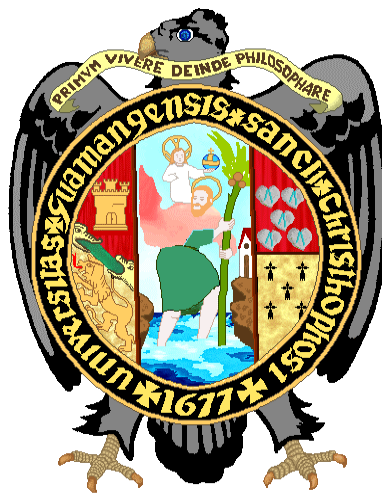


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**



**Análisis multitemporal (1990 - 2020) para la evaluación de  
la variación de la cobertura y uso del suelo de Kimbiri,  
Cusco - 2021.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGROFORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**Yeison Esmith, Santiago Huaman**

**Ayacucho - Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROFORESTAL**

**TESIS**

**Análisis multitemporal (1990 – 2020) para la evaluación de la variación de la  
cobertura y uso del suelo de Kimbiri, Cusco – 2021.**

Expedido : 06 de enero de 2023

Sustentado : 09 de febrero de 2023

Calificación : Muy bueno

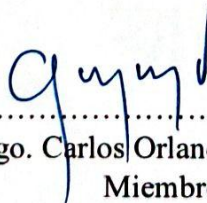
Jurados :



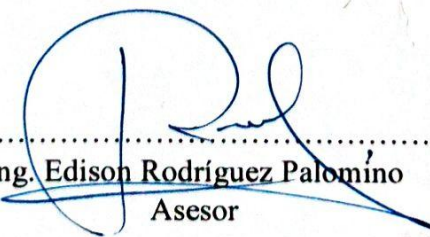
.....  
Dr. Raúl José Palomino Marcatoma  
Presidente



.....  
Dr. José Antonio Quispe Tenorio.  
Miembro



.....  
Blgo. Carlos Orlando Huayhua  
Miembro



.....  
Ing. Edison Rodríguez Palomino  
Asesor

## **DEDICATORIA**

*A Dios por darme la virtud y la fuerza de continuar frente a los problemas, y ser el camino correcto para mi superación.*

*A mis queridos padres por su sacrificio y amor, han sido mi inspiración para llegar a cumplir hoy un sueño más; por los valores, principios y enseñanzas que me han inculcado.*

*A mis queridos hermanos, quienes son mi motivo para seguir adelante, siempre llevo los buenos recuerdos en mi corazón y es ahí donde permanecerán siempre.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por permitirme ser parte de ti, de esta gran casa de estudio, mi alma máter.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, con especial cariño a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, a los docentes que forman parte de esta gran familia, quienes que con su sabiduría y conocimiento impulsaron en mi formación profesional.

Al Ing. Edison Palomino Rodríguez, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, por la orientación, asesoramiento y amistad durante el proceso de planteamiento y ejecución de la presente investigación.

A Geomática Ambiental, por haberme brindado cursos de alta especialización en temas de Sistema de Información Geográfica y Teledetección.

Al Ing. Julio Cesar Magne, por brindarme su amplio conocimiento en el manejo y gestión de base de datos geográficos en SIG y Teledetección, orientados a la gestión de Recursos Naturales.

A la Municipalidad Distrital de Kimbiri, por su colaboración y guía en la etapa de la obtención de información para la consolidación del informe final.



## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE GENERAL .....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>INDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>1. CAPITULO I.....</b>	<b>16</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
1.1. Análisis multitemporal .....	16
1.2. Teledetección .....	16
1.3. Teledetección aplicaciones forestales y agrícolas.....	17
1.4. Modelos de datos.....	18
1.4.1. Modelo vectorial .....	18
1.4.2. Modelo ráster .....	18
1.5. Sistemas de información geográfica .....	19
1.6. Aplicación de los sistemas de información geográfica .....	19
1.7. Principales sensores y productos.....	20
1.7.1. Ikonos.....	20
1.7.2. Spot – 5 .....	20
1.7.3. Quickbird .....	20
1.7.4. ASTER.....	20
1.7.5. RAPIDEYE.....	21
1.8. Programa Landsat.....	21
1.8.1. Landsat 8.....	23

1.8.2.	Usos de las bandas .....	25
1.8.3.	Principales combinaciones de bandas .....	26
1.9.	Resolución de un sistema sensor .....	27
1.9.1.	Resolución espacial.....	27
1.9.2.	Resolución espectral .....	27
1.9.3.	Resolución radiométrica .....	27
1.9.4.	Resolución temporal .....	28
1.10.	Imágenes satelitales.....	28
1.10.1.	Imagen multiespectral .....	28
1.10.2.	Imagen pancromática (PAN).....	28
1.10.3.	Imagen fusionada (PS) .....	29
1.11.	Clasificación de imágenes.....	29
1.11.1.	Clasificación supervisada.....	30
1.11.2.	Clasificación no supervisada.....	30
1.11.3.	Procesamiento digital .....	30
1.12.	Cambio de uso actual de las tierras .....	30
1.13.	Cobertura vegetal .....	31
1.14.	Cobertura del suelo .....	31
1.15.	Usos del suelo .....	31
1.16.	Bosque.....	32
1.17.	Deforestación .....	32
1.18.	Degradación forestal .....	32
1.19.	Software ArGIS.....	32
1.20.	Software ENVI.....	33
1.21.	Sistemas de coordenadas UTM.....	33
1.22.	Banda.....	33
1.23.	Radiación electromagnética .....	34
1.24.	Zonificación económica y ecológica.....	34
1.25.	Ordenamiento territorial.....	34

1.26. Métodos de clasificación.....	35
1.26.1. Clasificación por mínima distancia.....	35
1.26.2. Clasificación por paralelepípedos.....	35
1.26.3. Árboles de decisión.....	35
1.26.4. Clasificación por máxima verosimilitud.....	36
1.27. Pre procesamiento de imágenes satelitales.....	36
1.27.1. Corrección geométrica.....	36
1.27.2. Corrección radiométrica y atmosférica.....	36
1.28. Sistemas de clasificación de cobertura y uso.....	37
1.28.1. Sistema de clasificación de Ecosistemas Basado en Formaciones Vegetales.	37
1.28.2. Sistema de clasificación modificado de la UNESCO (MUC).....	37
1.28.3. Sistema de clasificación de la cobertura terrestre con el sistema Land Cover Classification System (LCCS).....	38
1.28.4. Sistema de clasificación de CORINE Land Cover (CLC).....	38
1.29. Tasas de cambio.....	42
1.30. Matriz de confusión.....	42
1.31. Índice de kappa.....	44
<b>2. CAPITULO II.....</b>	<b>46</b>
METODOLOGIA.....	46
2.1. Localización de la zona de estudio.....	46
2.1.1. Comunidades del distrito de Kimbiri.....	47
2.1.2. Accesibilidad.....	49
2.1.3. Temperatura y precipitación.....	49
2.1.4. Clima.....	50
2.1.5. Población demográfica.....	50
2.1.6. Población urbana y rural.....	50
2.1.7. Actividad agrícola.....	50

2.1.8.	Recursos Forestal.....	50
2.1.9.	Recurso suelo.....	51
2.1.10.	Recurso hídrico.....	52
2.1.11.	Recurso fauna.....	52
2.1.12.	Recurso flora.....	53
2.1.13.	Dimensión económica.....	53
2.1.14.	Vocaciones productivas del distrito de Kimbiri.....	54
2.1.15.	Problemas en el desarrollo económico y productivo.....	54
2.2.	Materiales y equipos.....	55
2.2.1.	Materiales.....	55
2.2.2.	Equipos.....	55
2.2.3.	Herramientas de Software”.....	55
2.3.	Problemas.....	56
2.3.1.	Proceso Metodológico.....	56
2.4.	Adquisición de imágenes satelitales.....	57
2.5.	Pre procesamiento de imágenes satelitales.....	58
2.5.1.	Corrección geométrica.....	58
2.5.1.	Corrección radiométrica – corrección atmosférica.....	58
2.5.2.	Fusión de bandas.....	60
2.5.3.	Combinación de bandas.....	60
2.5.4.	Corte de mosaico.....	60
2.6.	Procesamiento y generación de clases.....	60
2.6.1.	Fase de entrenamiento.....	60
2.6.2.	Fase de Asignación.....	61
2.7.	Tratamiento y edición.....	61
2.8.	Salida e inspección de campo.....	61
2.9.	Validación de resultados.....	62
2.9.1.	Método de muestreo.....	62

2.10. Análisis multitemporal para la evaluación de la cobertura y uso del suelo	62
<b>3. CAPITULO III.....</b>	<b>63</b>
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	63
3.1. Obtención de imágenes satelitales. ....	63
3.2. Corrección geométrica de la imagen.....	63
3.3. Corrección radiométrica y corrección atmosférica .....	64
3.4. Fusión de bandas .....	65
3.5. Corte de mosaico.....	65
3.6. Procesamiento y generación de categorías.....	66
3.6.1. Procesamiento y clasificación Landsat 5 año 1990 .....	66
3.6.2. Procesamiento y clasificación Landsat 8 año 2020 .....	68
3.7. Análisis de la cobertura y uso del suelo periodo 1990 - 2020. ....	70
3.7.1. Cobertura y uso del suelo año 1990.....	70
3.7.2. Cobertura y uso del suelo año 2020.....	72
3.8. Validación de resultados de la clasificación de 1990 y 2020.....	74
3.8.1. Validación de la clasificación de la cobertura y uso del suelo año 1990	74
3.8.2. Validación de la clasificación de la cobertura y uso del suelo año 2020	76
3.9. Análisis multitemporal de la cobertura y uso del suelo .....	77
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>92</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1.</b> Programa Landsat .....	22
<b>Tabla 1.2.</b> Bandas espectrales del programa Landsat 7 y Landsat 8.....	24
<b>Tabla 1.3.</b> Descripción de las bandas usos y aplicaciones. ....	25
<b>Tabla 1.4.</b> Combinación de bandas para el análisis según estudio. ....	26
<b>Tabla 1.5.</b> Sistema de Clasificación UNESCO .....	37
<b>Tabla 1.6.</b> Sistema de Clasificación CORINE LAnd Cover .....	39
<b>Tabla 1.7.</b> Tabla matriz de confusión.....	43
<b>Tabla 1.8.</b> Índice de Kappa - Grado de confiabilidad .....	45
<b>Tabla 2.1</b> Ubicación política del distrito de Kimbiri .....	476
<b>Tabla 2.2</b> Centros Poblados del Distrito de Kimbiri.....	47
<b>Tabla 2.3</b> Rutas de accesibilidad a Kimbiri .....	49
<b>Tabla 2.4.</b> Cobertura y uso del suelo año 1990.....	499
<b>Tabla 2.5</b> Redes hidrográficas principales - Kimbiri .....	52
<b>Tabla 2.6</b> Obtención de imágenes satelitales .....	57
<b>Tabla 3.1</b> Clasificación de la cobertura y uso a nivel 3 para el año 1990.....	66
<b>Tabla 3.2</b> Clasificación de la cobertura y uso a nivel 3 para el año 2020.....	68
<b>Tabla 3.3</b> Cobertura y uso del suelo identificada año 1990.....	70
<b>Tabla 3.4</b> Cobertura y uso del suelo identificado 2020 .....	72
<b>Tabla 3.5</b> Matriz de confusión 1990 .....	74
<b>Tabla 3.6</b> Tabla de concordancia para el año 1990.....	75
<b>Tabla 3.7</b> Matriz de confusión 2020 .....	76
<b>Tabla 3.8</b> Tabla de concordancia para el año 2020.....	77
<b>Tabla 3.9</b> Variación por tipo de superficie y uso .....	74
<b>Tabla 3.10</b> Tasa anual de cambio por cobertura y uso del suelo .....	75
<b>Tabla 3.11</b> Cambio dinámico de la cobertura y uso del suelo. ....	77
<b>Tabla 3.12</b> Cambio total de la cobertura y uso del suelo de 1990 a 2020 .....	78

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Elementos de la percepción remota o teledetección.....	17
<b>Figura 1.2.</b> Representación modelo vectorial GIS.....	18
<b>Figura 1.3.</b> Modelo ráster, representación matriz de celdas .....	19
<b>Figura 1.4.</b> Bandas espectrales del programa Landsat.....	23
<b>Figura 1.5.</b> Fusión de imágenes multiespectrales .....	29
<b>Figura 1.6.</b> Espectro electromagnético .....	34
<b>Figura 2.1.</b> Mapa de ubicación del área de estudio.....	47
<b>Figura 2.2.</b> Automatización del proceso de corrección <i>radiométrica - atmosférica</i> ..59	
<b>Figura 2.3.</b> Automatización del proceso de corrección radiométrica - atmosférica ..59	
<b>Figura 3.1</b> Obtención de imágenes satelitales periodo 1990 - 2020 .....	63
<b>Figura 3.2.</b> Corrección geométrica al datúm WGS 84 zona 18 sur .....	64
<b>Figura 3.3.</b> Proceso de corrección radiancia a reflectancia .....	64
<b>Figura 3.4.</b> Fusión de bandas para mejorar la resolución espacial a 15 m .....	65
<b>Figura 3.5.</b> Corte según al área del distrito de Kimbiri .....	65
<b>Figura 3.6.</b> Clasificación supervisada con el algoritmo Máxima verosimilitud .....	67
<b>Figura 3.7.</b> Clasificación y edición de la cobertura y uso del suelo año 1990.....	67
<b>Figura 3.8.</b> Clasificación supervisada con el algoritmo Máxima verosimilitud .....	69
<b>Figura 3.9.</b> Clasificación y edición de la cobertura y uso del suelo año 2020.....	69
<b>Figura 3.10.</b> Porcentaje de cobertura y uso del suelo 1990. ....	71
<b>Figura 3.11.</b> Porcentaje de cobertura y uso del suelo 2020. ....	73
<b>Figura 3.12.</b> Variación de superficie de coberturas y uso del suelo. ....	80

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Adquisición de imágenes satelitales Landsat 1990 – 2020 .....	92
Anexo 2. Proceso de georeferenciamiento de las imágenes Landsat .....	93
Anexo 3. Procesamiento Digital de las Imágenes satelitales .....	94
Anexo 4. Agrupamiento y edición de imágenes satelitales. ....	96
Anexo 5. Automatización para proceso de corrección de radiancia a reflectancia .....	98
Anexo 6. Clasificación de la cobertura y uso de suelo de Kimbiri ( 1990- 2020).....	99
Anexo 7. Matriz de contingencia y cálculo del coeficiente de Kappa.....	100
Anexo 8. Salida al campo toma de muestras .....	102
Anexo 9. Ficha de campo de identificación de cobertura.....	102
Anexo 10. Metadatos de las imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8 .....	110
Anexo 11 Muestras para la validación de la clasificación .....	116
Anexo 12. Clasificación de cobertura y uso del suelo en el distrito de Kimbiri .....	121
Anexo 13. Mapas temáticos de la cobertura y uso del suelo .....	128



## RESUMEN

El distrito de Kimbiri se ubica margen derecha del Río Apurímac, con una superficie de 79086.86 ha, cuenta con 8 centros poblados y una población de 15962 habitantes, ubicada en selva alta con un clima tropical; a pesar de ser uno de los distritos más importantes del VRAEM no cuenta con planes y/o instrumentos de planificación bien establecidos lo que ha desencadenado un crecimiento urbano – rural desordenado, del mismo modo, el crecimiento de sistemas productivos sin el control adecuado viene siendo una amenaza para la biodiversidad; por tal razón la presente investigación tiene por objetivo realizar el análisis multitemporal periodo 1990 - 2020 para evaluar los cambios ocurridos en la cobertura y uso del suelo, en base a la leyenda de CORINE Land Cover, para ello se utilizó la técnica de teledetección, con la adquisición de imágenes satelitales de la plataforma Landsat, misma que fueron corregidas previamente (geométrica, radiométrica y atmosférica), se empleó el Software ArcGIS para el procesamiento de información y consistió en tres fases (entrenamiento, asignación y verificación) el tipo de clasificación supervisada con algoritmo de máxima probabilidad y para la validación se utilizó la matriz de confusión y el índice de Kappa. Los resultados indicaron la categorización de 14 clases alcanzando hasta nivel 3 de detalle, y el grado de concordancia de la clasificación mostraron resultados eficientes con un coeficiente de kappa 0.71 para el año 1990 y un 0.81 para el año 2020, finalmente se realizó el análisis multitemporal donde se pudo identificar que el bosque denso sufrió mayor variación con tasa anual de cambio -0.30 %, seguidamente del bosque fragmentado con tasa de -1.81 %; por otro lado, se observó el aumento de la clase mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales con una tasa 3.12 %; seguidamente mosaico de pastos y cultivos con 4.39 %.

Palabras Clave: análisis multitemporal, clasificación supervisada, teledetección, imagen satelital, cobertura del suelo.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques y los árboles contribuyen de manera decisiva al planeta como a los seres humanos al mantener y conservar los diversos medios de vida, al suministrar aire y agua pura, la biodiversidad y mitigar al proceso del cambio climático, del mismo modo, ofrecen cantidades de producto y servicios que impulsa al desarrollo socioeconómico de un país (FAO, 2018).

A medida que la población humana siga en crecimiento y aumente la demanda de alimentos y tierras, la extensión de la cobertura de bosques en el mundo continúa reduciendo. La globalización en todos los países, ha hecho que las personas estén informadas sobre la existencia y efectos de diversos fenómenos naturales, como los incendios forestales, inundaciones, erosión, desforestación y el crecimiento acelerado de la población entre otros (Martinez & Pilar, 2010).

A nivel mundial, el Perú es uno de los diez países que cuenta con mayor cobertura de bosques, y segundo con mayor cobertura forestal en América Latina y cuarto en bosques tropicales. En el contexto nacional, los bosques ocupan más de la mitad de territorio (57.3%), siendo la región de la Amazonía con mayor cobertura forestal. Si bien los bosques acogen una gran diversidad de flora y fauna y sobre todo proveen de servicios ecosistémicos muy valiosos para el desarrollo de diversas actividades económicas y el bien estar de la población, en la actualidad, nos confrontamos a un aprovechamiento y sobreexplotación inadecuada de recursos, logrando la degradación como resultado cambios de la cobertura y uso de la tierra (Ministerio del Ambiente, 2021).

Entre las causas principales de la pérdida de la cobertura vegetal son la agricultura y la ganadería con un 81 – 93 %, la minería y los cultivos ilegales e ilícitos son parte de

las cusas directas. Además, las inadecuadas prácticas de extracción de madera y la tala desmesurada (Ministerio de Agricultura, 2015).

El Perú cuenta con 72 083 263 ha de superficie de bosques, de los cuales en la región de la Amazonía cuenta con más de 68 millones de hectáreas, representando así aun aproximado de 94.6% de bosques del país, mientras que el 3.7 millones de hectáreas de bosques se ubican en la costa en 5.1% y 0.22 millones de hectáreas de bosques en la sierra en 0.31% (SERFOR, 2021).

El valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro - VRAEM, es un área geográfica del Perú con una economía principalmente agropecuaria y mínimamente diversificada, y sobre todo sometida por los cultivos de cacao, café y sobre todo la hoja de coca (Mendoza & Leyva, 2017).

El 27 de marzo de 2017, la directora de – DEVIDA declaro que el Perú tiene un aproximado de 55 mil hectáreas cultivadas de la hoja de coca, superando las 40 mil hectáreas reportadas en el último informe de Monitoreo de Cultivos de Coca (Devida 2017 citada en Alvarez, 2018).

La pérdida de bosques en el departamento de cusco se registra un 9643 ha al 2018, cantidad que resulta un 21% menor con respecto al 2017 (12181 ha). La superficie de bosque, restante al 2018, es de 3 063 940 ha lo que representa un 42.5% del territorio. La pérdida anual de bosques en el periodo de 2001 y 2018 el promedio es de 4636 ha; en este mismo periodo, se ha registrado la pérdida de bosques un total de 83440 ha, sobre todo en las provincias de Quispicnachi, Paucartambo y La Convención. Además, cinco distritos con mayor pérdida de bosques y son: Echarati, Megantoni, Camanti, Pichari y Kimbiri (Ministerio del Ambiente, 2018).

El cultivo de coca como monocultivo están destruyendo rápidamente estos valiosos recursos naturales. Con respecto al cultivo de coca, la ex INRENA indicó que este cultivo es la responsable de la deforestación de más 2.3 millones de hectáreas de bosque en el Perú, equivalente a un aproximado de la cuarta parte de toda la deforestación en el país (Fundación Manuel J. Bustamente De la Fuente, 2010).

Las actividades antrópicas en el distrito de Kimbiri, se ha convertido en una preocupación por la pérdida de la cobertura del suelo, generando un gran desequilibrio

en el ecosistema, afectando así a los diferentes componentes ambientales y ocasionando consecuencias económicas y sociales negativas.

El conocimiento de la cobertura es un foco de la investigación de la evaluación y gestión adecuada de recursos naturales, mediante el uso de imágenes satelitales, estas a través de las imágenes multiespectrales que ofrecen son usadas ampliamente, para gestionar, administrar, evaluar, analizar y monitorear el estado de cobertura vegetal a nivel nacional, regional y local. Para ello se debe categorizar y agrupar información cartográfica para áreas con características particulares (Muñoz, 2013).

Es importante realizar un comparativo multitemporal de la cobertura y uso del suelo y es un tema de mucha importancia en el ámbito, investigativo, académico y social, por la implicancia que tienen en el ordenamiento y gestión territorial, y su conocimiento conlleva a la prevención y mitigación de efectos propios de la naturaleza y de la actividad antrópica, y sobre todo en la toma de decisiones que involucre al aprovechamiento sostenible de los recursos y la conservación de la biodiversidad. En este contexto, el distrito de Kimbiri no cuenta con estudios de clasificación de la cobertura y uso del suelo, lo que dificulta la implementación e incorporación de instrumentos para el adecuado manejo y ordenamiento de recursos.

Por las razones expuestas anteriormente, para el presente estudio se plantea los siguientes objetivos:

#### Objetivo general

Realizar el análisis multitemporal para la evaluación de la variación de la cobertura y uso del suelo en el periodo 1990 – 2020, kimбири – Cusco.

#### Objetivo específico

1. Realizar el análisis de imágenes satelitales para la identificación de la variación de la cobertura y uso del suelo para el periodo 1990 - 2020.
2. Calcular el índice de Kappa para validar la clasificación de la cobertura y uso del suelo a partir de las imágenes satelitales clasificadas.
3. Realizar el análisis multitemporal de la variación de la cobertura y uso del suelo para el periodo de 1990 – 2020.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Análisis multitemporal**

La aplicación de un estudio multitemporal son análisis que se llevan cabo de información geoespeacial, proceso por el cual se realiza la comparación de cobertura interpretadas en imágenes satelitales, ortofotografías o mapas en diferentes periodos de la misma zona. De modo que, evalúa los cambios de la superficie y/o cobertura que han sido previamente clasificadas, analizando la variación de la superficie natural o la repercusión que pudiera tener la actividad huamana sobre ellas. En este sentido un analisis multitemporal realizada sobre una superficie determina el cambio del uso (Chuvienco, 1990).

