENCIAS

- Alonzo, L. A. A. & Vera, M. A. G. (2010). Perdida De Cobertura Vegetal Como Efecto De La Urbanización En Chetumal, Quintana Roo. *Quivera*, 12(2), 1–19. http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/401/40115676001/40115676001_1.html
- Álvarez, J., Castillo, D., Adolfo, G. & Cardona, 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*, 30–40. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n37/n37a04.pdf>
- Cueva, J. & Chalán, L. (2010). Cobertura vegetal y uso de suelo de la Provincia de Loja. *Naturaleza Y Cultura Internacional*, 1–44. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5659/1/Azanza G. Jeanine & Cuenca S. Jimmy.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5659/1/Azanza%20G.%20Jeanine%20y%20Cuenca%20S.%20Jimmy.pdf)
- Damian, D., Márquez, C., García, V., Rodríguez, M. & Recalde, C. (2018). Transiciones sistemáticas en el uso y la cobertura del suelo en una microcuenca alto andina , Ecuador 1991-2011. *Revista Espacios*, 39(32), 1–8.
- De León Mata, G. D., Pinedo Álvarez, A. & Martínez Guerrero, J. H. (2014). Application of remote sensing in the analysis of landscape fragmentation in Cuchillas de la Zarca, Mexico. *Investigaciones Geográficas*, 84, 42–53. <https://doi.org/10.14350/rig.36568>
- Gaitán, J. J., Ciano, N., Oliva, G., Bran, D., Butti, L., Cariac, G., Caruso, C., Opazo, W., Ferrante, D., Echevarria, D., Buono, G., Fantozzi, A., Guirado, E. & Maestre, F. T. (2021). Temporal variations on NDVI predict temporal changes in vegetation cover across Patagonian drylands (Argentina). *Ecosistemas*, 30(3). <https://doi.org/10.7818/ECOS.2229>
- MINAM. (2016). Procedimiento Técnico y Metodológico Para La Elaboración Del “Estudio Especializado de Análisis de Los Cambios de La Cobertura y Uso de La Tierra”. Recuperado el 02 de Marzo de 2022, de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/RM-N°-081-2016-MINAM.pdf>
- Ordóñez, J. A. B., Escandón Calderón, J., Nieto de Pascual Pola, C. D. C. & Ordóñez Díaz, M. D. J. (2018). Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.135>
- Salinas, C., Martínez, R. & Morales, M. (2017). Tendencia en el siglo XXI del Índice de Diferencias Normalizadas de Vegetación (NDVI) en la parte sur de la península de Baja California. *Investigaciones Geográficas*, 94. <https://doi.org/10.14350/rig.57214>
- Sánchez, R. & Ríos, J. (2020). Crecimiento y dispersión poblacional mediante análisis SIG en el Distrito de la Banda de Shilcayo, San Martín (2007-2017). *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología Y Desarrollo*, 6(1), 23–30. <https://doi.org/10.17162/rictd.v6i1.1402>
- Tasilla, F., Carranza, J. & Cubas, A. (2021). Actividades antrópicas y pérdida de cobertura vegetal periodo 1990 -2020 distrito Awajún, Rioja. *Repositorio de Tesis-Universidad Peruana Unión* .

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/5084/Flor_Tesis_Licenciatura_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Velázquez, A., Duran, E., Larrazábal, A., López, F. & Medina, C. (2010). La cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo. *Atlas Tepalcatepac*, 28.