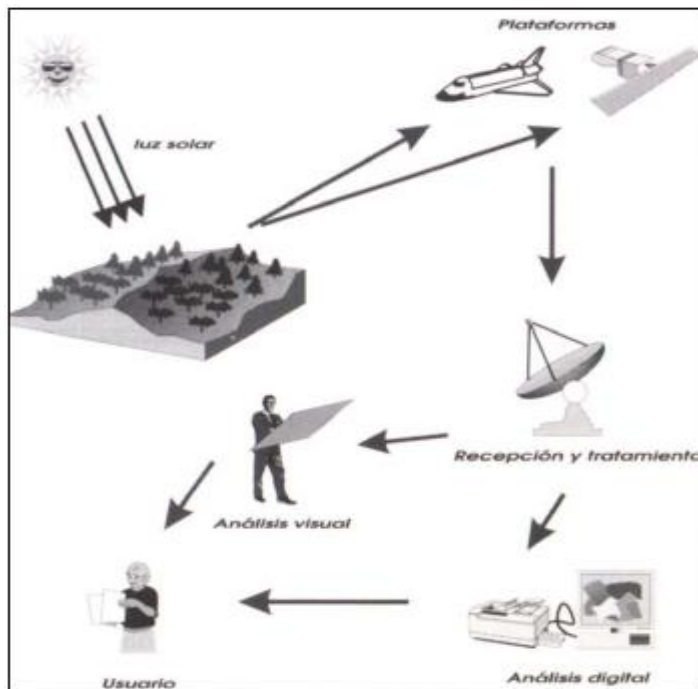
Del mismo modo Pinilla (1995) citada por Gonzales (2018) concuerda que la metodología del análisis multitemporal, es un propceso de análisis que proporciona resultados diferenciados con relación a la variacion espacial de una región de estudio, además implica que la información obtenida en diferentes fecha y tiene que, covertirse en grupo de datos únicos.

#### **1.2. Teledetección**

La percepción remota se origina gracias a la interacción de la energía electromagnética. Comprendida como una técnica porque tiene el objeto del proceso de captura, almacenamiento, procesamiento y análisis de imágenes satelitales las cuales son tomadas desde una plataforma satelital; es todo método o técnica de obtención de información sin la necesidad de tener contacto directo con ella (Perez & Muñoz, 2006).

**Figura 1.1.**

*Elementos de la percepción remota o teledetección*



*Nota.* Se presenta los componentes principales de un sistema de teledetección.

Fuente: Perez & Muñoz (2006).

### **1.3. Teledetección aplicaciones forestales y agrícolas**

Según Perez & Muñoz (2006) indica que en la actualidad existe múltiples aplicaciones de la teledetección o conocido como percepción remota en diversas ramas de la ingeniería; siendo, tal vez, las más importante el análisis de la cobertura vegetal, de cuales se menciona algunas:

- Inventarios de recursos insumos de estudios de EIA
- Cartografía aplicada a la geología
- Estimación de modelos de escorrentía y erosión.
- Medidas de aguas superficiales y humedales.
- Predicción de rendimiento de cultivos.
- Análisis de la biomasa forestal
- Gestión y manejo en sistemas catastrales.
- Análisis de índices de – NDVI
- Cartografía en la evaluación del uso del suelo.

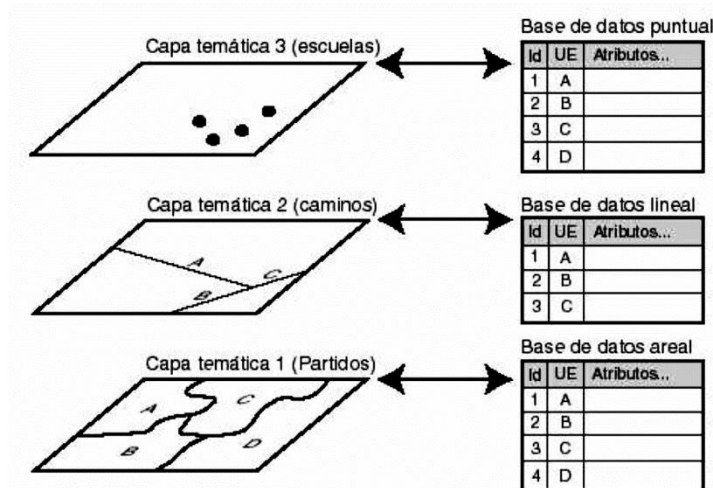
## 1.4. Modelos de datos

### 1.4.1. Modelo vectorial

El modelo de datos vectoriales se fundamenta en el supuesto de que la superficie se compone de objetos cartográficos vectoriales representadas en árboles, ríos, lagunas, etc (ESRI, 2010 citado por Franz et al. 2017). La forma de estas entidades, ésta modeliza el espacio geográfica de la superficie a través de figura geométricas que contienen informacion alfanumérica. Estas figuras geométricas son de tres: polígono, línea y puntos (Olaya, 2014).

**Figura 1.2.**

*Representación modelo vectorial GIS*



*Nota.* Representación en puntos, líneas y polígonos en capas temáticas. Fuente: Gustavo (2013).

### 1.4.2. Modelo ráster

Sobre este modelo, Franz et al. (2017) afirma que la estructura de un ráster se concentra en una matriz de celdas y se representada columnas y filas, más conocidas como pixeles, cada celda y/o pixel puede almacenar datos de una variable información de temperatura, precipitación, ph, humedad relativa, elevación, radiación solar y otros.

En términos técnicos un modelo ráster contiene información digital, en el cual almacena información en niveles digitales obtenidas de la superficie terrestre.

**Figura 1.3.**

*Modelo ráster, representación matriz de celdas*



*Nota.* Representación de un ráster en píxeles. Fuente Gustavo (2013).

### **1.5. Sistemas de información geográfica**

Según Olmos (2010) los SIG es una integración organizada y sistematizada de hardware y software, información geográficos y personal, diseñadas para capturar, almacenar, analizar, procesar, modelar y representar en sus diversas formas la información georeferenciada con el fin de obter la toma de desiciones adecuadas para resolver en forma conjunta los problemas en lo que respecta a la planificación, ordenamiento y gestión territorial.

### **1.6. Aplicación de los sistemas de información geográfica**

Miranda (2010) citado por Vasquez (2010) explica la aplicación de los SIG en sus diversas ciencias:

- Científico: desarrollo de modelos empíricos, modelización cartográfica y modelos dinámicos.
- Gestión: sistematización de la cartografía, catastro multipropósito, planificación territorial, ordenamiento territorial, estudios de impacto ambiental, evaluación de recursos y otros.
- Empresarial: marketing, táctica de repartición y óptima localización.

La aplicación de los SIG en la actualidad es muy recurrente en el análisis gestión del territorio; y sobre todo, en la toma de decisiones para el ordenamiento y gestión del territorio de un estado.



## **1.7. Principales sensores y productos**

### **1.7.1. Ikonos**

Fue lanzado el 24 de setiembre del año 1999, sus imágenes fueron comercializados en 1 de enero de 2000. Este satélite gira alrededor de la tierra en una órbita heliosíncrona a una altura de 681km. Además, fue uno de los satélites en proporcionar imágenes satelitales de muy alta resolución espacial, con un metro de resolución en la pancromática y cuatro metros en la multiespectral, haciendo que éste satélite marcara un hito en la historia de la teledetección (Labrador, Evora & Arbelo 2012).

### **1.7.2. Spot – 5**

El Systeme Probatoire d'Observation de la Terre, es un programa francés más conocido como SPOT, fue desarrollado por la Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) y aprobada en 1978 con la cooperación de Bélgica y Suecia, lo que ha generado fruto con el lanzamiento de 5 satélites hasta la actualidad. El SPOT-1, primer satélite, fue lanzado el 22 de febrero en 1986, y orbita a una altura de 822 km. Y hasta el momento se mantienen operativos el SPOT-4, SPOT-5, lanzados en 1998 y 2002 respectivamente. El inicio de este programa, en su momento, representó un avance tecnológico en la observación de la tierra al producir imágenes con muy buena resolución de 10 metros / pixel (Labrador, Evora & Arbelo 2012).

### **1.7.3. Quickbird**

Operado y gestionado por la corporación de DigitalGlobe de Estados Unidos, éste satélite presenta una alta resolución espacial y fue lanzado el 20 de noviembre de 2000, sin embargo, no consiguió ponerse en órbita. De modo que, en el año 2001 el actual satélite fue lanzado exitosamente situándose en una órbita a 40 km de altura. Las imágenes satelitales que presenta este programa tienen una resolución espacial de 2.44 metros / pixel en multiespectral y 0.61 metros / pixel en la pancromática; utilizados para estudios que presentan niveles muy detallados adecuadas para la gestión y manejo de recursos naturales (Labrador, Evora & Arbelo 2012).

### **1.7.4. ASTER**

Son capturadas por el satélite Terra y poseen 14 bandas espectrales. Además, tiene incorporado 2 bandas estereoscópicas lo que permite originar modelos digitales de

elevación. Los ASTER cuentan con tres subsistemas: VNIR, SWIR Y TIR éstas presentan características particulares tales como: tres bandas en la región espectral visible e infrarrojo cercano con 15 metros de resolución espacial; 6 bandas en la región espectral del infrarrojo de onda corta con 30 metros de resolución espacial y por último 5 bandas en el infrarrojo térmico con 90 metros de resolución espacial. Estas imágenes ASTER sus principales aplicaciones se basan en el análisis de la cobertura y uso del suelo, en los cuerpos hídricos, la geología, la calidad de la vegetación a través del cálculo de los índices (ERSDAC, 2001) citado por (Sanchez Jara, 2012).

#### **1.7.5. RAPIDEYE**

Compañía alemana, proveedora de información geoespacial. Es una constelación desarrollada por cinco satélites comerciales propiedad del RapidEye AG. Fueron lanzado en órbita en 2008 del 29 de agosto, tiene una órbita de una altura de 360 km sobre la superficie. En grupo, los 5 satélites, con competentes en cubrir una superficie de 4 millones de km<sup>2</sup> por día, equivalente a 8 veces la superficie del estado español. Su sensor tiene un ancho de 77 km; al carecer de un sensor pancromático no permite obtener imágenes fusionadas con alto resolución espacial lo que es una limitante para el análisis (Labrador, Evora & Arbelo 2012).

#### **1.8. Programa Landsat**

Alexander (2013) menciona que el programa Landsat fue lanzado en 1972, y fue uno de los primeros satélites en ser lanzado en la órbita de la tierra, sin embargo, antes de su lanzamiento la idea de emplear información satelital y generar cartografía de la superficie terrestre era solo un concepto visionario. Actualmente el programa Landsat son gestionadas en coordinación por la NASA y el Servicio Geológico de Estados Unidos y conllevan una serie de misiones. La evolución de este programa se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 1.1.***Programa Landsat*

<b>Satélite</b>	<b>Lanzamiento</b>	<b>Notas</b>
Landsat 1	1972	Primero de la serie, se llamó originalmente Earth Resources Technology Satellite 1. Estuvo activo durante casi tres años y fue operado por la NASA. Incorporaba un escáner multiespectral (MSS) de cuatro canales.
Landsat 2	1975	De características similares a Landsat 1 y estuvo activo por cerca de 7 años. Operado por la NASA.
Landsat 3	1978	Tenía el mismo diseño de Landsat 2, estuvo activo por unos 5 años y fue operado por la NASA. A diferencia de sus antecesores incluyó además un sensor en una banda térmica pero este instrumento falló al poco tiempo del despliegue del satélite.
Landsat 4	1982	Operado por Earth Observation Satellite Company (EOSAT) Fue el primero en incluir un sensor Thematic Mapper de 7 bandas, una de estas termal.
Landsat 5	1984	Idéntico a Landsat 4. Fue operado por EOSAT y posee el record como el satélite de observación terrestre de mayor tiempo de actividad en la historia con 29 años de servicio. Transmitió más de 2,5 millones de imágenes.
Landsat 6	1993	Fue lanzado el 5 de octubre de 1993 pero no alcanzó su órbita.
Landsat 7	1999	Incluye una banda en pancromático con 15m de resolución espacial. Aún está activo pero la calidad de sus imágenes bajo al ocurrir una falla en el Scan Line Corrector (SLC) en mayo de 2003 que provoca que se pierdan líneas de escaneo que suman un 22% de cada escena.
Landsat 8	2013	Activo desde febrero de 2013. Incorpora dos sensores: por una parte, el Operational Land Imager (OLI) con 9 bandas que incluyen una pancromática y, por otro, (TIRS) con dos bandas.
Landsat 9	2020	Lanzamiento tentativo para diciembre de 2020. Lo construirá la NASA y sus datos serán administrados por el USGS.

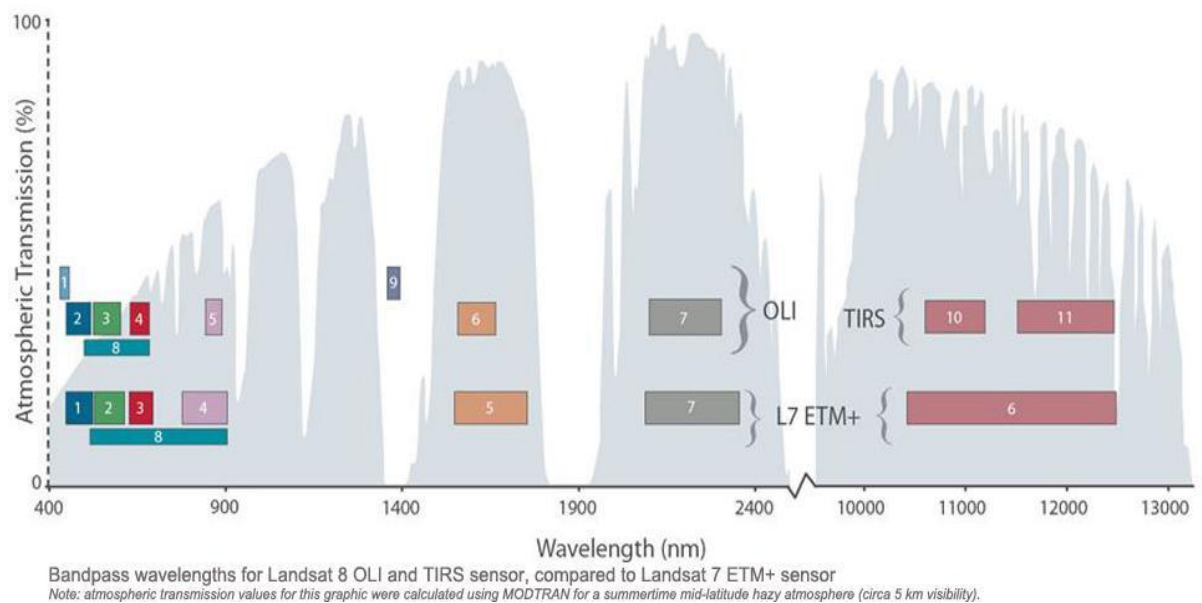
*Nota.* Lanzamientos del programa Landsat. Fuente: Franco (2017).

### 1.8.1. Landsat 8

Alexander (2013) menciona que la plataforma Landsat 8 lleva dos instrumentos de escaneo: el Operational Earth Imager (OLI) y un sensor de calor infrarrojo llamado Thermal Infrared Sensor (TIRS). Las bandas espectrales del sensor OLI son similares a las del sensor Landsat 7 ETM+, pero son una mejora con respecto a los instrumentos anteriores de la misión Landsat con la adición de dos nuevas bandas espectrales: el canal visible azul profundo (banda 1), que está especialmente orientado para cuerpos de agua e investigación en zonas costeras, así como un nuevo canal infrarrojo (banda 9) para detección de cirrus. Además, cada producto de datos generado incluye una nueva banda de control de calidad. Proporciona información más detallada sobre elementos como las nubes, el agua y la nieve. Del mismo modo, los sensores TIRS recogen dos bandas espectrales de longitudes de onda contenidas en la misma banda en sensores TM y ETM anteriores.

**Figura 1.4.**

*Bandas espectrales del programa Landsat*



*Nota.* Bandas espectrales. Fuente Nelli (2016).

La siguiente tabla (ver tabla 1.4.) Franco (2017) muestra información paralela y detallada de las bandas espectrales de los sensores ETM+ de Landsat 7 y OLI –TIRS de Landsat 8. Se muestra la toponimia de la banda, rango de ancho de banda ( $\mu\text{m}$ ) y con resolución espacial (m).

**Tabla 1.2.***Bandas espectrales del programa Landsat 7 y Landsat 8*

LANDSAT 7 ETM+			LANDSAT 8 OLI TIRS		
Banda	Ancho (µm)	Resolución	Banda	Ancho (µm)	Resolución
			Banda Coastal	1 0.435-0.451	30 m
Banda Blue	1 0.441-0.5114	30 m	Banda Blue	2 0.452-0.512	30 m
Banda Green	2 0.519-0.601	30 m	Banda Green	3 0.533-0.590	30 m
Banda Red	3 0.631-0.692	30 m	Banda 4 Red	0.636-0.673	30 m
Banda NIR	4 0.772-0.898	30 m	Banda 5 NIR	0.851-0.879	30 m
Banda SWIR 1	5 1.547-1.749	30 m	Banda SWIR 1	6 1.566-1.651	30 m
Banda SWIR 1	5 1.547-1.749	30 m	Banda SWIR 2	7 2.107-2.294	30 m
Banda 8 Pan	0.515-0.896	15 m	Banda 8 Pan	0.503-0.676	15 m
			Banda Cirrus	9 1.363-1.384	30 m
Banda TIR	6 10.31-12.36	60 m	Banda TIRS 1	10 10.60-11.19	100 m
			Banda TIRS 2	11 11.50-12.51	100 m

*Nota.* Bandas espectrales del programa Landsat. Fuente: Franco (2017)

### 1.8.2. Usos de las bandas

Menciona Franco (2017) que según las imágenes capturadas por medio de los sensores en cada banda presentará una apariencia diferente según la presencia de coberturas. A continuación, en la tabla siguiente se presenta usos y ventajas de cada banda espectral:

**Tabla 1.3.**

*Descripción de las bandas usos y aplicaciones.*

<b>Banda el Landsat 8</b>	<b>Aplicación principal / descripción</b>
Banda 1 Coastal	Para mapeo de costas y estudios de aerosol.
Banda 2 Blue	Útil para mapeo batimétrico, delimitar costas, diferenciar suelo de vegetación, diferenciar coníferas de latifoliadas, detección de rasgos urbanos, vías y construcciones.
Banda 3 Green	Empleada para discriminar sedimentos en suspensión, evaluar vigor de las plantas por la alta reflectancia de la vegetación verde y sana, delinear aguas poco profundas, rasgos urbanos y de infraestructura.
Banda 4 Red	Permite un mayor contraste de áreas con y sin vegetación, discriminar gradientes de vegetación, delimitar áreas urbanas y áreas agrícolas.
Banda 5 NIR	Útil para el cálculo de biomasa de vegetación, delimitar costas, para diferenciación suelos-cultivos y suelos agua, para geomorfología, suelos y geología.
Banda 6 SWIR 1	Se alcanzan a penetrar nubes delgadas. Es útil para discriminar contenido de humedad en los suelos y la vegetación, diferenciar entre nubes, nieve y hielo.
Banda 7 SWIR 2	Útil para discriminar tipos de rocas, para estudios de suelos y mejora la determinación de contenidos de humedad en suelos y vegetación
Banda 8 Pan	Es una imagen sensible a todo el espectro visible y más afinada en tanto su resolución es de 15m
Banda 9 Cirrus	Ofrece una mejora en la detección de nubes cirrus.

Banda 10 TIRS 1	Útil para mapeo termal y estimación de humedad del suelo.
Banda 11 TIRS 2	Mapeo termal mejorado y estimación de humedad del suelo.

*Nota.* Descripción y uso de las bandas. Fuente: Franco (2017).

### 1.8.3. Principales combinaciones de bandas

Una composición satelital Landsat 8 según Franco (2017) es la composición y combinación de 3 bandas espectrales diferentes del sensor, lo que reflejan en proyección de pantalla: RED (R), GREEN (G) y BLUE (B) como resultado imágenes de color. En la siguiente tabla presenta algunas combinaciones más usadas:

**Tabla 1.4.**

*Combinación de bandas para el análisis según estudio.*

Combinación	
RGB en Landsat	Aplicación principal / descripción
8	
431	Batimetría Permite destacar objetos en cuerpos de agua
432	Color natural Es una composición que se aproxima al color real de las coberturas ante la vista humana. Su equivalente en landsat 7 es la combinación 321
543	Infrarrojo color Esta combinación da como resultado una imagen muy similar a la tradicional fotografía aérea infrarrojo color. Es útil para estudios de vegetación, patrones de suelos, crecimientos de cultivos y monitoreo de drenajes. La vegetación saludable tiende a una apariencia rojo brillante.
562	Combinación útil para distinguir vegetación saludable
564	Combinación útil para diferenciar tierra / agua y para destacar áreas de bosque.
652	agricultura
654	Análisis de vegetación

---

742	Geología
	Permite destacar elementos geológicos
753	Natural con remoción atmosférica
754	Combinación de infrarrojos
764	Permite destacar formaciones rocosas. También útil para distinguir áreas urbanas
765	Penetración atmosférica
	Debido a que no incorpora bandas del espectro visible esta combinación reduce las influencias atmosféricas en la imagen. Es útil para los estudios geológicos, así como para el análisis de humedad en suelos.

---

*Nota.* Combinaciones de bandas del Landsat 8. Fuente: Franco (2017).

## **1.9. Resolución de un sistema sensor**

### **1.9.1. Resolución espacial**

La resolución espacial, está representada por un pixel, unidad mínima de una imagen satelital, es una medida de la distancia angular más pequeña que puede capturar un sensor remoto de la cobertura de la tierra. La resolución espacial de un sensor se expresa en metros, si la resolución es mayor la calidad de la imagen será mejor, es decir, el pixel representa una menor superficie sobre la imagen (Labrador, Evora & Arbelo 2012).

### **1.9.2. Resolución espectral**

Para Reuter (2009) indica el número y ancho de bandas espectrales que el sensor puede distinguir. Un sensor es más adecuado si proporciona un gran número de bandas, ya que facilita la caracterización espectral de diferentes superficies. Al mismo tiempo, estas bandas deben ser lo suficientemente estrecha para capturar señales en las regiones coherentes del espectro.

### **1.9.3. Resolución radiométrica**

La resolución radiométrica es la sensibilidad que tiene un sensor para detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe, es decir, discriminar las radiaciones



que capta. Si la precisión radiométrica es mayor la interpretación será mejor. El nivel de grises de una imagen satelital está definido por la siguiente ecuación:  $2^n = \text{Número de niveles de Grises}$ , donde  $n$  es el número de bits que presenta la imagen. Los sensores empleados típicamente ofrecen una resolución radiométrica desde 1 bits hasta 8 bits, lo que indica valores que pueden variar entre 2-255 niveles digitales (Sanchez, 2012).

#### **1.9.4. Resolución temporal**

Menciona Labradoro, Evora & Arbelo (2012) que la resolución temporal de un sensor principalmente va a depender de 3 factores: capacidad de reorientación del sensor a ambos lados de la línea de paso del satélite, del ancho de barrido y de la latitud, ya que, en el caso de órbitas cuasi polares, mayor latitud, menor periodo de revisita. Asimismo, para Fernández (2001) explica que la resolución temporal de un sensor mide el tiempo que pasa sobre la superficie hasta pasar por la misma superficie en distinto fecha.

#### **1.10. Imágenes satelitales**

Las imágenes satelitales tienen un papel trascendental en la elaboración cartográfica de mapas y planos, en la obtención y visualización de datos en los sistemas de información geográfica, la función vital es de proporcionar información espacial sobre la cobertura que definen la topografía y relieve, infraestructuras consolidadas como redes viales, canales, represas; cobertura del suelo y cobertura vegetal; redes hidrográficas; características físicas de un territorio (Ministerio del Ambiente, 2014).

##### **1.10.1. Imagen multiespectral**

Estas imágenes agrupan varios valores numéricos a cada píxel, determinará la capacidad de la detección del sensor de las bandas espectrales. Es decir, cuanto más es el número de bandas que proporciona el sensor, la capacidad de análisis será mayor de los componentes que presenta la imagen. Este tipo de imágenes es el producto más importante que ofrece una plataforma satelital, ya que proporciona la firma espectral de las clases de una imagen (Labrador, Evora & Arbelo 2012).

##### **1.10.2. Imagen pancromática (PAN)**

Dispone de una banda espectral integrada comúnmente gran parte del espectro visible e inicio del infrarrojo, generando como efecto una imagen que habitualmente se

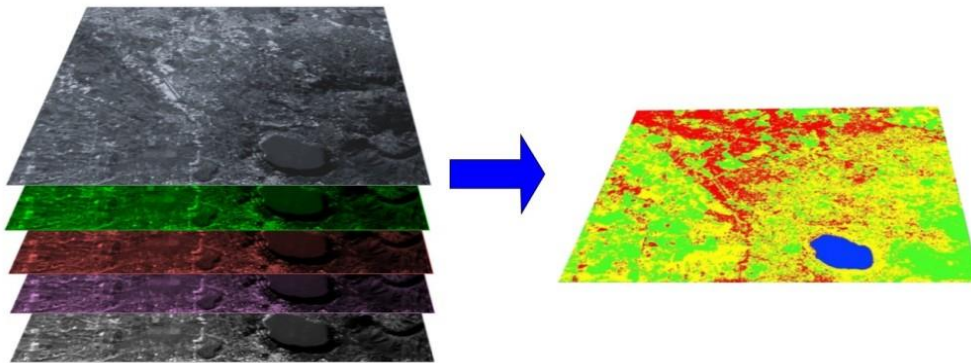
caracteriza por presentarse a una escala de grises. Tiene la primacía de tener mayor resolución espacial a diferencia de las multiespectrales que proporciona el mismo satélite (Labrador, Evora & Arbelo 2012).

### 1.10.3. Imagen fusionada (PS)

Aclara Labrador, Evora & Arbelo (2012) que este tipo de imagen se logra a través de la fusión de una imagen multiespectral con una pancromática. Conocida como pan-sharpened, este radica en asignar a cada pixel de la imagen pancromática los valores procedentes de un algoritmo que combina la imagen pancromática con la multiespectral. Obteniendo como resultado una imagen multiespectral fusionada con

#### *Figura 1.5.*

*Fusión de imágenes multiespectrales*



la pancromática de muy alta resolución.

*Nota.* Fusión de imágenes (Bandas) y como producto una imagen multiespectral.  
Fuente: (Congedo, 2017).

### 1.11. Clasificación de imágenes

El objetivo de la clasificación de imágenes satelitales es asignar o categorizar de manera sistematizada a los píxeles a diversas clases o datos temáticos, esta técnica posibilita la transformación de imágenes crudas (ortofotografía, imágenes de satélite, otros.) en información cartográfico o mapas temáticos que demostraran datos para el análisis de cobertura. Existen dos técnicas diferenciadas para clasificar y su aplicación dependerá del estudio (Perez & Muñoz, 2006).

### **1.11.1. Clasificación supervisada**

Explica Monterroso (s.f.) que las clasificaciones tipo supervisadas es determinante tener conocimiento del ámbito de estudio, es decir, la participación constante del técnico que este procesando la clasificación de la imagen satelital, en este caso, en analista tiene la función de programar al software lo que debe ejecutar en cada proceso (este proceso comprende la aplicación de las etapas de entrenamiento, asignación y validación con el empleo de un algoritmo de clasificación), a partir de la definición de unas zonas de entrenamiento con conocimiento a priori por superficie.

### **1.11.2. Clasificación no supervisada**

según Monterroso (s.f.) las clasificaciones no supervisadas tienen relación con el valor relativo al color, al tono o al clúster (grupo o agrupamiento), para identificar entidades. A diferencia de la anterior clasificación, al respecto, el clasificador deberá dar validez al resultado de la clasificación una vez haya sido finalizada la categorización. Esta técnica se caracteriza por la nula participación del operador o analista del software, independientemente de la selección del algoritmo de clasificación.

### **1.11.3. Procesamiento digital**

El procesamiento digital, es un proceso fundamental de la teledetección y se orienta, fundamentalmente, hacia la extracción de información cartográfica de la superficie, empleando ecuaciones matemáticas y estadísticas elaboradas por medio de algoritmos en softwares informáticos, se desarrolla en tres etapas: entrenamiento, asignación y validación (Perez & Muñoz, 2006).

## **1.12. Cambio de uso actual de las tierras**

Medio por el cual se ubica y determina bajo ciertos criterios ambientales y sociales, áreas con cobertura vegetal que presenta la capacidad de uso mayor para diferentes cultivos permanentes o cultivos temporales, a fin de ejecutar sistemas productivos agrícolas o pecuarios (SERFOR, 2010).

El cambio de la cobertura y suelo consiste un factor resaltante que influye en el cambio climático, no solo la pérdida de la cobertura vegetal como consecuencia de la tala, además también por las actividades antrópicas, tecnología tradicional aplicadas para

la preparación de tierras con fines agrícolas (Fundación Manuel J. Bustamente De la Fuente, 2010).

### **1.13. Cobertura vegetal**

Es toda vegetación que ocupa un lugar geográfico dentro de un ecosistema, tiene diversas funciones de suma importancia como la captación y almacenamiento de energía, lugar propicio de la fauna, componente anti erosivo, medio regulador del clima, mitigador y reductor de la contaminación ambiental y fuente de materia prima para las personas y sobre todo en la conservación de la biodiversidad (Municipio de Miranda, 200) citado por (Vilchez Ortiz, 2017).

### **1.14. Cobertura del suelo**

Según Herrera *et al.* (2009) citado por Gamarra (2017) afirma que la cobertura del suelo es la cobertura biofísica tal como se presencia sobre la superficie de la tierra, estos incluyen la vegetación natural o cultivada, afloramientos rocosos, depósitos de arena, hielo, cuerpos hídricos, suelo y zonas que han sido intervenidos por la acción del hombre.

El conocimiento de la superficie del suelo es un paso primordial para la gestión sostenible y sustentable de los recursos naturales, la preservación de ecosistemas y sobre todo la biodiversidad, amortiguamiento de los impactos ambientales en las dinámicas territoriales y en el cambio climáticos (FAO, 2011).

### **1.15. Usos del suelo**

Gustavo (2013) hace referencia al uso de la tierra, es decir, a la explotación realizada por el hombre mediante diferentes tipos de actividades de aprovechamiento forestal, agrario, pecuario, etc. Del mismo modo, está determinado o condicionado por las funciones que desarrollan sobre la cobertura del suelo, es decir aquellas actividades antrópicas que desarrollan para producir, mantener, conservar o modificarla cuyo fin es de obtener beneficios a través de bienes o servicios (Herrera *et al.* 2009 citado por Gamarra, 20217).

### **1.16. Bosque**

“Suelo con uso forestal con una hectárea de superficie mínima, y con presencia de una cobertura de copa mayor o igual al 30% y árboles de 5 metros de altura mínima” (FAO, 2014).

El ecosistema bosque es un arbóreo predominante con superficie de por lo menos 0.5 hectáreas, con una mínima cobertura de copas del 10% de su área. Comprende árboles de característica leñosa con 2 metros de altura mínima en estado adulto en la Costa y Sierra, y 5 metros en la Selva. Integra de manera elemental los componentes ambientales: agua, suelo, aire, plantas, la fauna silvestre y microorganismos y tiene un comportamiento funcional y dinámico para brindar bienes y servicios (Ministerio del Ambiente, 2018).

### **1.17. Deforestación**

“Destrucción de la cobertura vegetal de un bosque natural provocadas por las actividades antropogénicas y/o propio de la naturaleza, éstas están sobre todo centradas en la tala y quema para la apertura espacios con fines agrícolas” (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, 2010).

### **1.18. Degradación forestal**

Variación de la cobertura boscosa que afectan de manera negativa a la estructura de la biomasa forestal u otro elemento, disminuyendo su capacidad para proveer productos y/o servicios. En relación a este estudio, el criterio principal de degradación es la reducción de la copa boscosa, pero manifestándose superior a 30% correspondiente al concepto del bosque (FAO, 2014).

### **1.19. Software ArGIS**

El ArcGIS Desktop es un conjunto de aplicaciones integradas: ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox las cuales están integrados por una serie de algoritmos que permiten administrados datos geográficos. Usando estas tres aplicaciones juntas, se puede realizar cualquier tipo de gestión territorial (ESRI, 2002).

ArcGIS es un “software” de Sistema de Información Geográfica elaborado por la corporación californiana Enviromental Systems Research Institute (ESRI) con el fin de que lo diversos multiusuarios puedan trabajar. Además, la actualización continua

de estos programas, integra logros y avances tecnológicos en la última década en el área de la informática en entorno de la cartografía para capturar, modificar, analizar, evaluar, diseñar y publicar información geográfica (ORDUÑA, 2007 citado por Bravo, Puerta & Rengifo 2011).

### **1.20. Software ENVI**

Creado por especialistas en tratamiento de imágenes satelitales y visualización de datos geográficos, el Software ENVI está conformado en una plataforma extensible donde permite tener el acceso de manera fácil a la información y modelar las aplicaciones ENVI de acuerdo a las necesidades. Por su funcionalidad comprobada y rápidos resultados y sobre todo el manejo sencillo de sus herramientas, ha hecho que incremente la demanda en los últimos años notoriamente. El ENVI, por su plataforma abierta, presenta diversas soluciones sin importar el interfaz del sistema operativo: UNIX, Macintosh, Windows o Linux. ENVI es uno de los mejores en el tratamiento y análisis especializado de imágenes satelitales de manera fácil, rápida y precisa (Samaniego, 2015).

### **1.21. Sistemas de coordenadas UTM**

Para Junta de Castilla y León (2009) el sistema de coordenadas UTM se sustenta en una proyección cilíndrica, es como introducir una esfera en un cilindro para posteriormente proyectarlo sobre un plano, a diferencia del sistema de coordenadas geográficas expresados en latitud y longitud. El planeta se fracciona en 60 husos, cada uno tiene un ancho de 6 grados de longitud, empezando desde meridiano de Greenwich (Alonso, 2014).

### **1.22. Banda**

Representa cada una de las partes en las que se fracciona el espectro electromagnético con el fin de ser captados la radiación por medios de los sensores. Los valores de radiación que son captadas por los sensores (valores numéricos) por cada banda definida se organizan como archivos ráster (Moreno, 2008) citado por (Franz, Fulgencio, Oñate, & Gonzáles, 2017).

Una imagen satelital está compuesta por diversas bandas, para un estudio determinado, la combinación de bandas, determinará lo que se desea investigar.

### 1.23. Radiación electromagnética

La EMR está integrada de componente eléctricos y magnéticos y es interceptada por la propiedades eléctricas y magnéticas de la materia donde entra en contacto. La radiación electromagnética es una forma de energía y puede ser únicamente observada por su interacción con la materia. Existe dos hipótesis para explicar el comportamiento de la EMR: el modelo de onda y el modelo de particular, actualmente aceptado ambos (Reuter, 2009).

#### Figura 1.6.

*Espectro electromagnético*



*Nota.* Espectro electromagnético zona visible para los humanos. Fuente: (Luque Ordóñez, s.f.).

### 1.24. Zonificación económica y ecológica

La ZEE es un proceso de estudios técnicos, dinámicos e integrales para la identificación de diversas alternativas para el uso sostenible de un espacio específico, y en base a criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales se evalúa las potencialidades y limitaciones del territorio. Aprobada este instrumento técnico se convierte en un instrumento orientador para el uso sostenible de los recursos naturales de territorio (MINAM, 2013).

### 1.25. Ordenamiento territorial

El ordenamiento tiene por objeto determinar las condiciones para el uso y ocupación del territorio y de sus componentes, de modo que dicho uso se realice acorde con las características ecológicas, económicas, culturales y sociales de estos espacios, considerando la fragilidad, vulnerabilidad y endemismo de los ecosistemas y las

especies, así como la erosión genética, a fin de contar con el máximo aprovechamiento sin alterar su calidad y sostenibilidad (Decreto Supremo N° 068-2001-PCM, 2001).

Por medio del conocimiento de la cobertura y uso del suelo de un determinado territorio, y siguiendo los criterios establecidos en las normativas, es posible realizar el ordenamiento para la toma adecuada de decisiones sobre el uso sostenible de los recursos naturales.

## **1.26. Métodos de clasificación**

### **1.26.1. Clasificación por mínima distancia**

El método de clasificación de distancia mínima también está orientado a los conceptos geométricos del espacio de atributos. Solo se utiliza la media de cada clase, ignorando la desviación estándar. Para cada componente clasificado, la distancia euclidiana se calcula entre la media de cada clase y el elemento nombrado en el espacio de características (Olaya, 2014).

### **1.26.2. Clasificación por paralelepípedos**

Para cada clase, este método construye regiones en forma de paralelepípedos con nombre en el espacio de atributos en el que opera. La pertenencia de una ubicación a una clase está determinada por si la ubicación donde se definen sus valores en el espacio de propiedades está en el rango de la clase. Los diferentes lados de la línea de tendencia están determinados por la media y la desviación estándar de cada variable de categoría. La longitud de los lados es el doble de la desviación estándar y están centrados en la media (Olaya, 2014).

### **1.26.3. Árboles de decisión**

Incluyen un análisis minucioso de las respuestas espectrales de las clases y del conjunto de datos existentes y preexistentes, esto consiste en hacer enlaces preguntas sobre cada píxel cuya respuesta positiva o negativa lleva a otra pregunta y así sucesivamente hasta obtener la categoría a la que pertenece. Se basa en los mismos principios que los sistemas expertos o guías de inteligencia natural (Chuvieco, 1990).



#### **1.26.4. Clasificación por máxima verosimilitud**

De manera que se tiene una muestra de reflectividades para cada clase y cada banda, puede calcularse la media y la desviación típica de cada una de las clases, y utilizar algún modelo de distribución de probabilidad. El clasificador de máxima probabilidad asume que los datos siguen una función de distribución gaussiana para asignar la probabilidad de que un píxel cualquiera pertenezca a cada una de las clases. El píxel se asigna de este modo a la clase a la que es más probable que pertenezca (Chuvieco, 1990).

Hay un acuerdo generalizado en que este método es el que proporciona mejores resultados en el proceso de clasificación digital de imágenes satelitales, conocida también como máxima probabilidad y comúnmente se encuentra en los softwares como “Maximum Likelihood Classification”.

#### **1.27. Pre procesamiento de imágenes satelitales**

##### **1.27.1. Corrección geométrica**

Según Duarte et. al (2015) la corrección geométrica es necesaria básicamente por los siguientes motivos:

- A los cambios espaciales ocurridas en el momento de la captura de la información independientes al movimiento del sensor.
- A la necesidad de ajustar a un sistema de referencia determinado, es decir a una red geodésica nacional conocida.

##### **1.27.2. Corrección radiométrica y atmosférica**

Las correcciones radiométricas son aquellas que afectan directamente a la radiometría de la imagen. Estas correcciones son necesarias debido a los valores de error (ND) registrados durante la adquisición y/o transmisión de datos, que pueden deberse a perturbaciones atmosféricas (absorción atmosférica y efectos de dispersión) (Duarte et. al 2015).

La corrección atmosférica 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 (Duarte et. al 2015).

## 1.28. Sistemas de clasificación de cobertura y uso

### 1.28.1. Sistema de clasificación de Ecosistemas Basado en Formaciones Vegetales.

Hernández (2012) menciona que este sistema presenta tres niveles jerárquicos:

Primer nivel: según el territorio configurado se establece una clasificación a partir con criterios fisonómicos general de la vegetación como el bosque, matorral, herbazal, otros. Por medio de imágenes satelitales se genera los datos. Segundo nivel: en esta etapa se procede con la división con criterios estructurales fenológicas ambientales. Tercer nivel: por último, este tercer nivel establece las modificaciones altitudinales de la cobertura vegetal, integrándolos con componentes geográficos tales como: ríos, lagunas y otros.

### 1.28.2. Sistema de clasificación modificado de la UNESCO (MUC)

Hernández (2012) menciona que esta clasificación consiste en un conjunto de categorías de las cuales cada una de ellas corresponden el nombre y su definición. De manera jerárquica de disponer de forma categórica, de modo que se puede agrupar los distintos tipos de cobertura de la superficie. Al tener clases de manera correcta por cada cobertura esta no puede ni vuelve a repetirse en otro tipo de cobertura. De esta manera la jerarquía describe una definición de la misma, tal como se muestra en la tabla 1.5.

**Tabla 1.5.**

*Sistema de Clasificación UNESCO*

Código MUC	Clase bajo nivel del MUC	Cobertura requerida (definición)
0	Bosque	>40% Árboles, 5 metros de alto, copas entrelazadas
1	Zonas Forestales	>40% árboles, 5 metros de alto, copas no entrelazadas
2	Arbustiva	>40% arbustos, 0.5 a 5 metros de alto
3	Arbustiva Enana	>40% arbustos, menos de 0.5 metros de alto
4	Vegetación Herbácea	>60% plantas herbáceas, pastos y plantas de hoja ancha (maleza)
5	Yermos	<40% de cobertura vegetal

6	Planicies Húmedas	<40% cubierta vegetal, incluye fangales, ciénagas, pantanos y marismas.
7	Aguas Abiertas	>60% especies cultivadas no nativas
8	Tierra Cultivada	>60% especies cultivadas no nativas
9	Urbanas	<40% de tierras urbanas (edificios, pavimentos)

*Nota.* Sistema de clasificación establecido por UNESCO.

### **1.28.3. Sistema de clasificación de la cobertura terrestre con el sistema Land Cover Classification System (LCCS)**

Adaptado en Colombia por medio del programa de cooperación de (FEEM) Fondo Francés para el medio ambiente, el IGN - instituto Geográfico Nacional de Francia y andina Colombia OFN, con fin de desarrollar una metodología simplificada y estandarizada en lo que concierne a las coberturas de la tierra. Define la metodología específica para el inventario de la cobertura terrestre permitiendo el empleo de imágenes satelitales en este de elaboración y procesamiento de mapas de coberturas a una escala de 1:100,000 que sirvan como base para la toma de decisiones políticas con relación con el medio ambiente y a la planificación territorial. Comprende niveles de clasificación y/o clases en primer lugar a las áreas artificializadas, áreas con actividad agrícolas, la cobertura de bosques y zonas seminaturales, áreas húmedas y finalmente superficie de agua (Hernández, 2012).

### **1.28.4. Sistema de clasificación de CORINE Land Cover (CLC)**

La Leyenda CORINE Land Cover es una metodología para la elaboración de mapas de cobertura y uso de la tierra. Integra una leyenda jerárquica, que vincula distintos niveles de detalle espacial (escala espacial) con distintos niveles de detalle temático (niveles de la leyenda jerárquica) (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2015).

Esta leyenda comprende en el nivel I cinco categorías principales en las que se subdividen en otros niveles, estas categorías son: áreas artificializadas, áreas agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y cuerpos de agua.

**Tabla 1.6.**

*Sistema de Clasificación CORINE Land Cover*

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V	
1. AREAS ARTIFICIALIZADAS	1.1. Área Urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo			
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo			
	1.2. Áreas industriales e infraestructura	1.2.1. Áreas industriales o comerciales			
		1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados			
		1.2.3. Áreas portuarias			
		1.2.4. Aeropuertos			
		1.2.5. Obras hidráulicas			
		1.2.6. Infraestructura petrolera			
	1.3. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	1.3.1. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos			
		1.3.2. Áreas de disposición de residuos			
	1.4. Áreas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1. Áreas verdes urbanas			
		1.4.2. Instalaciones recreativas			
	2. ÁREA AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios		
2.1.2. Cereales			2.1.2.1. Arroz		
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas			2.1.2.2. Maíz		
2.1.4. Hortalizas			2.1.2.4. Cebada		
2.1.5. Tubérculos			2.1.2.5. Trigo		
2.2. Cultivos permanentes		2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos			
		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos			
		2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.3.2. Palma aceitera		
		2.2.4. Cultivos agroforestales			
		2.2.5. Cultivos confinados			
2.3. Pastos					

	2.4.1. Mosaico de cultivos		
	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos		
	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales		
	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales		
		3.1.1.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.1.1.1.1. Bosque seco
	3.1.1. Bosque denso bajo		3.1.1.1.2. Bosque nativo
		3.1.1.2. Bosque denso bajo inundable	
		3.1.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	
	3.1.2. Bosque abierto bajo		
		3.1.2.2. Bosque abierto bajo inundable	
		3.1.3.1. Bosque denso alto de tierra firme	
3.1. Bosque	3.1.3. Bosque denso alto		
		3.1.3.2. Bosque denso alto inundable	3.1.3.2.1. Aguajal
		3.1.4.1. Bosque abierto alto de tierra firme	
	3.1.4. Bosque abierto alto		
		3.1.4.2. Bosque abierto alto inundable	
		3.1.5.1. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	
	3.1.5. Bosque fragmentado		
		3.1.6.1. Bosque ripario	
	3.1.6. Bosque ripario		
3.2. Bosques plantados	3.2.1. Plantación forestal		

3. BOSQUES Y ÁREA MAYORMENTE NATURALES

			3.3.1.1. Herbazal denso
		3.3.1. Herbazal	3.3.1.2. Herbazal abierto
			3.3.2.1. Arbustal denso
		3.3.2. Arbustal	3.3.2.2. Arbustal abierto
		3.3.3. Vegetación secundaria o en transición	
	3.3. Áreas con vegetación herbácea o arbustiva		3.3.4.1. Vegetación arbustiva / herbácea densa
		3.3.4. Vegetación arbustiva / herbácea	3.3.4.2. Vegetación arbustiva / herbácea abierta
		3.3.5. Arbustal / área intervenida	
		3.3.6. Herbazal / área intervenida	
		3.3.7. Arbustal-herbazal / área intervenida	
		3.4.1. Áreas arenosas naturales	
		3.4.2. Afloramientos rocosos	
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.3. Tierras desnudas (incluye áreas erosionadas naturales y también degradadas)	
		3.4.4. Áreas quemadas	
		3.4.5. Glaciares	
		3.4.6. Salares	
4. ÁREAS HÚMEDAS	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1. Áreas pantanosas	4.1.1.1. Pantano arbóreo
		4.1.2. Turberas y bofedales	
		4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	
	4.2. Áreas húmedas costeras	4.2.1. Pantanos costeros	
		4.2.2. Salitral	
		4.2.3. Sustratos y sedimentos expuestos en bajamar	
5. S U B	5.1.1. Ríos (50 m)		

	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes
5.1. Aguas continentales	5.1.3. Lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales
	5.1.4. Canales
	5.1.5. Cuerpos de agua artificial
5.2. Aguas costeras	5.2.1. Lagunas costeras
	5.2.2. Mares y océanos
	5.2.3. Estanques para acuicultura marina

*Nota.* Programa CORINE Land Cover adaptada para el Perú. Fuente: (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2015).