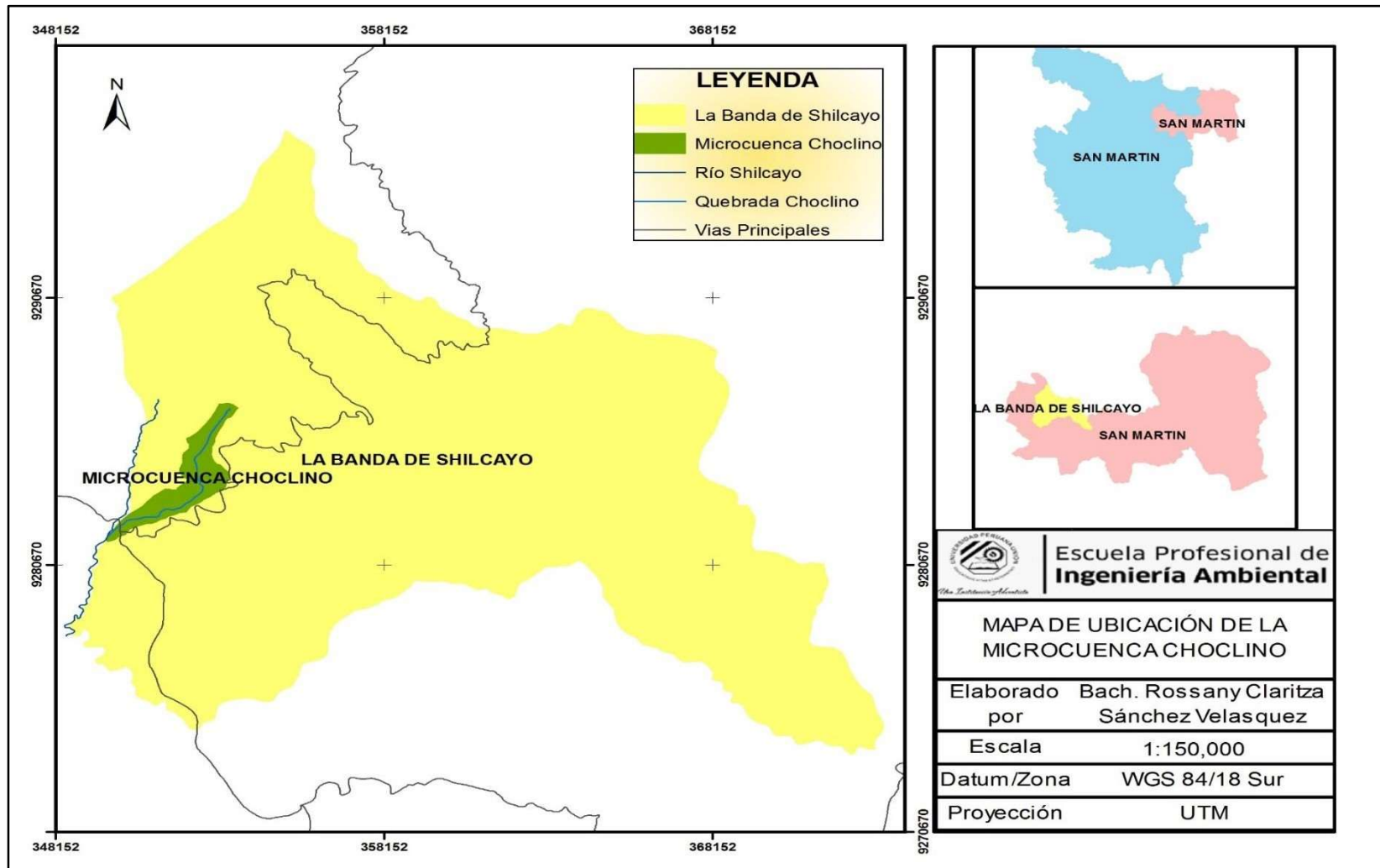
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/601/cobertura.pdf>

Walsh. (2015, May). *Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Mejoras a la Seguridad Energética del País y Desarrollo del Gasoducto Sur Peruano-Componentes Auxiliares."*

[http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS-hidrocarburos/EIA/MODI-EIA-2015/1.0 Generalidades.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS-hidrocarburos/EIA/MODI-EIA-2015/1.0%20Generalidades.pdf)

8. ANEXOS

9. ANEXO 1: Mapa de ubicación de la microcuenca Choclino.



Elaboración Propia.

9.1. ANEXO 2: Imágenes satelitales obtenidas y utilizados en el análisis multitemporal mediante la clasificación supervisada.