### 1.29. Tasas de cambio

La tasa o gradiente de cambio se determina a partir de la ecuación establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en 1996, mediante la ecuación detallada a continuación (FAO 1996 citado en Camacho Sanabria et al., 2014):

$$t = \frac{S2^{\frac{1}{n}}}{S1} - 1$$

Donde:

$t$  = Tasa de cambio

$S2$  = Superficie de la cobertura del suelo en la fecha 2 (final).

$S1$  = Superficie de la cobertura del suelo en la fecha 1 (inicial).

$n$  = El número de años transcurridos entre las dos fechas.

### 1.30. Matriz de confusión

Para determinar la precisión de una clasificación de imágenes, se procede a través de la elaboración de una matriz de confusión. En una matriz de confusión, los resultados de la clasificación se comparan con la información adicional con la realidad del terreno. La fuerza de una matriz de confusión es que identifica la naturaleza de los

errores de clasificación, así como sus cantidades. Recoge los errores clasificados como omisión y de comisión (Monterroso, s.f.).

De la misma manera Rodríguez (2012) explica que el proceso de validación consiste en la comparación entre el valor asignado a un punto dado en el mapa y el valor observado en el mismo punto en el campo u otra fuente considerada “verdad”. Los valores estimados de exactitud de clasificación son determinados para un producto y para la comparación entre diferentes productos. Del mismo modo afirma que, a través de la matriz de confusión se evalúa la exactitud y/o confiabilidad de la clasificación, situando en las filas las clases o categorías de nuestro mapa y en las columnas las mismas clases para la verdad de terreno o campo. Recoge los errores denominados de omisión y de comisión. En la siguiente tabla se presenta lo formulado:

**Tabla 1.7.**

*Tabla matriz de confusión*

		CLASES DE CAMPOS						
Clases		A1	A2	...	AM	Total mapa	Exactitud usuario	Error comisión
De Mapas	A1	a	a12		a1m	a.1	a.1/a..	1- (a.1/a..)
	A2	a	a22		a2m	a.2	a.2/a..	1- (a.2/a..)
	.....							
	AM	am1		....	amm	a.m	a.m/a..	1- (a.m/a..)
	<b>Total campo</b>	A1	A2		a2	a..		
	<b>Exactitud productora</b>	a1/a..	Aa2../a..		am/a..			
	<b>Error omisión</b>	1- (a1/a..)	1- (a2../a..)		1- (am/a...)			

*Nota.* Tabla matriz de confusión. Fuente: (Rodríguez, 2012).



### 1.31. Índice de kappa

El índice de Kappa o coeficiente de Kappa es otra manera de comprobar la exactitud o concordancia de un mapa, ya que comprende dentro del cálculo todos los valores de la matriz y no solamente de los extremos. (Sánchez, 2009) citado por (Gamarra, 2017).

$$k = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+i})}$$

Donde:

R: número de filas

xii: número de observaciones en una fila i y una columna i

$x_i + y_x + i$ : son los totales marginales de una fila i y de una columna i respectivamente.

N: total de número de observaciones.

El coeficiente kappa mide la concordancia gabinete-campo y puede ser representado en tablas de cualquier dimensión, con la condición que se contrasten dos observadores. El coeficiente de kappa toma los valores entre -1 y +1. Mientras más se aproxima a +1, mayor es el grado de concordancia gabinete-campo, de lo contrario, mientras más se aproxima a -1, mayor es el grado de discordancia gabinete-campo. Un valor  $k=0$  refleja que la concordancia observada es precisamente la que se espera a causa exclusivamente del azar (Cerde & Villarroel, 2008) citado por (Sánchez, 2009).

Demostrar la fiabilidad de un producto cartográfica, esencialmente la de los mapas de cobertura y uso del suelo, posibilita a los analistas valorar su ajuste con la realidad para tomar el riesgo en la toma de decisiones con base en esta información cartográfica (Mas et al. 2003) citado por (Camacho et al. 2017).

De la misma forma MINAM (2014) explica que, el coeficiente de Kappa es la proporción de coincidencia obtenidas en un producto cartográfico sustrayendo aquellos generados de forma fortuita. Es una medida de la diferencia entre la exactitud lograda en la clasificación con un software y la exactitud de lograr una clasificación correcta con una clasificación en campo o con imágenes satelitales.

**Tabla 1.8.**

*Índice de Kappa - Grado de confiabilidad*

<b>Coefficiente de Kappa (K)</b>	<b>Fuerza de concordancia</b>
0.00	Pobre
0.01 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Considerable
0.81 – 1.00	Casi perfecta

*Nota.* Índice de Kappa para la validación de clasificación. Fuente: (MINAM, 2014).

Según Zamora et al. (2016), presenta los siguientes conceptos:

- **Error de Comisión:** comprende el error generado de la clasificación, por el cual un pixel que corresponde a una clase de cobertura no es clasificado de esa manera.
- **Error de Omisión:** comprende el error generado de la clasificación, por el cual un pixel es clasificado como una clase de cobertura a la que no pertenece.
- **Exactitud:** comprende el nivel de concordancia entre el valor real y el resultado de las observaciones o estimaciones de una característica.
- **Precisión:** Es el nivel de concordancia entre medidas repetidas de la misma característica. Se representa como una estrecha agrupación de resultados de los puntos de muestreo o parcelas. La precisión es inversamente proporcional al error.

## CAPITULO II

### METODOLOGIA

#### 2.1. Localización de la zona de estudio

El distrito de Kimbiri se localiza a la margen derecha del río Apurímac, ubicada por norte con el distrito de Pichari, y por el sur con el distrito de Villa Kintiarina, por el este con el distrito de Echarati y por oeste con el Río Apurímac, provincia de La Convención - Cusco. El distrito comprende las coordenadas este 633249 y norte 8605386. Ubicada en la selva alta con altitud aproximada de 750 m.s.n.m hasta 4200 m.s.n.m. con superficie de 79086.86 ha (Municipalidad Distrital de Kimbiri, 2010).

**Tabla 2.1.**

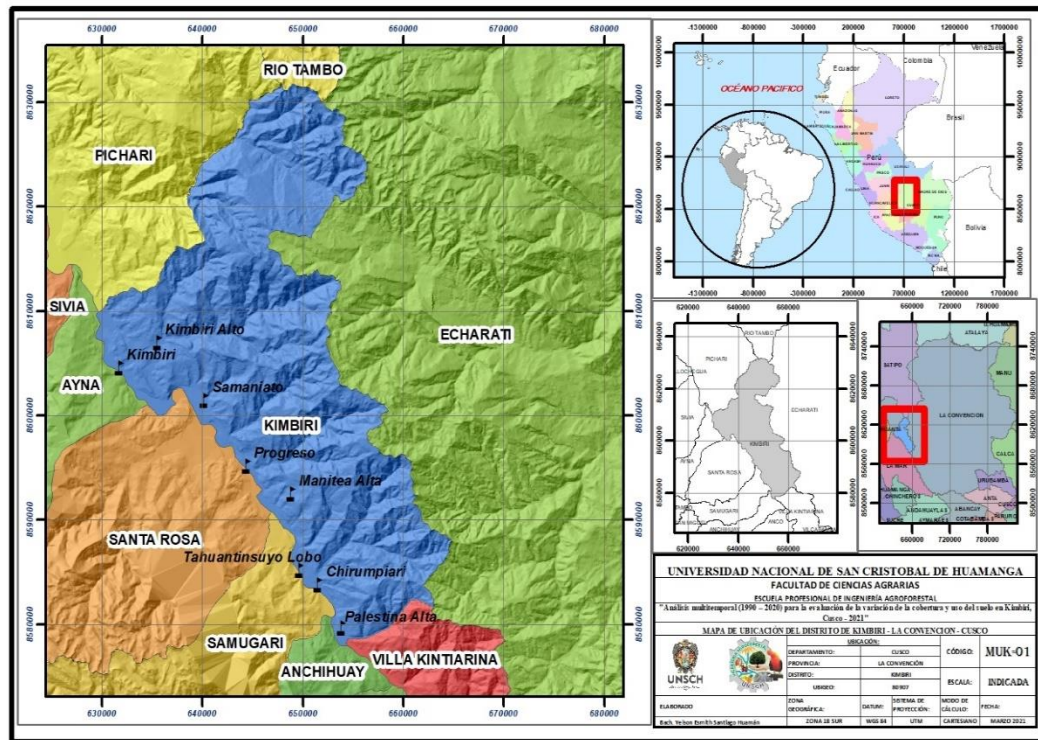
*Ubicación política del distrito de Kimbiri*

Distrito	KIMBIRI
Provincia	La Convención
Departamento	Cusco
Capital	Kimbiri
Alcalde	Edwin Rivas Gutierrez
Ley de Creación	Ley N° 25209
Altura de la Capital	739 m.s.n.m.
Población 2017	18722 habitantes
Densidad Poblacional	14.07 Habitantes/Km2.

*Nota.* Información general del distrito de Kimbiri. Fuente: (MDK, 2010).

**Figura 2.1.**

*Mapa de ubicación del área de estudio*



*Nota.* Mapa de ubicación de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

El Distrito de Kimbiri, además está organizado en Municipalidades, Centros Poblados Menores como: Kimbiri Alto, Samaniato, Palestina Alto, Progreso, Manitea Alta, Tahuantinsuyo Lobo, Chirumpiari, que son pequeñas Municipalidades y representan estado a nivel micro y están más cerca a la población.

### 2.1.1. Comunidades del distrito de Kimbiri

**Tabla 2.2.**

*Centros Poblados del Distrito de Kimbiri.*

código	Comunidad	Altitud msnm
0001	KIMBIRI	590
0002	VILLA EL SALVADOR	1 193
0003	CASHIROVENI	1 398
0004	POMORENI	1 115
0005	UBIATO	628
0006	CAMONACHARI	598
0007	SAMPANTUARI BAJO	588

---

0009	SAN LUIS	920
0010	VILLA ESMERALDA	1 246
0011	KIMBIRI ALTA (ROCA)	762
0012	SAMPANTUARI ALTA	666
0013	VISTA ALEGRE BAJA	847
0014	VISTA ALEGRE ALTA	1 085
0015	CAMONIATO	1 141
0016	IVANKIRIARI	774
0017	SIBAYLLOHUATO	694
0018	IRAPITARI	651
0019	9 DE DICIEMBRE	608
0020	PUERTO RICO	693
0021	KAPIRUSHIATO	1 238
0022	LA LIBERTAD	884
0023	NUEVA CALIFORNIA	1 262
0024	SOL NACIENTE	762
0025	SAMANIATO	661
0026	HELARES	724
0027	NUEVA ESPERANZA	971
0028	SANTA FE	920
0029	PORVENIR	870
0030	LOS ANGELES	653
0031	MAPITUNARI	628
0032	VISTA ALEGRE B	1 268
0033	UNION ROSALES	938
0034	PROGRESO	636
0035	MAQUETE SERANTA BAJA	675
0036	MANITEA ALTA	1 173
0037	QORICHAYOCC	1 375
0038	PALMA DE ORO	885
0039	CORAZON PATA	1 237
0040	MANITEA BAJA	647
0041	MASERINE	1 289
0042	SIRENACHAYOCC	667
0043	UNION VISTA ALEGRE	660
0044	HUAYANAY	1 234
0045	LOBO TAHUANTINSUYO	656
0046	CHIRUMPIARI	662
0047	PALESTINA BAJA	964
0048	PALESTINA ALTA	684
0057	LIBERTAD	1 373
0058	PUCAYACU	1 440
0059	ANARO	740
0060	RANRAPATA	650
0061	MAQUETE SANTANIATO	1 098
0062	MAQUETE ALTA	825
0063	SAN MIGUEL	654
0064	CCOLLAPAMPA	885

---

0065	MASERINE BAJA	1 153
0067	SAN LUIS ALTO	1 331
0068	SAN LUIS	671
0078	SAMPANTUARI NATIVO	718
0079	BUENA VISTA	989
0080	MALVINAS	655
0083	KIPASHIARI	1 570
0084	SAN JUAN DE CEVICHARI	701
0085	CENTRO BELEN	1 406
0086	SANTA ANA	1 321
0087	NUEVA BETANIA	1 095
0090	PUGORIARI	668
0091	PANTANAL	600
0092	KITASHIARI	1 270
0094	PIEDRA LISA	1 053
0095	KINTIARINA	1 193
0098	NUEVO KIMBIRI	629
0101	NUEVA LUZ	1 364
0102	VILLA FLORES	640
0103	CERRO DE ORO	1 487
0104	ALTO MAYO	1 612

*Nota.* Comunidades y anexos en el distrito de Kimbiri. Fuente: (INEI, 2018).

### 2.1.2. Accesibilidad

De Ayacucho a Kimbiri:

**Tabla 2.3.**

*Rutas de accesibilidad a Kimbiri*

Ruta Ayacucho a Quinua	36 Km.
Ruta Quinua a Tambo	50 Km.
Ruta Tambo a San Francisco a Kimbiri	105 Km.

*Nota.* Rutas de acceso. Fuente: (MDK, 2010).

### 2.1.3. Temperatura y precipitación

Según los datos meteorólogos del ámbito de Kimbiri, se caracteriza por tener precipitaciones altas (1800 mm a 2200 mm anuales) propia característica de zona de selva baja; en las temporadas de noviembre a marzo son más intensas y en los meses de agosto y setiembre son mínimas. Presenta temperatura máxima media de 32 °C, la temperatura media anual de 25 °C y temperatura media menor de 19°C (MDK, 2010).

#### **2.1.4. Clima**

Por la localización en la selva alta, presenta un clima tropical con cambio de precipitación y temperatura fluvial constante con alto grado de humedad. La radiación solar diaria en promedio fluctúa entre 280 cal/gr/cm<sup>2</sup> y 450 cal/gr/cm<sup>2</sup>, favoreciendo de manera óptima a los diversos cultivos que presenta el distrito. La evaporación resultante es del orden de 700 – 1,400 mm/año, haciendo que las plantas tengan mayor cantidad de agua para ser absorbidas o filtrarse a través del suelo. La humedad relativa promedio en el valle alcanza el 85% (MDK, 2010).

#### **2.1.5. Población demográfica**

La población de Kimbiri, según el INEI asciende a 18722 habitantes; la PEA representa el 54%, segmento de la población en edad de trabajar; importante constatación acerca de la fuerza laboral del distrito, con responsabilidad de atender a los ancianos, mayores de 64 años que sólo alcanza el 2% y a los niños y púberes que se encuentran cursando estudios de inicial y primaria y 44% entre 0 y 14 años (MDK, 2010).

#### **2.1.6. Población urbana y rural**

La población rural asciende a 12065 habitantes 73.4% y la urbana 4369 habitantes 26.6%, lo cual indica la predominancia de zona rural sobre la zona urbana, al mismo tiempo determinando el tipo de actividad económica es eminentemente agrícola (MDK, 2010).

#### **2.1.7. Actividad agrícola**

Las principales actividades agrícolas que desarrolla el distrito de Kimbiri es básicamente de subsistencia, familias que tienen pequeña extensiones de parcelas, mismas que son parcelas a través del tiempo; la actividad agrícola es la base de la economía, a través de una encuesta se obtuvo los siguientes resultados: 28 % cultivan el cacao, 22.5% café, 17.5 % coca, 11.8 % yuca, 5.6 % maíz y plátano, 2.7 % piña y mínimamente los cultivos de arroz, cítricos frutales, pastos y forestales, se ha observado algunas asociaciones de cultivos. (MDK, 2010).

#### **2.1.8. Recursos Forestal**

Si nos referimos a la población en el ámbito distrital de Kimbiri, evidenciamos su especificidad rural; de igual manera, al repasar la información geográfica su altitud está entre 540 y 3000 msnm, la ubicación entre Latitud 11° 64' y Longitud 13° 22', precipitación entre 1800 y 2200 mm/anales y una temperatura entre 25° y 32° C; indicadores de una zona tropical, cálida, húmeda, lluviosa y una densa vegetación. Kimbiri por la ubicación geográfica forma parte de la Selva Alta. Su densa pero cada vez disminuida su cobertura boscosa, observamos especies maderables de alto rendimiento económico como caoba, tornillo, cedro, roble, diablo fuerte, lagarto fuerte, quinacho, palo lechero, aceite maría, alcanfor. Otras especies menores con alto potencial de ser aprovechadas por la industria como la gilma, palo de balsa, palo amarillo, huillca, moena, lagarto caspi, achiote, palillo y otros. en tanto a las plantas medicinales tenemos jengibre, ojú, Cascarilla, huairuro, sangre de grado, bálsamo, nogal, chanca piedra, pilón, jagua, entre otros (MDK, 2010).

#### **2.1.9. Recurso suelo**

Es el recurso potencial productivo del distrito, destinado a la explotación agrícola, forestal y ganadera. Según DEVIDA (1993) citado por MDK (2010) el 2.81 % son tierras aptas para cultivos 3188 Ha; sólo 0.17 % 193 Ha son aptas para pastos. Los suelos aptos para manejo forestal representan el 64.51% 73199 Ha; mientras que las tierras de protección comprenden el 32.51%; es decir 36889 hectáreas. De modo que el potencial económico de Kimbiri de acuerdo a sus suelos, debe centrarse fundamentalmente en el manejo de aquellos con aptitud forestal y de protección (MDK, 2010).

Si bien el recurso suelo es el componente más importante en el distrito de Kimbiri, ya que en ella se realiza todas las actividades agrícolas para el ingreso económico y subsistencia familiar, se ha visto amenazada por el uso intensivo de productos químicos alterando sus factores físicos, biológicos y químicos generado así la infertilidad del suelo.

#### **Tabla 2.4.**

*Cobertura y uso delo suelo año 1990*

Clasificación	Km <sup>2</sup>	Porcentaje %
Tierras de protección	368.89	32.51



Tierras forestales	731.99	64.51
Pastos	1.93	0.17
Tierras para cultivo	31.88	2.81
Total	1134.69	100.00

*Nota.* Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor. Fuente (MDK, 2012).

#### **2.1.10. Recurso hídrico**

Es el recurso con mayor abundancia en el distrito; el río Apurímac es el principal, y es limitante con el departamento de Ayacucho, este río es de mucha importancia económica en todo el valle. Las comunidades que se ubican alrededor del río, gracias a sus aguas son un medio de transporte de sus productos; de igual manera, es fuente de alimentos por la presencia de diversos peces. Sus afluentes con pendientes y caudales diversos, son ricos en peces y pueden ser aprovechados para piscigranjas, generación de energía eléctrica, riego y otros (MDK, 2010).

#### **Tabla 2.5.**

*Redes hidrográficas principales – Kimbiri*

Denominación	Distancia recorrida	pendiente	Capacidad energética
Río Kimbiri	25 km	10 a 30 %	5.0 Mw.
Río Chirumpiari	22 km	15 a 35 %	4.0 Mw
Río Manitinkiari	18 km	18 a 38 %	2.0 Mw
Río Kintiarina	12 km	18 a 40 %	1.0 Mw.
Río Maquete	16 km	18 a 40 %	2.0 Mw.
Río Mancuriari	18 km	18 a 40 %	2.0 Mw.

*Nota.* Rios principales en el distrito de Kimbiri. Fuente (MDK, 2010)

#### **2.1.11. Recurso fauna**

El recurso de fauna, actualmente se encuentra en situación de riesgo por la inmensa actividad de depredación hecha por las personas, de modo que es notorio la disminución de estos recursos de manera que cada vez se hacen más escasos tal es el caso de: Entre las especies de mamíferos, sajino, y hormiguero, sachavaca, monos, tortugas, sihua, ardilla, ronsoco, samani, capiz, añuje, sihua, monos y otros. Entre las

aves: gallito de las rocas, perdiz, pájaro carpintero, halcones, aves zancudas y otras. Respecto a los recursos ictiológicos como peces: boquichico, zúngaro, bagre, doncella, carachama, etc. Reptiles: lagarto, lagartijas, serpiente, etc. limitadamente presentes en sus hábitat naturales (MDK, 2010).

#### **2.1.12. Recurso flora**

Por las acciones de deforestación indiscriminada, el recurso flora del distrito se ha visto deteriorada y desabastecida, por la misma necesidad de sobrevivir, los agricultores se ven en la necesidad de deforestar y aperturar los escasos espacios para las actividades agrícolas; sin embargo aún se puede percibir algunas especies como: *Eritrina sp.*, longos o *Cecropia francisci*, topa *Ochroma pyramidale*, *sachahuasca Tremma spp.*, sangre de grado *Crottn lechieri*, *shapaja Attalea sp.*, paca mono *Inga adenphilla*, paca soga *Inga edullis*, plátano *Musa paradisiaca*, palto *Persea americana*, cedros *Cedrela sp.* lonjos *Carica quercifolia*, Capirona *Callicophillum spruceanum*, Paty *Aralia soratensi*, quinacho *Piper sp*, Matico *Bixa sp*. Helechos *Trichomanes spp.*, aguaje *Mauritia flexuosa*, Pan de árbol *Antocarpus comunis* entre los más comunes. Además, se pudo identificar la existencia de algunas plantas con propiedades medicinales como “uña de gato” *U. guianensis*, “sangre de grado” *Croton spp.*, “matico” *Piper spp.*, “bombonaje” *Carludovica sp.*, “chanca piedra” *Phyllanthus niruri*, “chuchuhuasi” *Maytenus sp* (MDK, 2010).

#### **2.1.13. Dimensión económica**

La actividad agrícola familiar comprende el principal ingreso económico. Las actividades agrícolas, forestales y otros son la base de la economía familiar, la agricultura está compuesto por amplios grupos, un 81% destinados a cultivos permanentes y 19% destinados a cultivos temporales. La producción agrícola clasificada según su destino o utilización principal, el cultivo de coca alcanza el 35% aproximada de la superficie cultivada; la producción que se destina al mercado externo y/o para la industria, representa el 46%, entre las que destacan el cacao, café, barbasco y achiote, entre los principales; aquella destinada al consumo local o familiar representa el 17%, en este grupo tenemos maíz, yuca, plátano, arroz, frijoles, entre los principales; finalmente, los frutales solo representan un 2% de área cultivada (MDK, 2010).

Los siete cultivos adicionales en orden de importancia son el Maíz amarillo con 5.55%, Yuca con 4.44%, Arroz con 3.89%, Plátano con 3.17%, Maní con 1,03%, naranja con 0.64% y achiote con 0.40%; en conjunto representando el 19.12%. Considerando los rendimientos y población local, nos encontramos con una importante demanda insatisfecha (MDK, 2010).

#### **2.1.14. Vocaciones productivas del distrito de Kimbiri**

Kimbiri forma parte de la cuenca del VRAEM, por lo tanto, cuenta con grandes recursos como suelos, agua y flora y fauna muy variada, de modo que pone en ventaja a las demás, pero, por el inadecuado uso estos se encuentran en situación de riesgo que amenaza las futuras generaciones. A pesar de ello, siendo optimista se cuenta con algunas vocaciones productivas que caracteriza e identifica al VRAEM, destacando mayormente en la producción de café y cacao, las son considerados productos con reconocimiento en el país y el mundo. Actualmente, observamos que estas fronteras productivas y calidad de producción y producto mejoran con la presencia de proyectos orientados a atender la producción y productividad de las instalaciones; como también vemos otros productos que están marcando su espacio en el mercado local, regional y nacional tales como la piña, plátano y yuca. Además, se cuenta con extensiones de terrenos aptos para el cultivo de arroz, pero que se viene desarrollando de forma convencional, sin ningún tipo de asesoramiento ni mucho menos manejo tecnológico (MDK, 2010).

#### **2.1.15. Problemas en el desarrollo económico y productivo**

Población económicamente activa: El 73,6% de la PEA se dedican a la agricultura. Actividad agrícola: El 27% de los predios son hasta 1 ha. Y el 26% hasta 3 ha. La producción promedio de cacao es de 670 kg/ha., café 567 kg/ha. Coca 69 arrobas/ha. El 72% de los asentados en la zona rural son propietarios de sus predios Solo el 16,8% de los predios cuentan con título de propiedad El 54,26% de los agricultores conocen el tipo de suelos El 45% de los agricultores desconocen el manejo cultural de sus cultivos cacao, café y otros. El 95% de los agricultores no diversifican sus cultivos (MDK, 2010).

## **2.2. Materiales y equipos**

Para el procesamiento y el análisis de la información cartográfica se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

### **2.2.1. Materiales**

- Imagen satelital Landsat 5 con resolución media de 30 metros del año 1990 de fecha 06 de agosto.
- Imagen satelital Landsat 8 con resolución media de 30 metros del año 2020 de fecha 25 de setiembre.
- Modelo Digital de terreno (MDT)
- Mapas preliminares para la inspección y muestro de puntos de campo.
- Ficha de campo, en el cual se digitarán las coordenadas y características físicas del lugar durante la inspección de campo.
- Imágenes satelitales de Google EARTH PRO de alta resolución.
- Imágenes satelitales de SASPlanet de alta resolución.

### **2.2.2. Equipos**

- Laptop Lenovo Core i7 decima generación
- Cámara fotográfica
- Impresora EPSON L5190
- GPS navegador Garmin
- Celular con la APP UTM GEO MAP

### **2.2.3. Herramientas de Software**

- ENVI 10.3, software para el tratamiento y análisis de imágenes satelitales.
- Software ArcGIS 10.6, que permitirá crear, analizar, administrar datos geoespaciales y finalmente para la elaboración de mapas temáticos.
- Google EARTH PRO, software de apoyo para la visualización de la cobertura y uso en diferentes periodos.
- SASPlanet, software de apoyo para para la visualización de la cobertura.
- SPSS21, para análisis multitemporal de la dinámica de cambio de la cobertura y uso del suelo.
- Excel 2016, software de apoyo para la ejecución de tablas y gráficos.

## 2.3. Problemas

Problema general

¿mediante el análisis multitemporal permite evaluar la variación de la cobertura y uso del suelo en el periodo 1990 – 2020 en Kimbiri, Cusco?

Problemas específicos

- ¿a través del análisis de imágenes satelitales es posible identificar la variación de la cobertura y uso del suelo para el periodo 1990 -2020?
- ¿el índice de kappa permite validar la clasificación de la cobertura y uso del suelo a partir de imágenes satelitales clasificadas?
- ¿es posible realizar el análisis multitemporal de la variación de la cobertura y uso del suelo para el periodo 1990 – 2020?

### 2.3.1. Proceso Metodológico

La metodología empleada para el análisis multitemporal para la evaluación de la cobertura y uso del suelo en el periodo comprendido de 1990 – 2020 (30.16 años) en el distrito de Kimbiri, se basó en la obtención de imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8 con resolución espacial media de 30 metros, y por medio del tratamiento digital y edición se asignó a nivel III categorías según la leyenda de CORINE Land Cover; el cual fue desarrollado y adaptado por el Ministerio del Ambiente, es de conocer que estas técnicas engloban dentro del campo de la clasificación digital.

A través de la plataforma del Servicio Geológico de Estados Unidos – USGS, se obtuvo dos imágenes satelitales del año 1990 (Landsat 5) y del año 2020 (Landsat 8). Cabe resaltar que, dicha imágenes obtenidas son crudas; de modo que fue necesario realizar un pre procesamiento de corrección geométrica, radiométrica y atmosférica, esto con el fin de obtener un análisis óptima y adecuada para su interpretación. Una vez corregida, se inició con el procesamiento y análisis, las cuales se desarrollaron en tres fases: entrenamiento, asignación y verificación.

**Para la fase de entrenamiento**, con respecto al imagen satelital del año 1990 (Landsat 5) y con el apoyo de las imágenes de Google EARTH, se identificó áreas piloto para cada cobertura y uso según la leyenda. Y con respecto al imagen satelital 2020

(Landsat 8), de igual manera con el apoyo de las imágenes de Google EARTH, se identificó áreas piloto para la clasificación.

**Para la fase de asignación**, a partir de las muestras tomadas con áreas identificadas y categorizadas según la leyenda para ambas imágenes, se realizó la clasificación; es decir, la categorización de todos los píxeles de la imagen, para ello se empleó el algoritmo de clasificación de máxima verosimilitud (*Maximum Likelihood Classification*). El tipo de clasificación es supervisada.

Y como resultado, se obtuvo la clasificación de cobertura y uso del suelo para el periodo de 1990 y 2020, y para medir el grado de fiabilidad y/o concordancia de la clasificación se procedió con la siguiente fase.

**Para la fase de verificación o validación** se realizó de dos distintas formas: para el año 1990 (Landsat 5) se tomó muestras aleatorias estratificada de 100 puntos en la imagen; y para el año 2020 (Landsat 8) se realizó la inspección de campo (in situ). Y con el resultado, tanto gabinete y campo, se representó en una matriz de consistencia y seguidamente se calculó el coeficiente de Kappa, el cual determinó el grado de concordancia de la clasificación.

Y finalmente como proceso final, se realizó el análisis multitemporal de la cobertura y uso del suelo en el periodo 1990 a 2020 para determinar las clases que sufrieron algún cambio, esto a través de las tasas de cambio.

#### **2.4. Adquisición de imágenes satelitales**

Se obtuvieron dos imágenes satelitales de la plataforma Servicio Geológico de Estados Unidos - USGS (Landsat 5 y Landsat 8) que tienen una resolución espacial media de 30 metros, los cuales cubren totalmente el área de estudio.

**Tabla 2.6.**

*Obtención de imágenes satelitales*

Sensor	Descripción	Path/Row	Año
Landsat 5	LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1	5/68	1990
Landsat 8	LC08_L1TP_005069_20200925_20201006_01_T1	5/68	2020

*Nota.* Datos técnicos de Landsat 5 y Landsat 8. Fuente elaboración propia.

## **2.5. Pre procesamiento de imágenes satelitales**

### **2.5.1. Corrección geométrica**

Las imágenes Landsat 5 (año 1990) y Landsat 8 (año 2020) se encontraron georreferenciadas al sistema de coordenadas UTM, Datúm WGS 84 en la zona 18 N, por lo que fue necesario reprojectarlas a UTM, Datúm, WGS 84, zona 18 sur, que viene ser la red geodésica oficial del Perú; con esta corrección están asociadas a una proyección cartográfica y a un sistema de coordenadas correctas. Para este procedimiento se utilizó el software ENVI 10.3, la herramienta “Reproject Raster”.

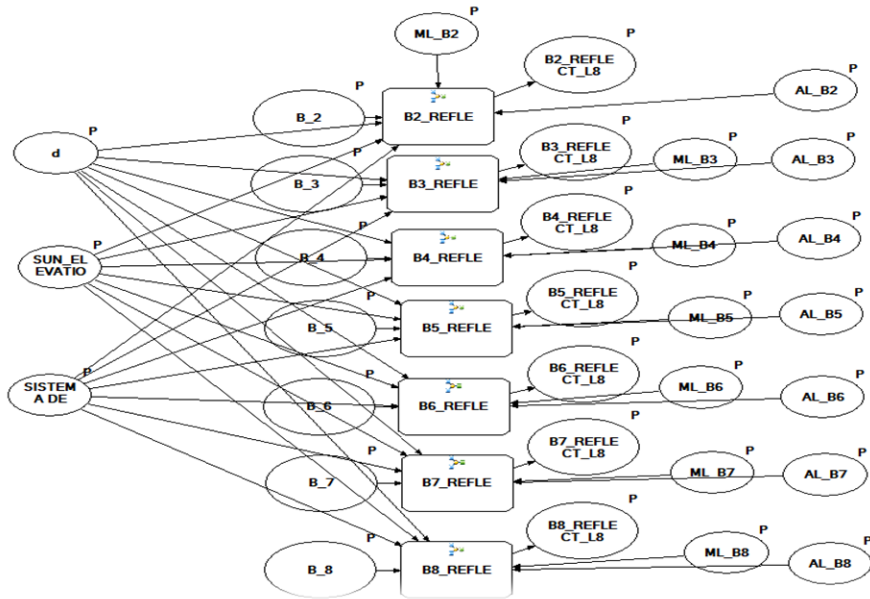
### **2.5.1. Corrección radiométrica – corrección atmosférica**

Este procedimiento consistió en la transformación de la información de niveles digitales a niveles de radiancia a cada banda, con la finalidad de depurar las anomalías que pudieran generar el sensor del satélite o las condiciones medioambiental que podrían influir al momento de la toma de imágenes.

Posteriormente se realizó la corrección a reflectancia a cada banda, para esta corrección se aplicó la fórmula matemática “DOS1” elaborada por Chávez y como insumo la metadata de las imágenes satelitales. Con software ArcGIS 10.6 se utilizó la herramienta “Map Algebra” donde se insertó las fórmulas para las correcciones. Para la sistematización del proceso se utilizó el lenguaje de programación Model Builder (ver figura 2.2.).

**Figura 2.2.**

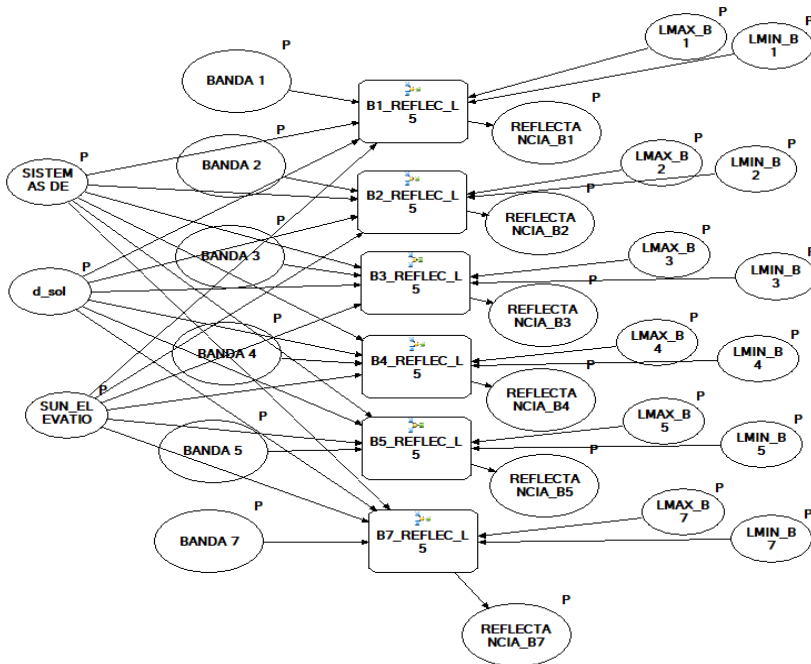
*Automatización del proceso de corrección radiométrica - atmosférica*



*Nota.* Empleo del Model Builder para la automatización de correcciones Landsat 8.

**Figura 2.3**

*Automatización del proceso de corrección radiométrica - atmosférica*



*Nota.* Empleo del Model Builder para la automatización de correcciones Landsat 5.



Esta corrección es considerada la más importante, puesto que mejora la calidad de vista de la imagen satelital, esto permitirá que el algoritmo de clasificación pueda asignar las clases con mayor exactitud.

### **2.5.2. Fusión de bandas**

Una vez realizado las correcciones a cada banda de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8, para el Landsat 8 se continuó con la fusión de bandas a fin de mejorar la resolución espacial, para ello se empleó las bandas multiespectrales (B1 al B7) y la banda pancromática (B8) cuya resolución es de 30m y 15 m respectivamente. Este proceso se hizo con el programa ENVI 10.3, con la herramienta Pan Sharpen, basado en el algoritmo “pan Shaperning”.

### **2.5.3. Combinación de bandas**

Para la imagen satelital del año 1990 (Landsat 5) se realizó la combinación de bandas (B1, B2, B3, B4, B5 y B6) con la herramienta “Composite Bands” y para la identificación y análisis de la cobertura y uso del suelo se combinó las bandas 321 (color natural) y las bandas 543 (análisis de vegetación).

Para la imagen satelital del año 2020 se realizó la combinación 432 (color natural) y las bandas 654 para el análisis de la vegetación.

### **2.5.4. Corte de mosaico**

Una vez tenida la combinación de bandas, se realizó el corte de las imágenes satelitales en torno al límite distrital de Kimbiri, para ello se utilizó la herramienta “Extrac by masck” del programa ArcGIS 10.6.

## **2.6. Procesamiento y generación de clases**

### **2.6.1. Fase de entrenamiento**

En este proceso se determinó la asignación de categorías, según CORINE Land Cover a nivel 3 en la imagen satelital; es decir, áreas piloto en la que se clasificará la imagen, asimismo se empleó el apoyo del software Google earth pro para determinar la cobertura del suelo del periodo 1990 y 2020.

El software ArcGIS extraerá valores estadísticos en cada una de las bandas para posteriormente asignar a los píxeles las categorías preestablecidas para ellos se construyó 200 puntos de manera aleatoria estratificada.

### **2.6.2. Fase de Asignación**

En esta fase se elaboró la clasificación tipo supervisada para ambas imágenes (Landsat 5 y Landsat 8) aplicando el algoritmo de clasificación máximo verosimilitud (Maximum Likelihood Classification) del programa ArcGIS.

Hasta este momento la información es de tipo ráster a nivel de píxeles. De modo que, es necesario la transformación a nivel vector, para ello se utilizó la herramienta “raster to Polygon”, esto con el fin de obtener datos numéricos.

### **2.7. Tratamiento y edición**

Para el tratamiento y edición consistió en la modificación de polígonos que fueron clasificadas a categorías que no corresponden, este procedimiento es necesario para obtener información verás.

### **2.8. Salida e inspección de campo**

En la salida de campo se colectó 100 puntos distribuidas en los centros poblados de Kimbiri, Kimbiri Alto, Samaniato, Nuevo Progreso, Chirumpiari, Lobo Tahuantinsuyo, Maquete Seranta y otros, y consistió en el recorrido de rutas trazadas dentro del área de estudio; asimismo, se registró los datos cuya información conceptualiza mejor las coberturas presentes en el área y definir de manera óptima la concordancia de clasificación realizada a nivel de gabinete; cabe resalta que, este procedimiento solo se aplicó a la clasificación de 2020 (Landsat 8).

Para este procedimiento se empleó la app UTM geo map y ficha de campo, para facilitar la captura de datos a lo largo de recorrido, asimismo se tomó fotografías de las diversas coberturas.

La definición del tamaño y forma de la muestra son cruciales y han de llevarse a cabo de modo riguroso. La toma de puntos permitió el contraste entre el mapa temático obtenido y la verdad – terreno donde se reflejó en una tabla denominada matriz de confusión.

## **2.9. Validación de resultados**

La validación de datos se realizó para las dos clasificaciones 1990 (Landsat 5) y 2020 (Landsat 8); para la imagen de 1990 una vez tenida la clasificación de la cobertura y uso del suelo se distribuyó 100 puntos en la misma imagen, y con el soporte de Google Earth pro, se identificó visualmente el tipo de cobertura existente, de esta manera se realizó un comparativo con la clasificación realizada en la primera etapa. Para la imagen de 2020, se realizó la inspección de campo (*in situ*) gepeando 100 puntos e identificando el tipo de cobertura con el apoyo de Google Earth y SASPlanet, la toma de puntos se realizó con el aplicativo UTM Geo MApp, misma que se elevó al ArcGIS para el proceso de verificación.

Finalmente, para ambas clasificaciones se realizó la comparación utilizando la matriz de confusión para finalmente obtener el cálculo del coeficiente de kappa, el cual mide el grado de fiabilidad gabinete – campo.

### **2.9.1. Método de muestreo**

La técnica para la toma de muestra para las imágenes de 1990 – 2020, será el muestro aleatorio estratificado, que viene ser una metodología que consta de distribuir los puntos aleatorios al azar sobre una imagen clasificada, previo conocimiento, para poder abordar un análisis de la confiabilidad de la clasificación.

## **2.10. Análisis multitemporal para la evaluación de la cobertura y uso del suelo**

Para el proceso de análisis multitemporal en los dos periodos (1990 -2020), se utilizó las bases gráficas clasificadas y analizadas, y por medio de la herramienta del programa ArcGIS denominada “intersect”, se realizó una intersección geométrica de las entidades clasificadas; es decir una superposición gráfica, de modo que permitió realizar un análisis multitemporal de aquellas coberturas que tuvieron ganancia y pérdida de cobertura, las cuales son representados por indicar de tasas de cambio. Por otro lado, se utilizó el Excel, por medio de tablas dinámicas, para determinar el cambio dinámico de las coberturas clasificadas según la Leyenda CORINE Land Cover.

## CAPITULO III

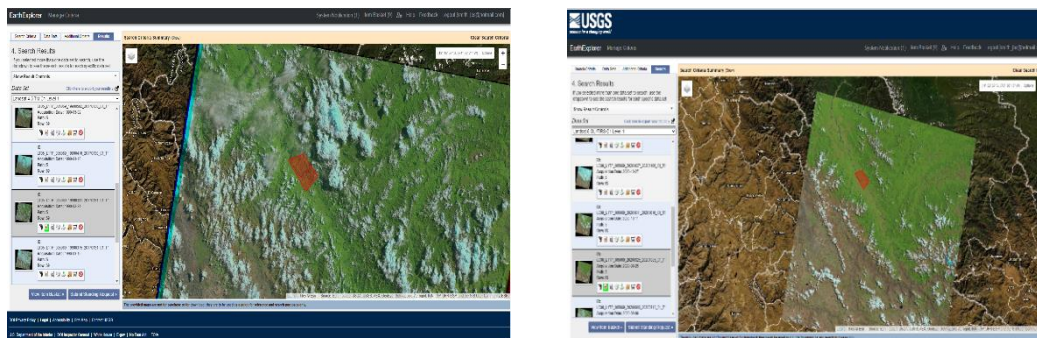
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Obtención de imágenes satelitales.

Se obtuvo dos imágenes satelitales, la primera Landsat 5 del año 1990 y Landsat 8 del año 2020, las cuales fueron adquiridas de manera gratuita de la plataforma Servicio Geológico de Estados Unidos ([EarthExplorer \(usgs.gov\)](https://earthexplorer.usgs.gov)).

#### Figura 3.1

*Obtención de imágenes satelitales periodo 1990 - 2020*



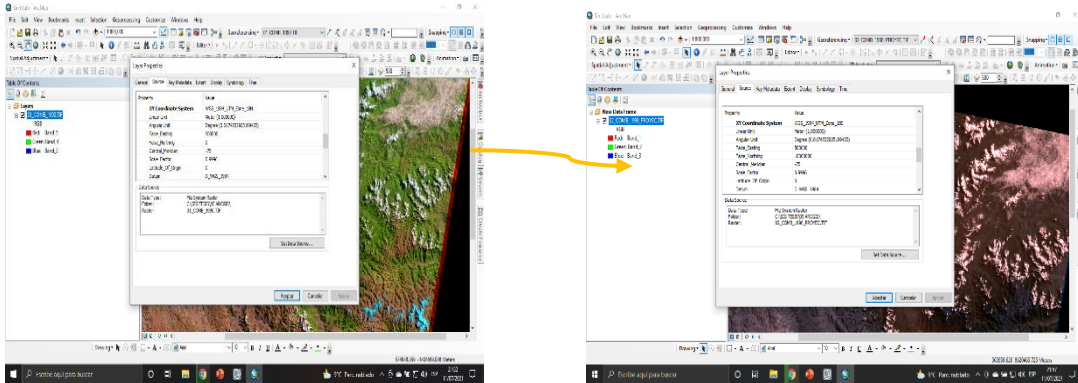
*Nota:* Plataforma de descarga de la USGS de Estados Unidos.

#### 3.2. Corrección geométrica de la imagen

Las imágenes Landsat 5 año 1990 y Landsat 8 año 2020 fueron re-proyectadas por cada banda espectral al sistema de coordenadas UTM, Datúm WGS 84 zona 18 sur. Se utilizó la herramienta “Project” del software ArcGIS para la proyección de coordenadas UTM. Las zonas geográficas del Perú son tres: 17 sur, 18 sur y 19 sur; el distrito de Kimbiri se encuentra en el hemisferio 18 sur.

**Figura 3.2.**

*Corrección geométrica al Datúm WGS 84 zona 18 sur*



*Nota.* Proceso de corrección geométrica.