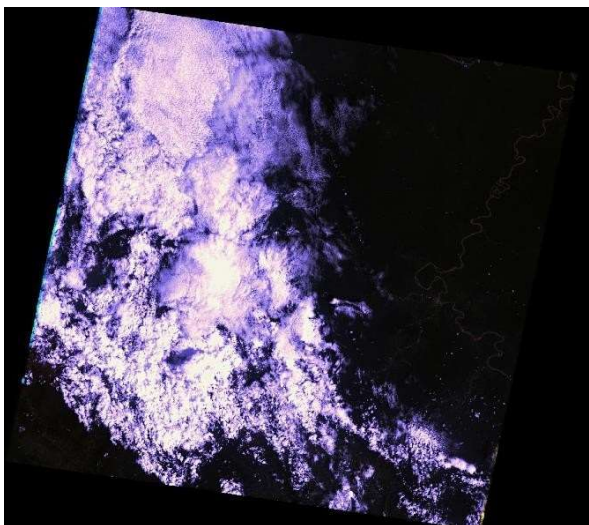


Imagen 1: Landsat 5TM - 1997

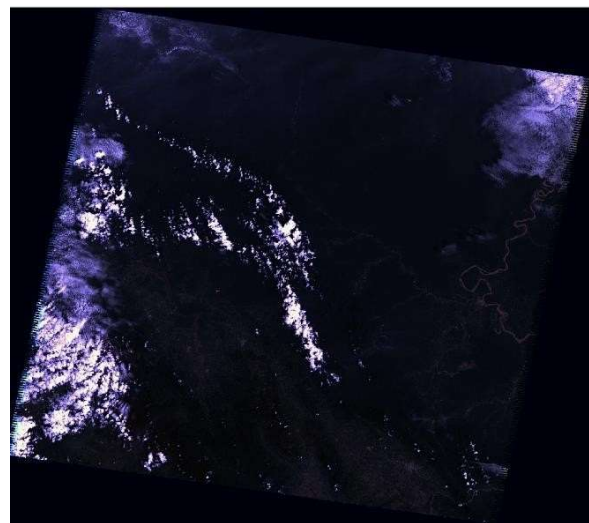