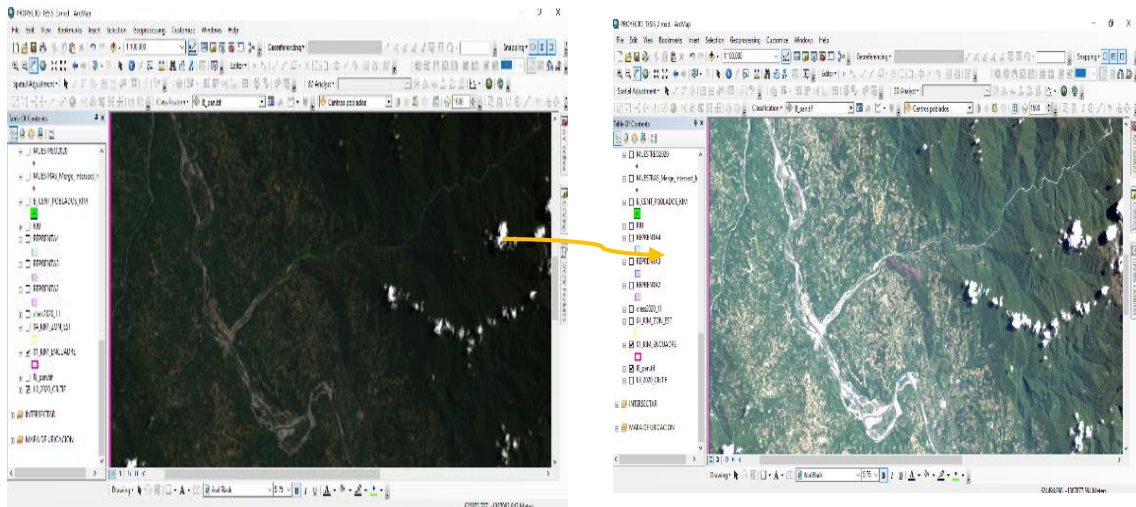
### 3.3. Corrección radiométrica y corrección atmosférica

Se realizó estas correcciones con el fin de mejorar la calidad de imagen, y sobre todo para la clasificación e interpretación de la cobertura y uso del suelo. Para ello se utilizó el lenguaje de programación Model Builder donde se sistematizó el proceso para cada banda de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8.

Para las correcciones radiométricos y atmosféricas se utilizó información de las metadatos de las imágenes satelitales.

**Figura 3.3.**

*Proceso de corrección radiancia a reflectancia*



*Nota.* Proceso de corrección mediante automatización de procesos.



### 3.4. Fusión de bandas

La fusión de bandas se realizó solamente a la imagen satelital Landsat 8, Puesto que, esta tiene imagen pancromática con una resolución espacial de 15 metros.

#### Figura 3.4

*Fusión de bandas para mejorar la resolución espacial a 15 m*



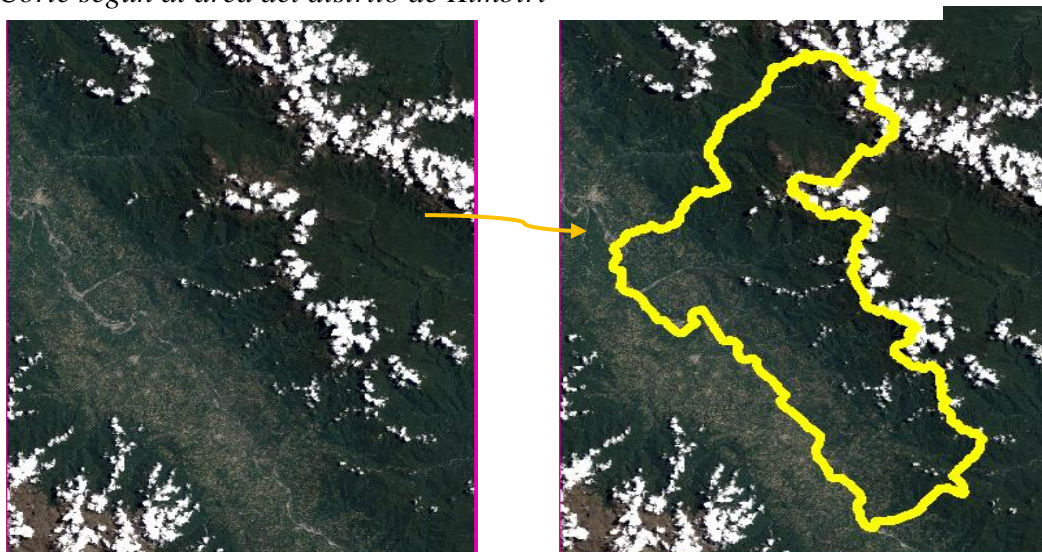
*Nota.* Fusión de imágenes para mejorar la resolución espacial.

### 3.5. Corte de mosaico

Consistió en realizar el corte en relación al área de estudio, es decir la limite distrital de Kimbiri, este procedimiento facilita el análisis de resultados de acuerdo al área seleccionada.

#### Figura 3.5

*Corte según al área del distrito de Kimbiri*



*Nota.* Corte de la imagen satelital en torno al área de estudio.

### 3.6. Procesamiento y generación de categorías

#### 3.6.1. Procesamiento y clasificación Landsat 5 año 1990

Con el análisis de imagen satelital Landsat 5 en la fase de entrenamiento y asignación, se obtuvieron la cobertura y uso del suelo para el año 1990. Para el almacenamiento de la base gráfica se tiene un “shapefile” con el nombre “class\_1990”, donde se digitó en su tabla de atributos las coberturas identificadas.

**Tabla 3.1.**

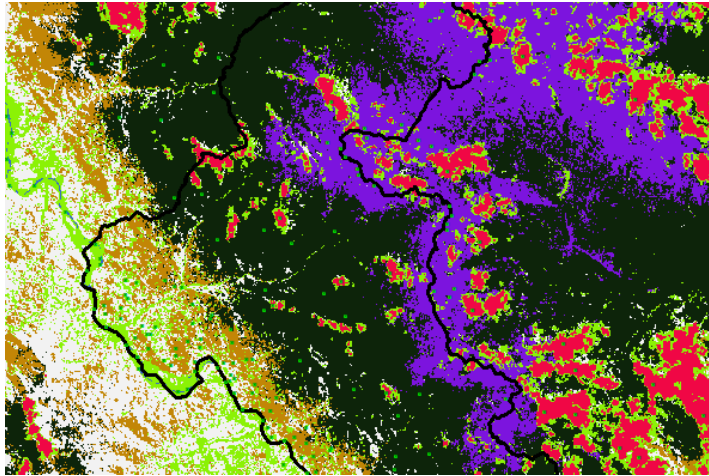
*Clasificación de la cobertura y uso a nivel 3 para el año 1990*

CATEGORIAS		
NIVEL_I	NIVEL_II	NIVEL_III
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo 1.1.2. Tejido urbano discontinuo
	2.2. Cultivos permanentes	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
2. TIERRAS AGRICOLAS	2.3. Pastos	2.3.3 Pastos enmalezados
	2.4. áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos 2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n
3. BOSQUES Y AREAS SEMI NATIRALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso 3.1.2. Bosque abierto 3.1.3. Bosque fragmentado
	3.2. área con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal 3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
	3.3. arreas abiertas sin o con poca vegetación	3.3.1. áreas arenosas naturales 3.3.3. Tierras desnudas
	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)
5. SUPERFICIES DE AGUA		

*Nota.* Cobertura y uso del suelo identificados.

**Figura 3.6**

*Clasificación supervisada con el algoritmo Máxima verosimilitud*

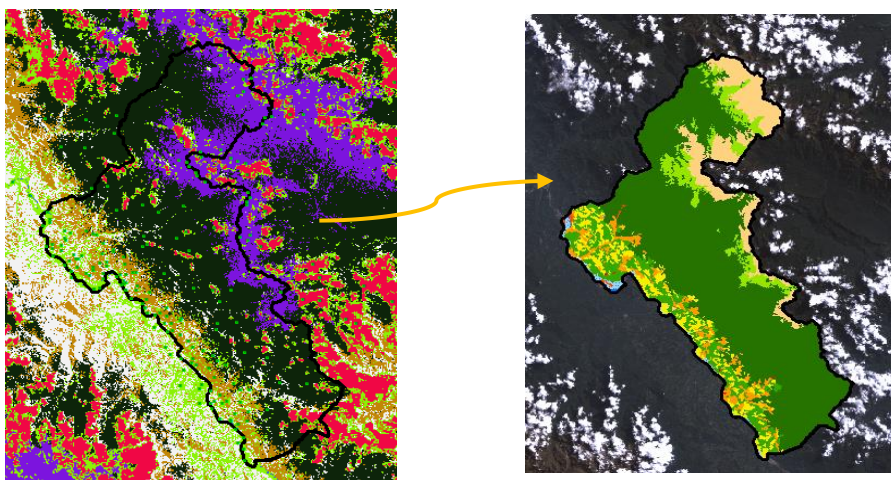


*Nota.* Clasificación las clases identificadas.

Como se visualiza en la figura 3.6, se puede diferenciar diversas categorías pre establecidas según la leyenda con los colores asignados de manera predeterminado, y para el mejor resultado de la clasificación se utilizó la herramienta “Majority Filter” esta herramienta cumple la función de incorporar pixeles pequeños a otros pixeles más grandes; obteniendo una clasificación adecuada, previo tratamiento y edición donde se corrige algunas deficiencias en la clasificación; el siguiente proceso es la transformación de ráster a polígono para el cálculo de las áreas de las categorías establecidas, se utilizó el “Smooth Polygon” para el suavizado de los polígonos.

**Figura 3.7**

*Clasificación y edición de la cobertura y uso del suelo año 1990*



*Nota.* Procesamiento digital Landsat 5 (1990). Fuente: Elaboración propia.



### 3.6.2. Procesamiento y clasificación Landsat 8 año 2020

Con el análisis de imagen satelital Landsat 8 en la fase de entrenamiento y asignación, se obtuvieron la cobertura y uso del suelo para el año 2020. Para el almacenamiento de la base gráfica se tiene un “shapefile” con el nombre “class\_2020”, donde se digitó en su tabla de atributos las coberturas identificadas.

**Tabla 3.2.**

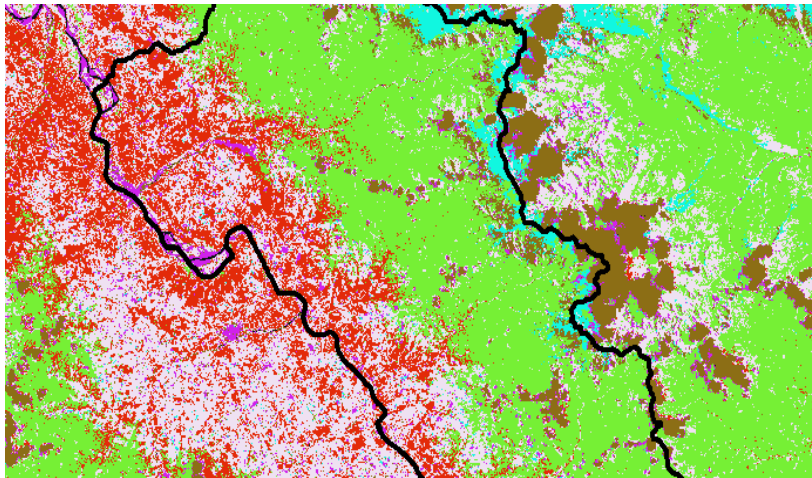
*Cobertura y uso del suelo identificada 2020*

CATEGORIAS		
NIVEL_I	NIVEL_II	NIVEL_III
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo 1.1.2. Tejido urbano discontinuo
2. TIERRAS AGRICOLAS	2.2. Cultivos permanentes 2.3. Pastos 2.4. áreas agrícolas heterogéneas	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos 2.3.3 Pastos enmalezados 2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos 2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n
3. BOSQUES Y AREAS SEMI NATIRALES	3.1. Bosques  3.2. área con vegetación herbácea y/o arbustiva  3.3. áreas abiertas sin o con poca vegetación	3.1.1. Bosque denso 3.1.2. Bosque abierto 3.1.3. Bosque fragmentado 3.2.1. Herbazal 3.2.3. Vegetación secundaria o en transición 3.3.1. áreas arenosas naturales 3.3.3. Tierras desnudas
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)

*Nota.* Cobertura y uso del suelo identificados. Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.8.**

*Clasificación de la cobertura y uso del suelo año 2020*

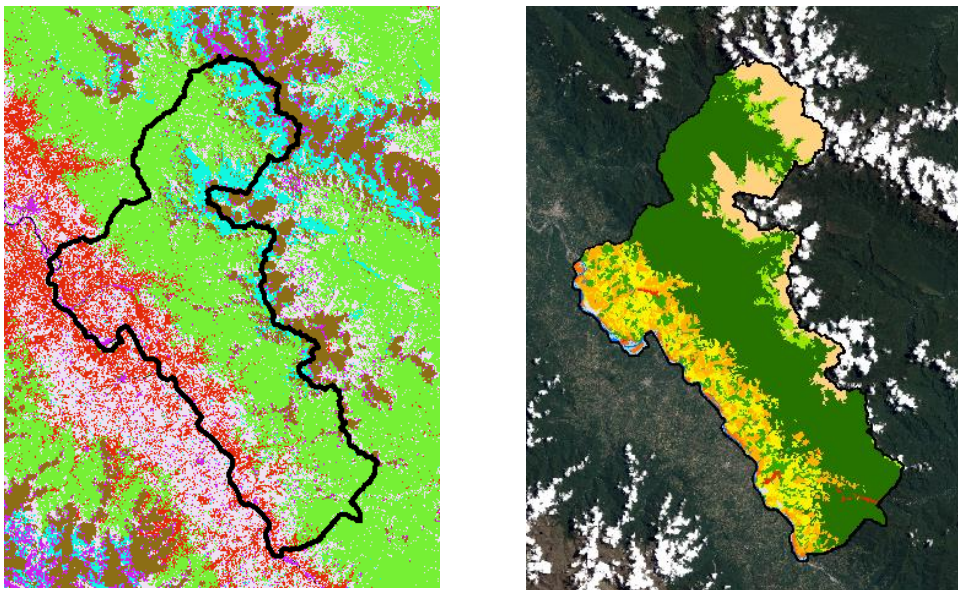


*Nota.* Clasificación según las clases identificadas.

Como se visualiza en la imagen se puede diferenciar diversas categorías pre establecidas según la leyenda, de la misma manera se utilizó la herramienta “Majority Filter”, el siguiente proceso es transformación de ráster a polígono para el cálculo de áreas de las categorías establecidas, se utilizó “Smooth Polygon” para el suavizado del polígono.

**Figura 3.9.**

*Clasificación y edición de la cobertura y uso del suelo año 2020*



*Nota.* Procesamiento digital de Landsat 8 año 2020.

### 3.7. Análisis de la cobertura y uso del suelo periodo 1990 - 2020.

#### 3.7.1. Cobertura y uso del suelo año 1990

**Tabla 3.3.**

*Cobertura y uso del suelo año 1990*

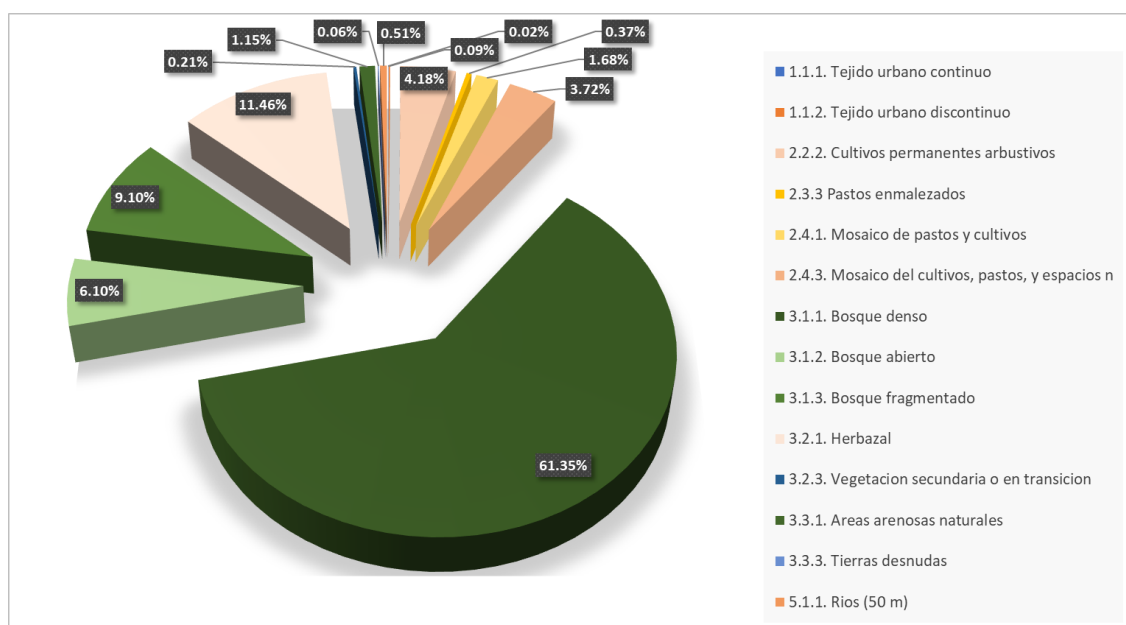
COBERUTRA Y USO DEL SUELO AÑO 1990				
NIVEL_I	NIVEL_II	NIVEL_III	SUPER. (has)	PORCENTAJE
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo	19.20	0.02%
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo	73.05	0.09%
2. TIERRAS AGRICOLAS	2.2. Cultivos permanentes	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3303.49	4.17%
		2.3. Pastos	2.3.3 Pastos enmalezados	294.82
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos	1329.03	1.68%
		2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n	2941.55	3.72%
3. BOSQUES Y AREAS SEMI NATURALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	48517.12	61.34%
		3.1.2. Bosque abierto	4824.86	6.10%
		3.1.3. Bosque fragmentado	7197.66	9.10%
	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal	9060.37	11.45%
		3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	169.19	0.21%
	3.3. arreas abiertas sin o con poca vegetación	3.3.1. áreas arenosas naturales	910.60	1.15%
		3.3.3. Tierras desnudas	45.89	0.058%
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)	400.02	0.50%
Total, general			79086.83	100.000%

*Nota.* Cobertura y uso del suelo en el año 1990.

La tabla muestra los resultados de la clasificación hecha para el año 1990, presenta 14 clases o categorías de cobertura y uso del suelo del distrito de Kimbiri. La cobertura con mayor superficie es el bosque denso con un área de 48517.12 ha que representa el 61.34 %, seguidamente la cobertura herbazal con un área de 9060.37 ha que representa el 11.45 %, la cobertura Bosque Fragmentado con un área 7197.96 ha con 9.10 %, la cobertura Bosque Abierto con un área de 4824.23 ha con 6.10 % y las demás coberturas que ocupan menos de 5 %.

**Figura 3.10.**

*Porcentaje de cobertura y uso del suelo 1990*



*Nota.* Distribución de las coberturas identificadas en el distrito de Kimbiri.

Las comunidades con mayor bosque denso en 1990 fueron Villa el Salvador, Camonachari, Pantanal, Sampantuari Nativo, 9 de diciembre, Irapitari, Camoniato, Kapirushiato, Chirumpiari, Centro Belen, Malvinas, Vista alegre B, Sol Naciente. Mientras que, en la mayoría de las otras comunidades, se identificó bosques fragmentados y sobre todo el uso del suelo representado como mosaico de cultivos, pastos, y espacios naturales; es decir, suelos ocupados por cultivos, como café, cacao, maíz, plátano, y otros; lo que implica que el año 1990 ya se iniciaba con actividades agrícolas con la apertura de nuevos espacios de manera indiscriminada.

### 3.7.2. Cobertura y uso del suelo año 2020

**Tabla 3.4.**

*Cobertura y uso del suelo identificado 2020*

COBERUTRA Y USO DEL SUELO AÑO 2020				
NIVEL_I	NIVEL_II	NIVEL_III	SUPER. (has)	PORCETAJE
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo	169.08	0.21%
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo	272.98	0.35%
2. TIERRAS AGRICOLAS	2.2. Cultivos permanentes	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3847.54	4.86%
		2.3. Pastos	2.3.3 Pastos enmalezados	294.98
	2.4. áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos	4854.45	6.14%
		2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n	7425.90	9.39%
3. BOSQUES Y AREAS SEMI NATIRALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	44377.71	56.11%
		3.1.2. Bosque abierto	2849.54	3.60%
		3.1.3. Bosque fragmentado	4144.24	5.24%
	3.2. área con vegetacion herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal	8933.10	11.30%
		3.2.3. Vegetacion secundaria o en transicion	765.41	0.97%
	3.3. áreas abiertas sin o con poca vegetacion	3.3.1. áreas arenosas naturales	414.35	0.52%
		3.3.3. Tierras desnudas	312.17	0.39%
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)	425.41	0.54%
<b>Total, general</b>			<b>79086.86</b>	<b>100.00%</b>

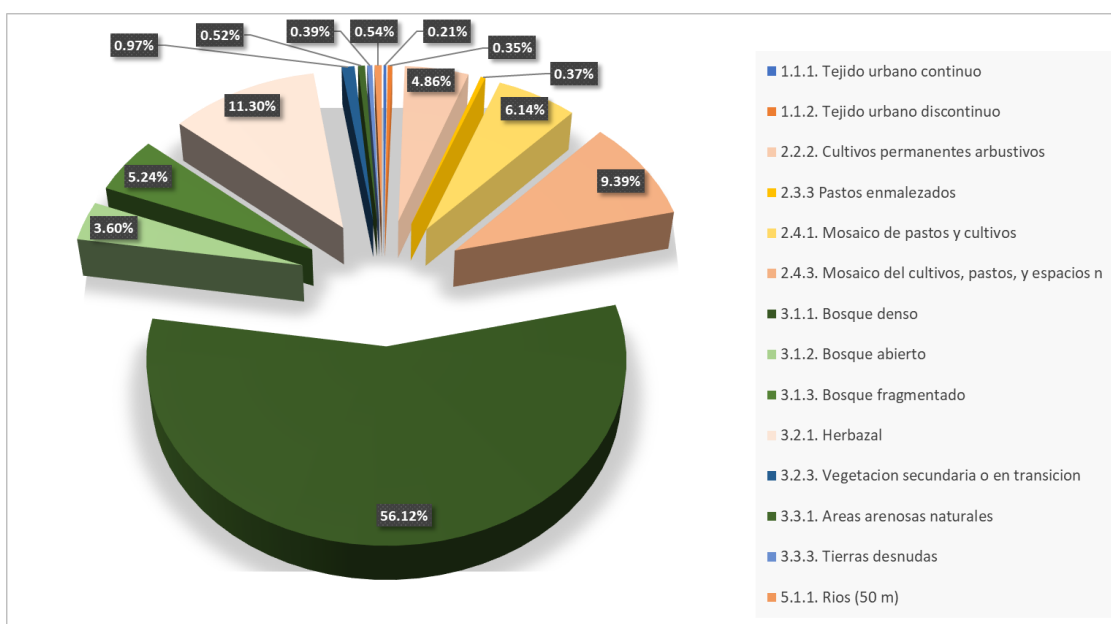
*Nota.* Cobertura y uso del suelo en el año 2020.

La tabla muestra los resultados de la clasificación hecha para el año 2020, presenta 14 clases o categorías de cobertura y uso del suelo del distrito de Kimbiri. La cobertura

con mayor superficie es el bosque denso con un área de 44377.71 % ha que representa el 56.11 %, seguidamente la cobertura herbazal con un área de 8933.10 ha que representa el 11.30 %, la cobertura de mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales con un área de 7425.90 ha con 9.39 %, la cobertura de mosaico de pastos y cultivos con una área de 4854.45 ha con 6.14 %, la cobertura Bosque Fragmentado con un área 4144.24 ha con 5.24 %, la cobertura Bosque Abierto con un área de 4824.23 ha con 6.101 % y las demás coberturas que ocupan menos de 5 %.

**Figura 3.11.**

Porcentaje de cobertura y uso del suelo 2020



*Nota.* Distribución de las coberturas identificadas en el distrito de Kimbiri.

Las comunidades con mayor cobertura de bosque denso para el año 2020 fueron Villa el Salvador, Sanpantuari Nativo, Vista Alegre Alta, Samaniato, Mapitunari, Pugoriari, son las coberturas que más se mantuvieron. Respecto al Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales se observó un aumento considerable respecto a lo identificado en 1990. Puesto que, con el aumento demográfico implicó el crecimiento de la actividad agrícola, y por ende la deforestación y la pérdida de diversas coberturas, asimismo, se observa que el bosque fragmentado va reduciendo paulatinamente, lo que genera la pérdida general de la cobertura bosque. En tanto a las zonas urbanas, tanto continuo y discontinuo, se observa un crecimiento positivo, lo que es un indicador que la pérdida de la cobertura vegetal está siendo generada por las actividades antrópicas.

### 3.8. Validación de resultados de la clasificación de 1990 y 2020

#### 3.8.1. Validación de la clasificación de la cobertura y uso del suelo año 1990

**Tabla 3.5.**

*Matriz de confusión 1990*

Leyenda CORINE Land Cover, algoritmo de clasificación máxima verosimilitud, tipo de clasificación supervisada, tipo de muestreo aleatorio estratificado, imágenes Landsat con resolución media.		Puntos de validación (muestreos de campo digital)								Total	EXACTITUD (%)	E. COMISION (%)	
		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n	3.1.1. Bosque denso	3.1.2. Bosque abierto	3.1.3. Bosque fragmentado	3.2.1. Herbazal	3.3.1. áreas arenosas naturales				5.1.1. Ríos (50 m)
Mapa con tratamiento digital	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3	33	66.7
	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	100
	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7	100	0
	3.1.1. Bosque denso	0	0	1	49	2	2	0	0	0	54	91	9.26
	3.1.2. Bosque abierto	0	0	0	4	3	0	0	0	0	7	43	57.1
	3.1.3. Bosque fragmentado	0	0	2	0	0	14	0	0	0	16	88	12.5
	3.2.1. Herbazal	0	0	0	1	1	0	4	0	0	6	67	33.3
	3.3.1. Áreas arenosas naturales	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	100	0
	5.1.1. Ríos (50 m)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	100	0
	<b>Total</b>	3	1	11	54	6	17	4	2	2	100		
EXACTITUD (%)	33.33	100	63.64	90.74	50.00	82.35	100	100	100		<i>Coe. Kappa</i>	<b>0.73</b>	
E. COMISION (%)	67	0	36	9	50	18	0	0	0				

*Nota.* Proceso de validación de resultados mediante la matriz de confusión.

Para la validación de la clasificación de la cobertura y uso del suelo del año 1990 se utilizó 100 puntos las cuales fueron distribuidas al azar en la imagen satelital, se utilizó el muestreo aleatorio estratificado, de esta manera con el apoyo de Google Earth y SASPlanet se identificó el tipo de cobertura a la cual los puntos se superponían. Obtenido los resultados se procedió a la elaboración de la matriz de confusión (ver *tabla 3.6*) para medir el grado de concordancia de la clasificación.

**Tabla 3.6.**

*Tabla de concordancia para el año 1990*

<b>Coeficiente de Kappa (K)</b>	<b>Fuerza de concordancia</b>
0.00	Pobre
0.01 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Considerable
0.81 – 1.00	Casi perfecta

*Nota.* Coeficiente de kappa para determinar el grado de concordancia de la clasificación. de la cobertura y uso del suelo para el año 1990. Fuente: (MINAM, 2014).

Empleando la fórmula para el cálculo del coeficiente de Kappa, para la clasificación del año 1990 se obtuvo 0.73, lo que indica que el grado de concordancia verdad – terreno es considerable, lo que implica que el tipo de clasificación supervisada con el algoritmo “Maximun Likelihood Classification” tiene un alto grado de concordancia.



### 3.8.2. Validación de la clasificación de la cobertura y uso del suelo año 2020

**Tabla 3.7.**

*Matriz de confusión 2020*

Leyenda CORINE Land Cover, algoritmo de clasificación máxima verosimilitud, tipo de clasificación supervisada, tipo de muestreo aleatorio estratificado, imágenes Landsat con resolución media.		Puntos de validación (muestreos de campo)												TOTAL	EXACTITUD (%)	E. OMISION (%)
		1.1.1. Tejido urbano continuo	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.3.3 Pastos enmalezados	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales	3.1.1. Bosque denso	3.1.3. Bosque fragmentado	3.2.1. Herbazal	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.3.3. Tierras desnudas	5.1.1. Ríos (50 m)			
Mapa con tratamiento digital	1.1.1. Tejido urbano continuo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100.0	0.0
	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	0	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12	91.7	8.0
	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	0	0	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	92.3	8.0
	2.3.3 Pastos enmalezados	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0	100.0
	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos	0	0	5	1	6	3	0	0	0	0	0	0	15	40.0	60.0
	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n	0	0	0	0	0	9	1	2	0	0	0	0	12	75.0	25.0
	3.1.1. Bosque denso	0	0	0	0	0	0	29	1	0	0	0	0	30	96.7	3.0
	3.1.3. Bosque fragmentado	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	100.0	0.0
	3.2.1. Herbazal	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	100.0	0.0
	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	100.0	0.0
	3.3.3. Tierras desnudas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	100.0	0.0
	5.1.1. Ríos (50 m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	100.0	0.0
	TOTAL, CAMPO	1	11	18	1	6	13	30	5	6	5	1	3	100		
EXACTITUD (%)	100	100	66.67	0	100	69.23	96.67	20	100	100	100	100		<b>Coe. Kappa</b>	0.81	
E. COMISION (%)	0	0	33.33	100	0	30.77	3.33	80	0	0	0	0				

*Nota.* Proceso de validación de resultados mediante la matriz de confusión.

Para la validación de la clasificación de la cobertura y uso del suelo del año 2020 se utilizó 100 puntos, las cuales fueron distribuidas en la inspección de campo, se utilizó el muestreo aleatoria estratificado, la salida al campo se realizó el 06 de junio de 2022 para la toma de puntos y/o coordenadas a la vez identificando el tipo de cobertura, toda esa información fueron digitadas en una ficha técnica, estas fichas fueron digitadas en el Excel las cuales se subieron al programa ArcGIS para la visualización general de los punto; obtenido los resultados se procedió a la elaboración de la matriz de confusión (ver tabla 3.6) para medir el grado de concordancia de la clasificación.

**Tabla 3.8.**

*Tabla de concordancia para el año 2020*

<b>Coefficiente de Kappa (K)</b>	<b>Fuerza de concordancia</b>
0.00	Pobre
0.01 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Considerable
0.81 – 1.00	Casi perfecta

*Nota.* Coeficiente kappa para determinar el grado de concordancia de la clasificación. Fuente: (MINAM, 2014).

Empleando la fórmula para el cálculo del coeficiente de Kappa, para la clasificación del año 2020 se obtuvo 0.81, lo que indica que el grado de concordancia verdad – terreno es casi perfecta, lo que implica que el tipo de clasificación no supervisada con el algoritmo “Maximun Likelihood Classification” tiene un alto grado de concordancia.

**3.9. Análisis multitemporal de la cobertura y uso del suelo**

Se utilizó la clasificación supervisada con el algoritmo de “Maximun Likehhod Classification” para las imágenes satelitales Landsat 5 año 1990 y Landsat 8 año 2020. De esta manera se realizó el análisis multitemporal, se evaluó las coberturas que tuvieron modificaciones ya sea por actividades antrópicos o fenómenos naturales. Es de suma importancia que el crecimiento demográfico y el crecimiento extensivo de la actividad agrícola ha generado la perdida de la cobertura vegetal y a la vez la perdida de la biodiversidad.

Como se observa tabla 3.9 la cobertura con mayor variación es el Bosque Denso cuya área en el año de 1990 era de 48517.12 ha lo que representaba un 61.35 % de total de área y para el año 2020 reduce a 56.11 % lo que equivale a 44377.71 ha; por otro lado, se observa la disminución del Bosque Fragmentado cuya área en 1990 era de 7197.66 ha (9.10%) y en 2020 pasa a tener 4144.24 ha (5.24%), la cobertura Bosque abierto de 6.10 % tuvo una variación a 3.60%.

Asimismo, se observó coberturas que tuvieron una tendencia creciente como es el caso de Mosaico del cultivos, pastos y espacios naturales cuya ocupación en el año 1990 era de 2941.55 ha (3.72 %) y que para el año 2020 ocupa un 7425.90 ha (9.39 %), de la misma manera para la cobertura de Mosaico de pasto y cultivos que tuvo un área en 1990 1329.03 ha (1.68 %) y que para el año 2020 pasa a tener 4854.45 ha (6.14 %).

En la tabla 3.9. se presenta la variación de la cobertura y uso del suelo en los años 1990 y 2020 periodo de 30.16 años, se observa que la cobertura Bosque denso tiene una variación negativa de 4136.41 ha, seguidamente la cobertura Bosque fragmentado que tiene una variación negativa de 3053.43 ha, la cobertura de Bosque abierto tiene una variación negativa de 1975.32 ha, la cobertura herbazal tiene una variación negativa de 127.28 ha y finalmente la cobertura de Áreas arenosas naturales con una variación negativa de 496.25 ha.

**Tabla 3.9.**

*Variación por tipo de superficie de cobertura y uso*

Cobertura y uso del suelo (Nivel III)	Año 1990	Pocent.	Año 2020	Porcent.	Variación	Dirección de Cambio
1.1.1. Tejido urbano continuo	19.20	0.02%	169.08	0.21%	149.87	
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	73.05	0.09%	272.98	0.35%	199.94	
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3303.49	4.18%	3847.54	4.86%	544.05	
2.3.3 Pastos enmalezados	294.82	0.37%	294.98	0.37%	0.16	
2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos	1329.03	1.68%	4854.45	6.14%	3525.42	
2.4.3. Mosaico del cultivos, pastos, y espacios n,	2941.55	3.72%	7425.90	9.39%	4484.35	
3.1.1. Bosque denso	48517.12	61.35%	44377.71	56.11%	-4139.41	
3.1.2. Bosque abierto	4824.86	6.10%	2849.54	3.60%	-1975.32	
3.1.3. Bosque fragmentado	7197.66	9.10%	4144.24	5.24%	-3053.43	
3.2.1. Herbazal	9060.37	11.46%	8933.10	11.30%	-127.28	
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	169.19	0.21%	765.41	0.97%	596.22	
3.3.1. Áreas arenosas naturales	910.60	1.15%	414.35	0.52%	-496.25	
3.3.3. Tierras desnudas	45.89	0.06%	312.17	0.39%	266.28	
5.1.1. Ríos (50 m)	400.02	0.51%	425.41	0.54%	25.39	
<b>Total general</b>	<b>79086.86</b>	<b>1.000</b>	<b>79086.86</b>	<b>1.000</b>	<b>0.000</b>	

*Nota.* Cuantificación de la variación de la cobertura y uso del suelo en el distrito de Kimbiri.

Si bien, ha presentado grandes variaciones sobre los bosques densos también ha presentado variaciones positivas en aquellas coberturas que tiene uso del suelo; tal como se observa el Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales que tuvo una variación positiva de 4484.35 ha, seguidamente de Mosaico de pastos y cultivos con una variación positiva de 3525.42 ha, seguidamente de cultivos permanentes con variación positiva de 544.05 ha, vegetación secundaria o en transición con variación positiva 596.22 ha, tierra desnuda con variación positiva de 266.28 ha, tejido urbano discontinuo con variación positiva de 199.94 ha.

Para el cálculo de la tasa de cambio se aplicó la fórmula propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, tal como se muestra en la tabla 3.10. el Tejido urbano continuo con una tasa de cambio de 7.48 %, tejido urbano discontinuo con 4.47 %, cultivos permanentes arbustivos con 0.51 %, pastos enmalezados con 0.0001 %, mosaico de pastos y cultivos con 4.39 %, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales con 3.12 %, bosque denso con -0.30 %, bosque abierto con -1.73 %, bosque fragmentado con -1.81 %, herbazal con -0.05 %, vegetación secundaria o en transición con 5.13 %, áreas arenosas con -2.58 %, tierras desnudas con 6.56% y ríos con 0.2%, cada uno de estos valores calculados indica la pérdida o ganancia de cobertura, misma que se traduce en la variación de la cobertura y uso del suelo en el distrito de Kimbiri.

**Tabla 3.10.**

*Tasa anual de cambio por cobertura y uso del suelo (1990-2020)*

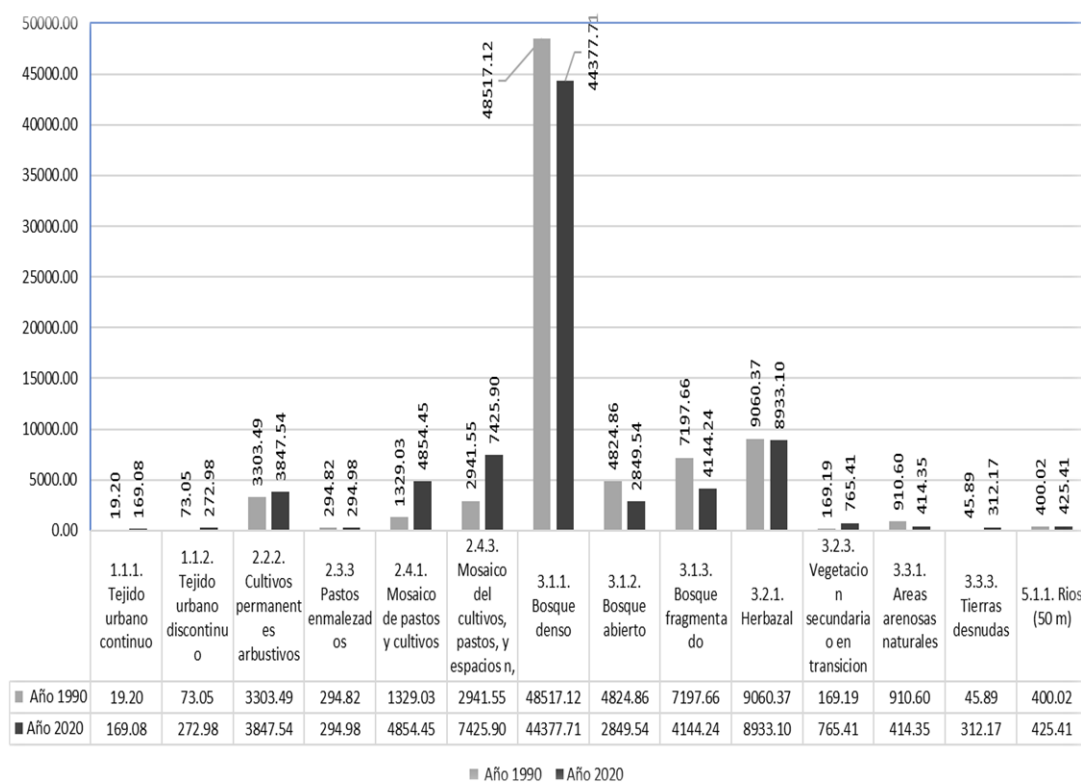
<i>Superficie por tipo de cobertura y uso.</i>					
<i>Cobertura y uso del suelo</i>	<i>Superficie (ha) 1990</i>	<i>Superficie (ha) 2020</i>	<i>Dirección de cambio</i>	<i>Variación (ha)</i>	<i>TAC (%)</i>
1.1.1. Tejido urbano continuo	19.20	169.08	↑	149.87	7.48%
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	73.05	272.98	↑	199.94	4.47%
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3303.49	3847.54	↑	544.05	0.51%
2.3.3 Pastos enmalezados	294.82	294.98	↑	0.16	0.00%
2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos	1329.03	4854.45	↑	3525.42	4.39%
2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales	2941.55	7425.90	↑	4484.35	3.12%
3.1.1. Bosque denso	48517.12	44377.71	↓	-4139.41	-0.30%

3.1.2. Bosque abierto	4824.86	2849.54	↓	-1975.32	-1.73%
3.1.3. Bosque fragmentado	7197.66	4144.24	↓	-3053.43	-1.81%
3.2.1. Herbazal	9060.37	8933.10	↓	-127.28	-0.05%
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	169.19	765.41	↑	596.22	5.13%
3.3.1. Áreas arenosas naturales	910.60	414.35	↓	-496.25	-2.58%
3.3.3. Tierras desnudas	45.89	312.17	↑	266.28	6.56%
5.1.1. Ríos (50 m)	400.02	425.41	↑	25.39	0.20%

*Nota.* Análisis multitemporal de la variación de cobertura y uso del suelo en el distrito de Kimbiri periodo 1990 – 2020.

**Figura 3.12.**

*Variación de superficies de coberturas y usos del suelo 1990 – 2020.*



*Nota.* Se presenta gráficamente la ganancia y pérdida de las coberturas y uso del suelo en el distrito de Kimbiri. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 3.12. las coberturas y usos del suelo identificadas en 1990 tuvieron variaciones en un periodo de 30.16 años lo más destacados son: la cobertura bosques denso superficies de 2583.98 ha, 1663.30 ha, 962.11 ha, 924.75 ha, 862.12 ha, 485.00 ha y 114.30 ha pasaron a la clase de mosaico de cultivos, pastos y espacios

naturales, mosaico de pastos y cultivos, bosque fragmentados, cultivos permanentes arbustivos, bosque abierto, herbazal y tierras desnudas respectivamente; de igual manera el bosque fragmentado superficies de 2297.68 ha, 1258.52 ha, 1062.17 ha, 158.39 ha, 90.31 ha, 88.56 ha, 50.29 ha, 8.77 ha, 6.52 ha pasaron a la clase de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, mosaico de pastos y cultivos, cultivos permanente arbustivos, pastos enmalezados, tierras desnudas, tejido urbano discontinuo, bosque denso, tejido urbano continuo, áreas arenosas naturales respectivamente. De la misma manera se observa que, las clases de mosaico de cultivos, pasto y espacios naturales, mosaico de pastos y cultivos, tejido urbano discontinuo pasaron ser parte del tejido urbano continuo, asimismo, se observa coberturas que no sufrieron ningún tipo de variación. En la tabla 3.12 se muestra todas las variaciones que tuvo en el periodo de 1990 a 2020.

**Tabla 3.11.**

*Cambio dinámico de la cobertura y uso del suelo de 1990 a 2020.*

Variación de la cobertura y uso del suelo en el periodo 1990 a 2020	Cobertura y uso del suelo año 2020														
	1.1.1. Tejido urbano continuo (ha)	1.1.2. Tejido urbano discontinuo (ha)	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos (ha)	2.3.3 Pastos enmalezados (ha)	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos (ha)	2.4.3. Mosaico del cultivos, pastos, y espacios naturales (ha)	3.1.1. Bosque denso (ha)	3.1.2. Bosque abierto (ha)	3.1.3. Bosque fragmentado (ha)	3.2.1. Herbazal (ha)	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición (ha)	3.3.1. Areas arenosas naturales (ha)	3.3.3. Tierras desnudas (ha)	5.1.1. Rios (50 m) (ha)	Total general (ha)
<b>VARIACIÓN</b>	<b>151.06</b>	<b>243.39</b>	<b>3209.69</b>	<b>246.00</b>	<b>4545.82</b>	<b>6551.00</b>	<b>3482.95</b>	<b>1328.19</b>	<b>2054.95</b>	<b>1228.34</b>	<b>711.23</b>	<b>190.62</b>	<b>312.17</b>	<b>226.83</b>	<b>24482.25</b>
1.1.1. Tejido urbano continuo (ha)						0.38								0.81	1.19
1.1.2. Tejido urbano discontinuo (ha)	16.46		7.45		8.41	8.79			0.56		0.99			0.80	43.45
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos (ha)	10.54	69.45		19.01	797.25	1107.03	10.42		490.14		112.01	21.41	17.25	11.03	2665.64
2.3.3 Pastos enmalezados (ha)			55.77		102.63	31.86	0.75		51.87				2.95		245.84
2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos (ha)	28.80	14.32	274.35	3.14		350.69	0.04		204.32		130.52	2.38	7.52	4.10	1020.40
2.4.3. Mosaico del cultivos, pastos, y espacios n.	85.21	33.99	827.43	38.96	642.77		16.29		305.40		44.66	2.21	68.38	1.35	2066.65
3.1.1. Bosque denso (ha)		19.91	924.75	9.46	1663.30	2583.98			862.12	962.11	485.00		114.30		7622.36
3.1.2. Bosque abierto (ha)					7.02		2554.62				741.75				3303.51
3.1.3. Bosque fragmentado (ha)	8.77	88.56	1062.17	158.39	1258.52	2297.68	50.29				85.49	6.52	90.31	1.53	5108.37
3.2.1. Herbazal (ha)			17.82	16.98	2.24	4.86	845.14	465.89	1.12						1355.62
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición (ha)		0.67	0.11		27.93	23.03	6.85		15.29			23.07	6.91	11.13	115.00
3.3.1. Areas arenosas naturales (ha)	0.62	13.54	26.35		21.65	102.45			19.33		302.76		4.52	195.53	686.88
3.3.3. Tierras desnudas (ha)		1.24	10.66		5.77	24.51	0.04		3.11		0.26			0.29	45.88
5.1.1. Rios (50 m) (ha)	0.49	1.73	2.83		8.11	17.10			1.48		34.50	134.94			201.44
<b>SIN VARIACION</b>	<b>18.02</b>	<b>29.59</b>	<b>637.85</b>	<b>48.98</b>	<b>308.63</b>	<b>874.91</b>	<b>40894.76</b>	<b>1521.35</b>	<b>2089.29</b>	<b>7704.76</b>	<b>54.19</b>	<b>223.72</b>		<b>198.58</b>	<b>54604.61</b>
1.1.1. Tejido urbano continuo (ha)	18.02														18.02
1.1.2. Tejido urbano discontinuo (ha)		29.59													29.59
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos (ha)			637.85												637.85
2.3.3 Pastos enmalezados (ha)				48.98											48.98
2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos (ha)					308.63										308.63
2.4.3. Mosaico del cultivos, pastos, y espacios n.						874.91									874.91
3.1.1. Bosque denso (ha)							40894.76								40894.76
3.1.2. Bosque abierto (ha)								1521.35							1521.35
3.1.3. Bosque fragmentado (ha)									2089.29						2089.29
3.2.1. Herbazal (ha)										7704.76					7704.76
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición (ha)											54.19				54.19
3.3.1. Areas arenosas naturales (ha)												223.72			223.72
5.1.1. Rios (50 m) (ha)														198.58	198.58
<b>Total general</b>	<b>169.08</b>	<b>272.98</b>	<b>3847.54</b>	<b>294.98</b>	<b>4854.45</b>	<b>7425.90</b>	<b>44377.71</b>	<b>2849.54</b>	<b>4144.24</b>	<b>8933.10</b>	<b>765.41</b>	<b>414.35</b>	<b>312.17</b>	<b>425.41</b>	<b>79086.86</b>
		Alto			Medio			Bajo							

*Nota.* Cobertura de 1990 que pasaron a tener otro tipo de cobertura y uso para el año 2020.