Imagen 2: Landsat 5TM - 2007

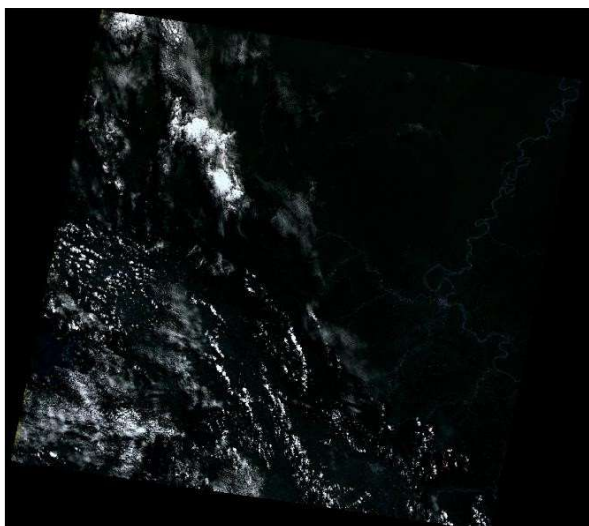


Imagen 3: Landsat 7 ETM - 2017

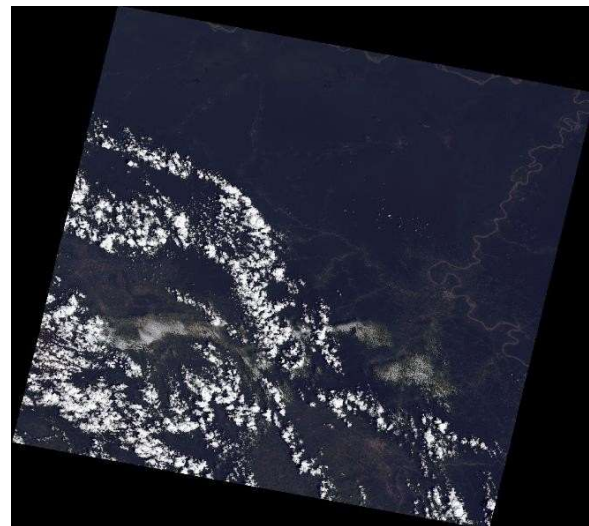
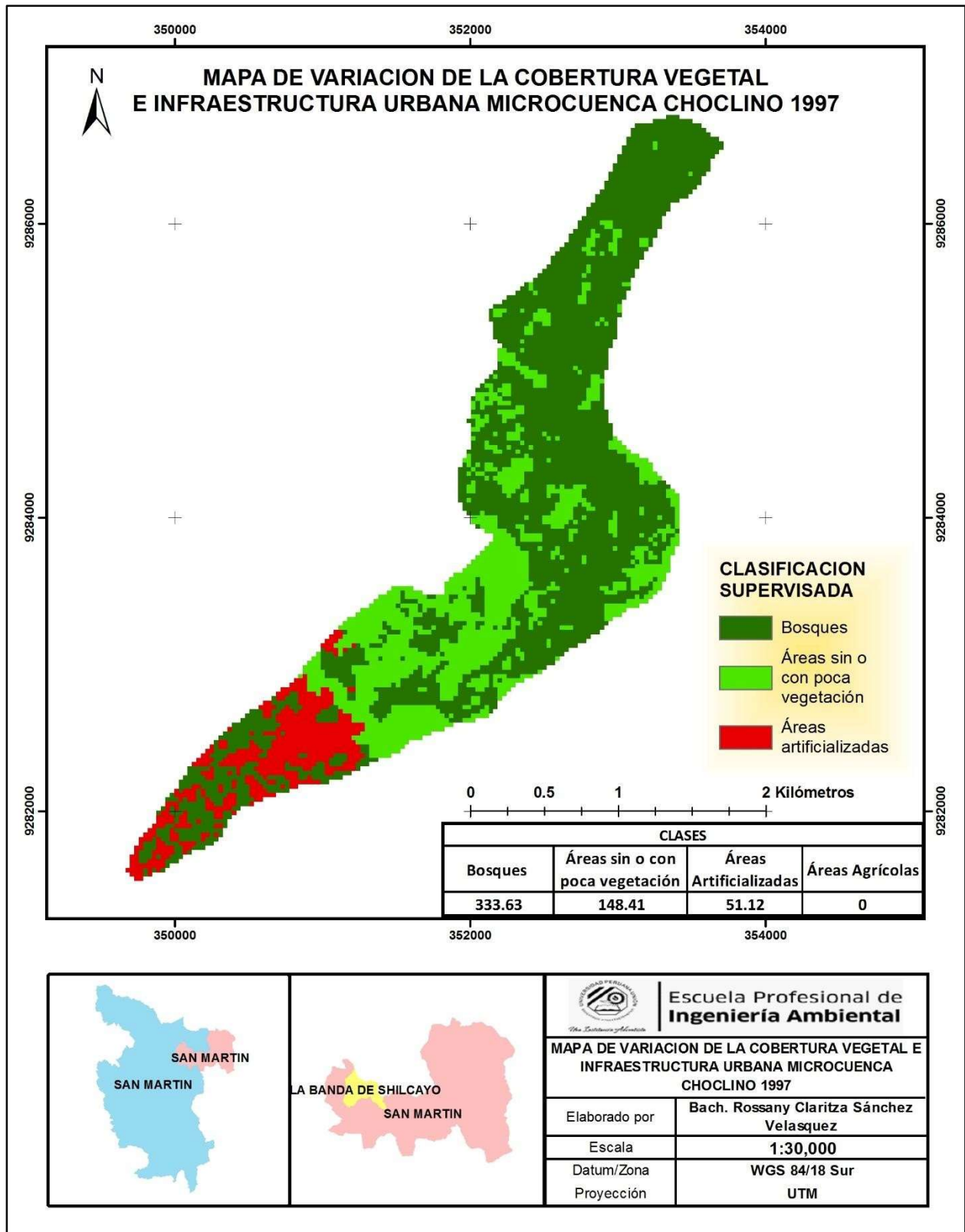
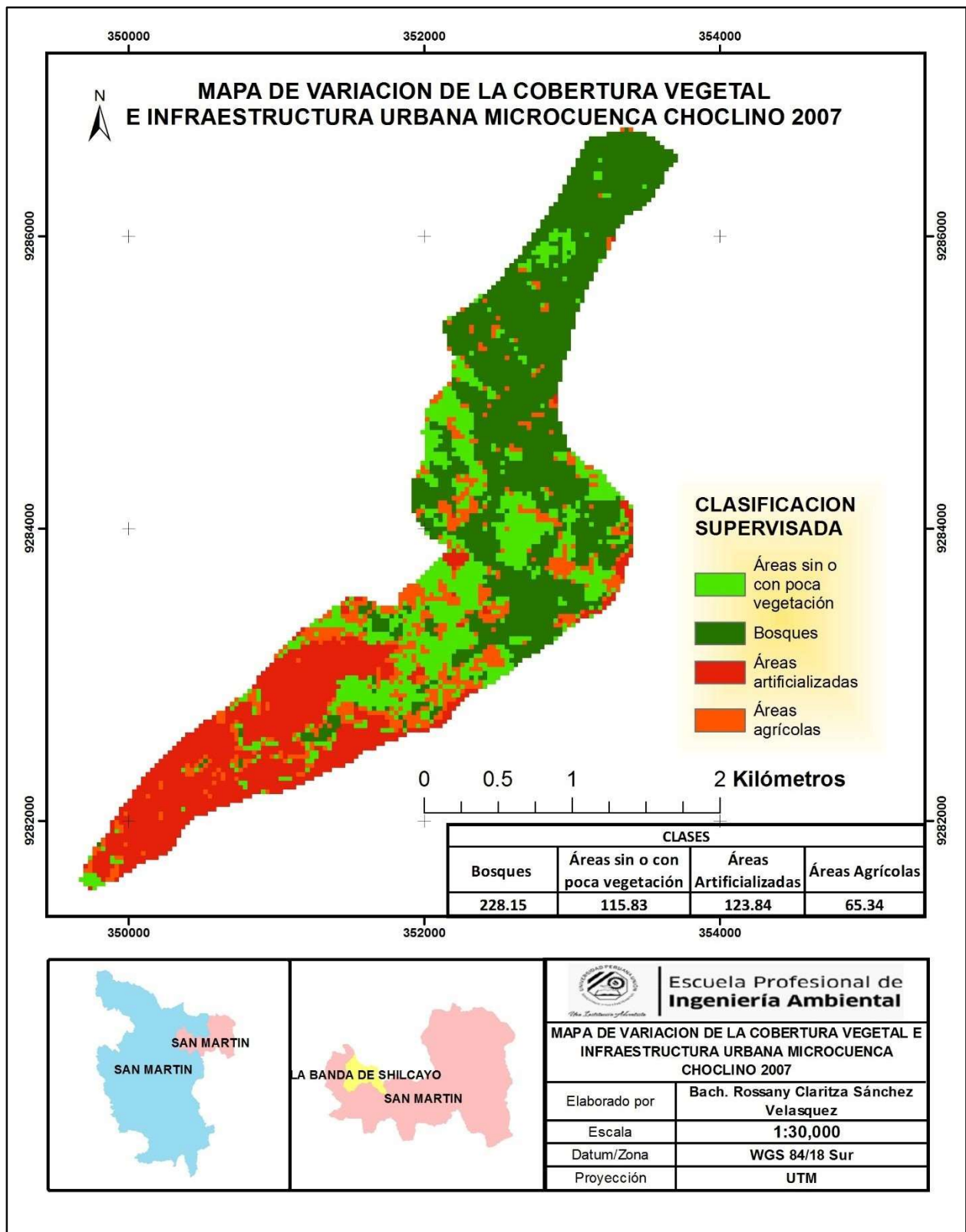


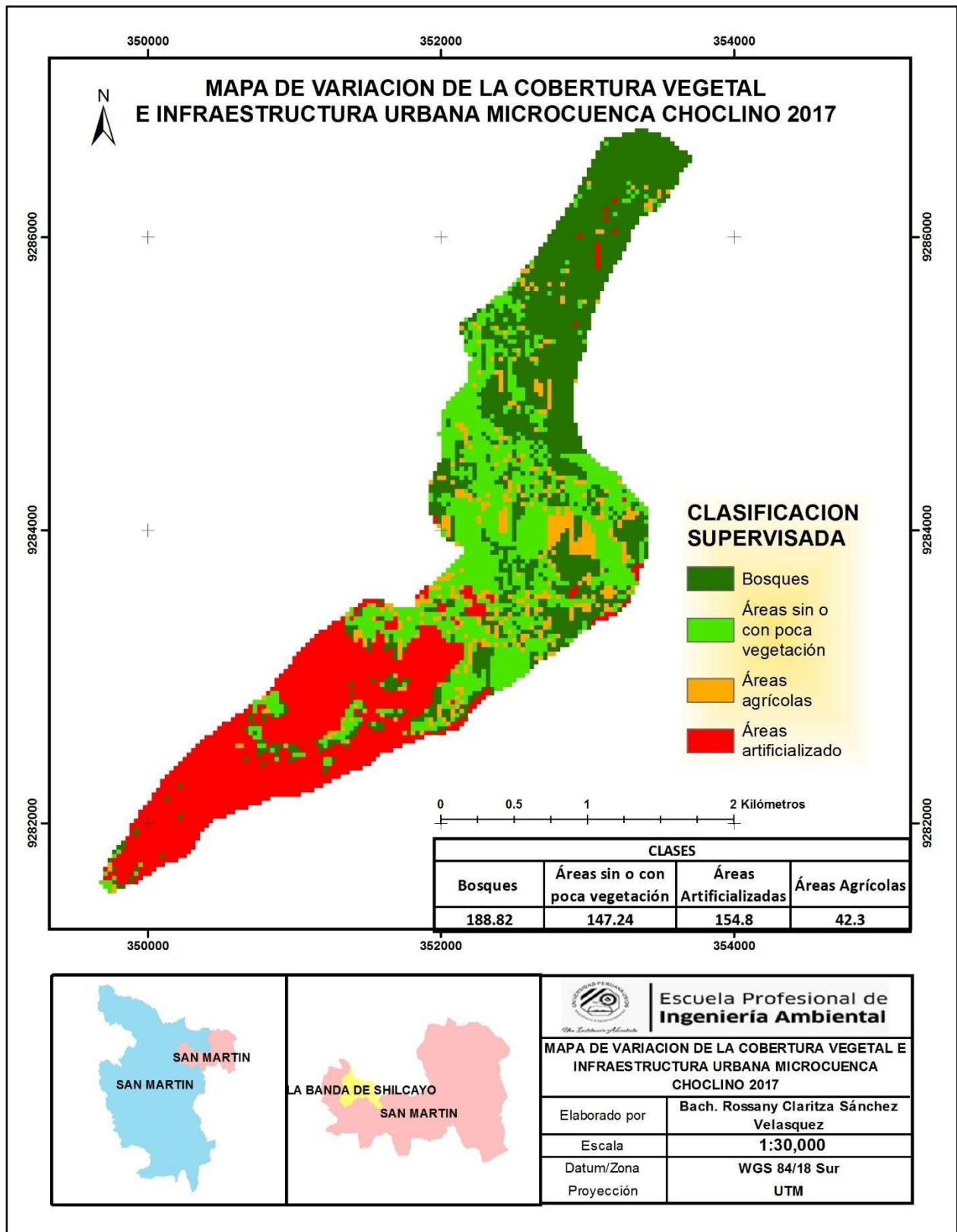
Imagen 4: Landsat 8 OLI - 2022



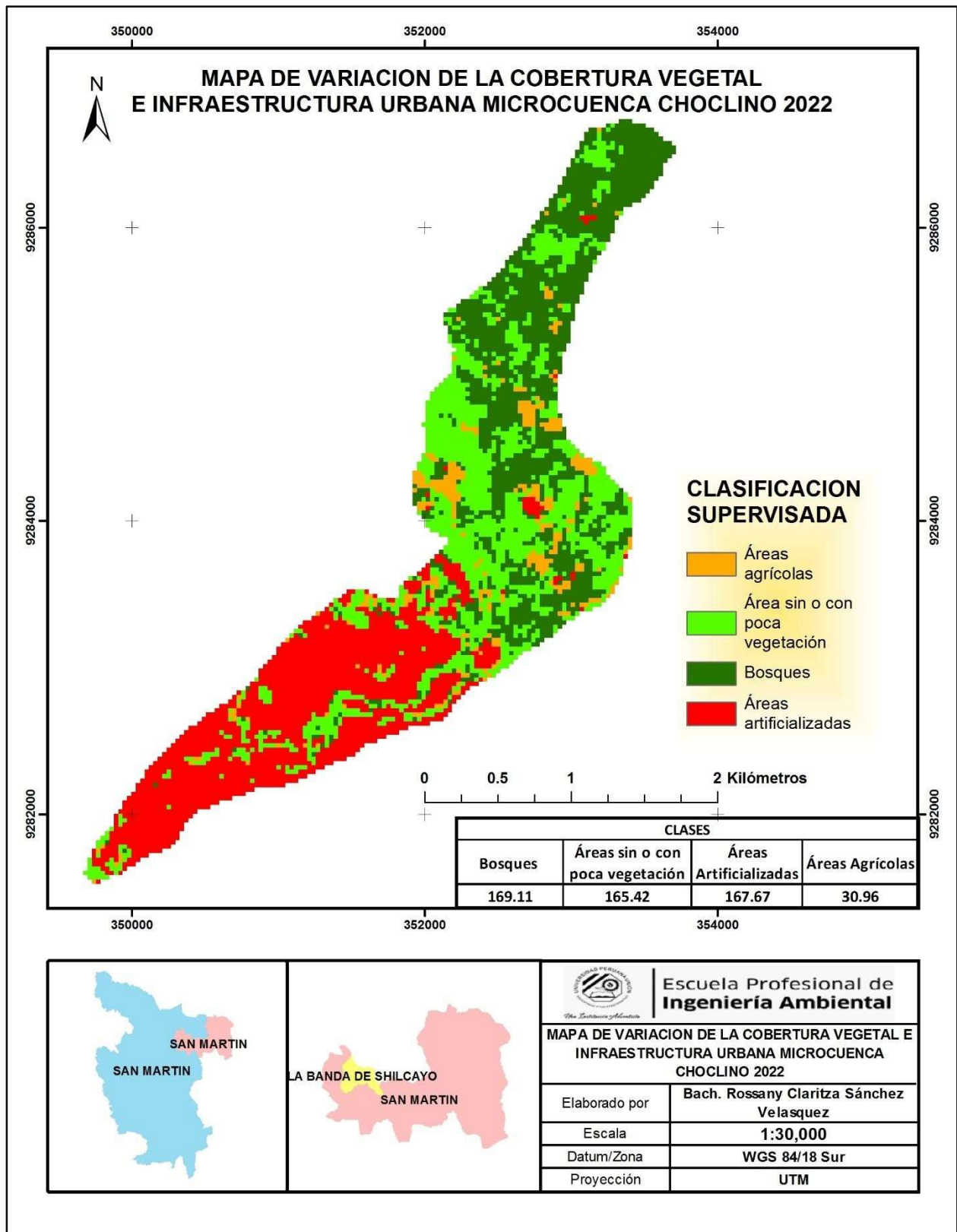
Mapa 1: Mapa de Variación De La Cobertura Vegetal e Infraestructura Urbana en la Microcuenca Choclino - 1997



Mapa 2: Mapa de Variación De La Cobertura Vegetal e Infraestructura Urbana en la Microcuenca Chocllino - 2007

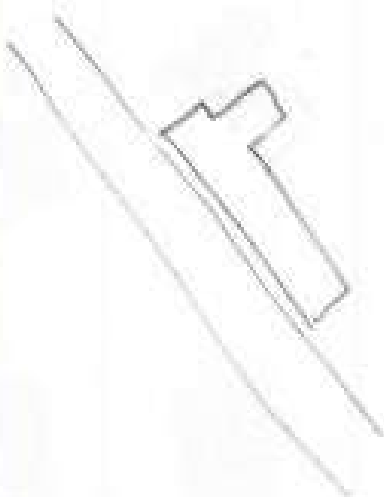



Mapa 3: Mapa de Variación De La Cobertura Vegetal e Infraestructura Urbana en la Microcuenca Chocliño - 2017



Mapa 4: Mapa de Variación De La Cobertura Vegetal e Infraestructura Urbana en la Microcuenca Choclino – 2022

9.2. ANEXO 3: Hoja de Campo para Puntos de Control Terrestre

FORMATO HOJA DE CAMPO DE PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE			
CODIGO	NOMBRE DEL PUNTO		
0010 - AA	10 - AA		
DIRECCION/ URB./ AA.HH			
Jr. Recreo con Ricardo Palma			
DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	ALTITUD
Banda de Sulcayo	San Martín	San Martín	350 m.s.n.m
DATUM	ZONA UTM	COORDENADAS	
		SUR	OESTE
WGS - 84	18	-6.487611	-76.351056
CROQUIS		IMAGEN REFERENCIAL	
			
DESCRIPCION: Infraestructura con 20 años de antigüedad aproximadamente			
FUENTE: Tesis de pregrado "Determinación de la deforestación entre los años 1986 y 2016 mediante técnicas de teledetección y SIG, distrito Sauce - Perú"			