**Tabla 3.12.**

*Cambio total de la cobertura y uso del suelo de 1990 a 2020.*

<i>Símbolo</i>	<i>Categoría</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Porcentaje</i>
SV	Sin Variación	54604.61	69.04%
CV	Con Variación	24482.25	30.96%
Total, general		79086.86	100.00%

*Nota.* Variación general de cobertura y uso del suelo.

En la tabla 3.13, se observa la variación en general de la superficie del distrito de Kimbiri, siendo su superficie de 79086.86 ha, de los cuales 54604.61 ha mantuvieron o regresaron a su estado original que representa un 69.04 %, por otro lado, la superficie que sufrió variación o modificación fue de 24482.25 ha lo que representa un 30.96 %.



## CONCLUSIONES

1. A través de análisis de imágenes satelitales Landsat se clasificó e identificó, según CORINE Land Cover a nivel tres, 14 clases de coberturas y usos del suelo en el distrito de Kimbiri en el periodo 1990 – 2020.
2. El resultado del cálculo del Coeficiente de Kappa de la clasificación de la cobertura y uso del suelo para 1990 es de 0.73 y para 2020 es de 0.81, de modo que muestran un alto grado de concordancia con la realidad.
3. Con el análisis multitemporal realizado en el periodo 1990 – 2020, indica que la clase con mayor variación de cobertura es el bosque denso, es así que en 1990 se tenía un 61.35% y que para el año 2020 pasa a tener un 56.11 % con una TAC de -0.30%, seguidamente del bosque fragmentado con una TAC de -1.81%. Del mismo modo, indica el crecimiento del uso del suelo tales como tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo, cultivos permanentes arbustivos, mosaico de pastos y cultivos, y mosaico de cultivo, pastos y espacios naturales con una TAC 7.48%, 4.47%, 0.51%, 4.39%, 3.12% respectivamente. Y el cambio dinámico de la cobertura y uso del suelo, se identificó que 54604.61 ha (69.04%) no presenta variación y el 24482.25 ha (30.96%) presentaron variación.

## **RECOMENDACIONES**

1. Con la información generada, se recomienda realizar el análisis multitemporal anualmente a fin de monitorear los cambios de los diferentes tipos de coberturas y usos de la tierra, de la misma manera servirá como base para la prevención, protección y sobre todo para la toma de decisiones.
2. Para estudios posteriores, se recomienda a los gobiernos locales, utilizar imágenes de alta resolución a fin de identificar la cobertura y uso del suelo con mayor detalle, esto con el fin de implementar planes, instrumentos u otros para el ordenamiento territorial y ejecutar acciones orientados a la conservación y recuperación de ecosistemas.
3. Realizar y promover proyectos, eventos y capacitaciones por parte de los gobiernos locales, a las centros poblados, comunidades nativas y campesinas sobre la pérdida alarmante de los bosques, y sobre todo en el manejo adecuado de terrenos para la actividad agrícola con sistemas agroforestales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alexander, A. (2013). *Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission)*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>
- Alonso Fernández, I. (2001). *El Satélite Landsat - Análisis Visual de Imágenes Obtenidas del Sensor ETM+ Satellite Landsat*. Valladolid.
- Alonso Sarría, F. (2014). *Sistemas de Información Geográfica Temario de la asignatura (2013-2014)*. Murcia. <http://fobos.inf.um.es/alonso/SIGCCAA/temario.pdf>
- Alvarez Alonso, J. (2018). *Deforestación en Tiempos de Cambio Climático*. Lima: Aberth Chirif.
- Chuvieco, E. (1990). *Fundamentos de la Teledetección*. Madrid: Ediciones RIALP, SA MADRID.
- Congedo, L. (2017). *Imagen multiespectral procesada*. Obtenido de Breve Introducción a la Teledetección: [https://semiautomaticclassificationmanual-v5.readthedocs.io/es/latest/remote\\_sensing.html#dos1-correction](https://semiautomaticclassificationmanual-v5.readthedocs.io/es/latest/remote_sensing.html#dos1-correction)
- Duarte C., E., Emanuelli A., P., Milla A., F., Orellana, O., & López, S. (2015). *Análisis de Cambios de la Cobertura Forestal y Uso de la Tierra Mediante Imágenes Satelitales de Alta Resolución Espacial*. La Libertad, El Salvador: REDD+ Landscape / CCAD.
- Franco, R. (2017). *Composiciones LANDSAT en ArcGIS - Guía Básica*. Boyaca. [https://mixdyr.files.wordpress.com/2017/06/composiciones\\_landsat\\_en\\_arcgis.pdf](https://mixdyr.files.wordpress.com/2017/06/composiciones_landsat_en_arcgis.pdf)
- Franz Pucha, C., Fulgencio Cánovas, G., Oñate Valdivieso, F., & Gonzáles Jaramillo, V. (2017). *Fundamentos de SIG Aplicaciones con ArcGIS*. Lima: Ediloja . Ltda. [http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro\\_sig.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro_sig.pdf)

- Fundación Manuel J. Bustamente De la Fuente. (2010). *Cambio climático en el Perú. Amazonía*. Lima.
- Gabriel Rodriguez, T. (2012). *Métodos estadísticos de la Evaluación de la exactitud de producto derivados de sensores remotos*. Buenos Aires: INTA. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-\\_mtodos\\_est\\_\\_sensores.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_mtodos_est__sensores.pdf)
- Gamarra Agama, S. (2017). *Análisis de Cobertura y Uso de la Tierra Utilizando Imágenes de Resolución Espacial Media para el Distrito de San Ramon - Chanchamayo -Junin- Perú*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias Forestales, . <https://repositorio.lamolina.edu.pe>.
- Gonzales Alarcón, G. (2018). *Análisis Multitemporal de la Deforestación y Pérdida de Cobertura Boscosa en la Provincia de Manu, 2000-2016*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Federico Villareal, Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo, Lima. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2277>
- Gustavo Daniel, B. (2013). *Sistemas de Información Geográfico (SIG) Teoría y Aplicación*. Buenos Aires: GESIG-PRODISIG.
- Hernández Rodriguez, O. (2012). *Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal del Municipio del Distrito Central Años 1987 y 2006*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, Central. [http://faces.unah.edu.hn/mogt/images/stories/PDF/Tesis/13\\_Tesis\\_Olga\\_Hernandez\\_2012.pdf](http://faces.unah.edu.hn/mogt/images/stories/PDF/Tesis/13_Tesis_Olga_Hernandez_2012.pdf)
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) 2015. *Cobertura y uso de la tierra de la provincias de Alto Amazonas y Ramon Castilla*. Iquitos. <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1423.pdf>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2018. *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Lima. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/index.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm)

- Junta de Castilla y León. (2009). *Sistemas de Localización e Información Geográfica*. Madrid: Consejería de fomento. <https://tysmagazine.com/libro-gratuito-sistemas-de-localizacion-e-informacion-geografica/>
- Labrador García, M., Evora Brondo, J. A., & Arbelo Perez, J. A. (2012). *Satélites de Teledetección*. Canarias: Consejería de Agricultura. [https://www.pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/satelites\\_de\\_teledeccion\\_para\\_la\\_gestion\\_del\\_territorio.pdf](https://www.pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/satelites_de_teledeccion_para_la_gestion_del_territorio.pdf)
- Luque Ordóñez, J. ((s.f.)). *Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico*. [https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias\\_y\\_tecnologia/062017.pdf](https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062017.pdf)
- Marcela de la Cruz Burgos, J., & Muñoz García, G. (2016). *Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal y Cambio de Uso del Suelo del Area de Influencia del Prgroma de Reforestacion de la Federación Nacional de Cafeteros en el Municipio de Popoyan, Cauca*. Tesis de grado, Universidad de Manizales, Caldas, Manizales. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2807>
- Martinez Vega, J., & Pilar Martín, I. (2010). *Teledetección y Medio Ambiente - Red Nacional de Teledetección Ambiental*. Madrid: Centro de Ciencias Huumanas y Sociales (CSIC). [http://www.aet.org.es/files/guia\\_teledeccion\\_medio-ambiente\\_pliego.pdf](http://www.aet.org.es/files/guia_teledeccion_medio-ambiente_pliego.pdf)
- Mendoza, W., & Leyva, J. (2017). *La economía del VRAEM Diagnóstico y Opciones de política*. Lima: Nova Print S.A.C. <https://departamento.pucp.edu.pe/economia/libro/la-economia-del-vraem-diagnosticos-y-opciones-de-politica/>
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura) 2015. *Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla*. Lima. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/informes-publicaciones/1124098-interpre-tacion-de-la-dinamica-de-la-deforestacion-en-el-peru-y-lecciones-aprendidas-para-reducirla>.
- MINAM (Ministerio del Ambiente) 2013. *Guia Metodológica para la Elaboración de los Instrumentos Técnicos Sustentarios para el Ordenamiento Territorial*.

Lima: El Peruano. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-metodologica-elaboracion-instrumentos-tecnicos-sustentatorios>

MINAM (Ministerio del Ambiente) 2014. *Protocolo Evaluación de la Exactitud Temática del Mapa de Deforestación*. Lima: Burcon Impresores y Derivados SAC. <https://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/18/2013/10/Protocolo-Validacion-Mapa-Deforestacion.pdf>

MINAM (Ministerio del Ambiente) 2014. *Protocolo: Ortorectificación de imágenes satelitales landsat*. Lima: Burcon Impresores y Derivados. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2497-ortorectificacion-de-imagenes-satelitales-landsat>

MINAM (Ministerio del Ambiente) 2015. *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. Lima: TIPSAL S.A.C. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2674-mapa-nacional-de-cobertura-vegetal-memoria-descriptiva>

MINAM (Ministerio del Ambiente) 2016. *La conservación de bosques en el Perú (2011-2016) Conservando los bosques en un contexto de cambio climático como aporte al crecimiento verde*. Lima. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle>.

MINAM (Ministerio del Ambiente) 2018. *Cobertura y deforestación en los bosques húmedos amazónicos 2018*. Lima: Edukperu E.I.R.L. <http://www.bosques.gob.pe/archivo/Apuntes-del-Bosque-N1.pdf>

MINAM (Ministerio del Ambiente) 2021. *PERÚ Reino de los bosques*. Lima: Lettera Gráfica S.A.C. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/504073-minam-presenta-libro-peru-reino-de-bosques-sobre-las-maravillas-y-desafios-de-estos-ecosistemas-en-nuestro-pais>

Monterroso Tobar, M. (s.f.). *Guía práctica: Clasificación de imágenes satelitales*. <https://arcgeek.com/descargas/ClasImMF.pdf>

Municipalidad Distrital de Kimbiri. (2010). *Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Kimbiri 2011 - 2021*. Cusco.

- Muñoz Aguayo, P. (2013). *Apuntes de Teledetección: Índices de Vegetación*. Santiago.
- Nelli, F. (16 de Agosto de 2016). *MECCANISMO COMPLESSO*. <https://www.meccanismocomplesso.org/landsat-earth-image-sensing-telerilevamento/>
- Olaya, V. (2014). *Sistema de Información Geográfica*. Madrid.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2011. *ATLAS DE COBERTURA DEL SUELO DE URUGUAY Cobertura de Suelo y Cambios 2000-2011*. Montevideo. <https://www.fao.org/publications/card/es>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2018. *El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. Roma. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8642es>
- Perez Gutierrez, C., & Muñoz Nieto, A. (2006). *Teledetección Nociones y Aplicaciones*. España. <https://mundocartogeo.files.wordpress.com/2015/03/teledeteccion-nocionesaplicaciones-2006publico.pdf>
- Reuter, F. (2009). *Principios de Teledetección*. Santiago de Estero. <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-33-Principios-teledeteccion-REUTER.pdf>
- Samaniego Polanco, L. (2015). *Procesamiento Digital de Imágenes de Satélite con el ENVI*. Lima.
- Sanchez Jara, P. (2012). *La Teledetección Enfocada a la Obtención de Mapas Digitales*. Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/779>
- Sastre Olmos, P. (2010). *Sistema de Información Geográfico (SIG) Técnicas Básicas para estudios de biodiversidad*. España: gbif.es. <https://geoinnova.org/wp-content/uploads/2018/08/Sistemas-de-Infom-para-estudios-de-biodiversidad.pdf>

- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre) 2010. *Reglamento para la gestión forestal*. Lima.
- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre) 2021. *Cuenta de Bosques del Perú Documento metodológico*. Lima.
- Vasquez Brolen, M. (2010). *Análisis de la variación espacial y temporal de la cobertura vegetal en cuatro comunidades del municipio de Ancoraimas, mediante teledetección y SIG*. Tesis de Pregrado, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789>.
- Vilchez Ortiz, M. (2017). *Análisis de cambio de cobertura y uso de tierra del distrito Chetilla, periodo 1990-2003-2016*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1685>



# ANEXOS

## Anexo 1. Adquisición de imágenes satelitales Landsat 1990 – 2020

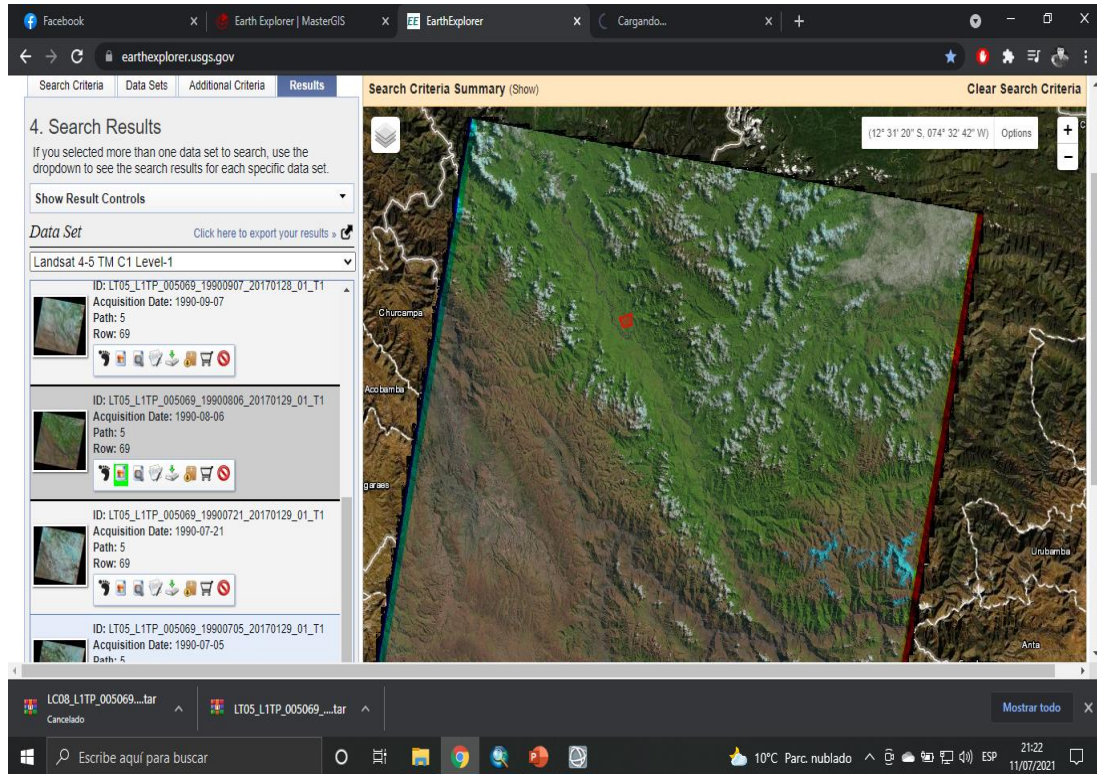


Imagen 1.- Adquisición de la imagen satelital año 1990 de la plataforma USGS:  
LT05\_L1TP\_005069\_19900806\_20170129\_01\_T1

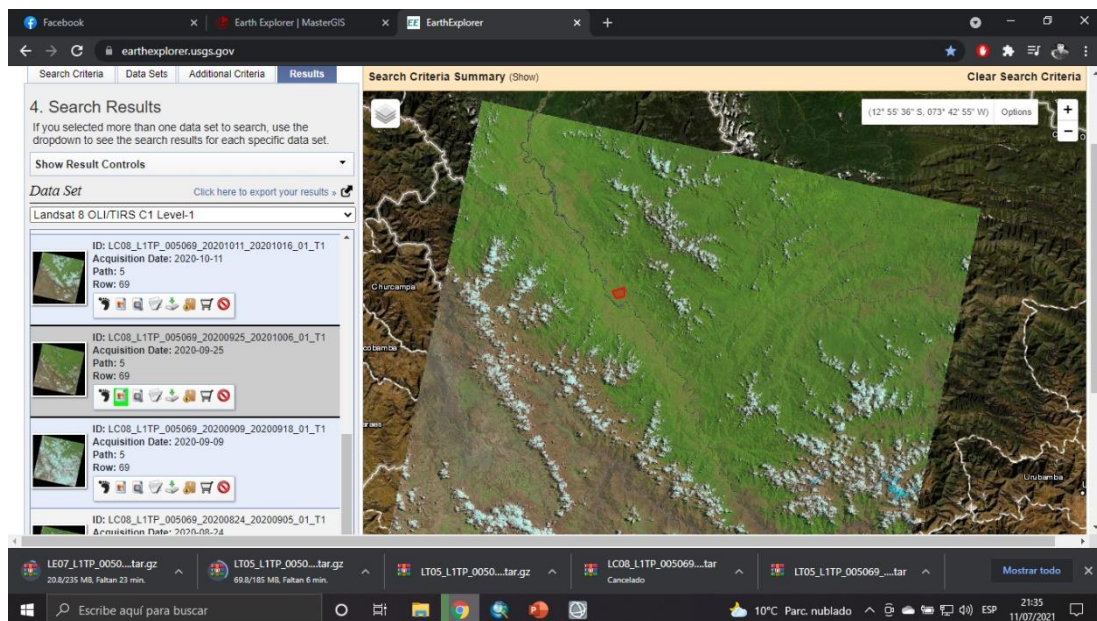


Imagen 2.-Adquisición de la imagen satelital año 2020 de la plataforma USGS:  
LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1

## Anexo 2. Proceso de georeferenciamiento de las imágenes Landsat

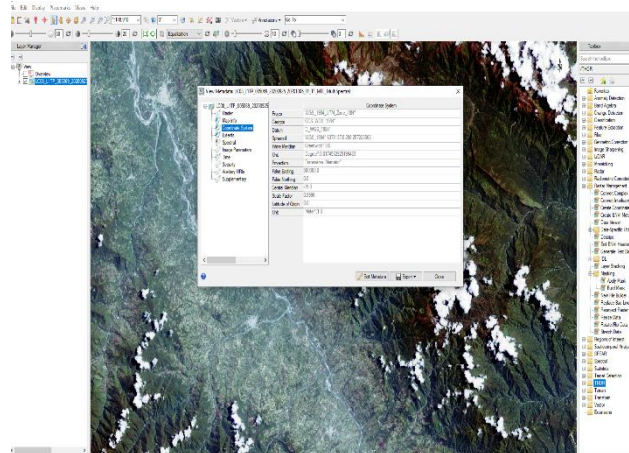


Imagen 3.- Archivo digital crudo con sistema wgs 84 zona 18 N

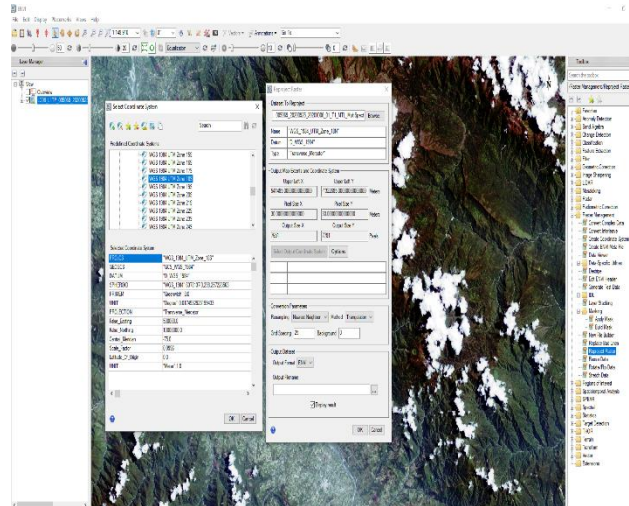


Imagen 4.- Proceso de Georeferenciamiento con la Herramienta “Project Raster”

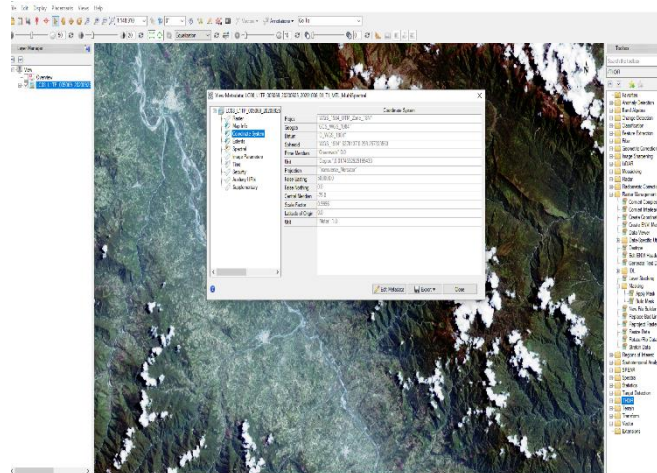


Imagen 5.- Archivo digital georeferenciado al sistema oficial del Perú 18 S



### Anexo 3. Procesamiento Digital de las Imágenes satelitales

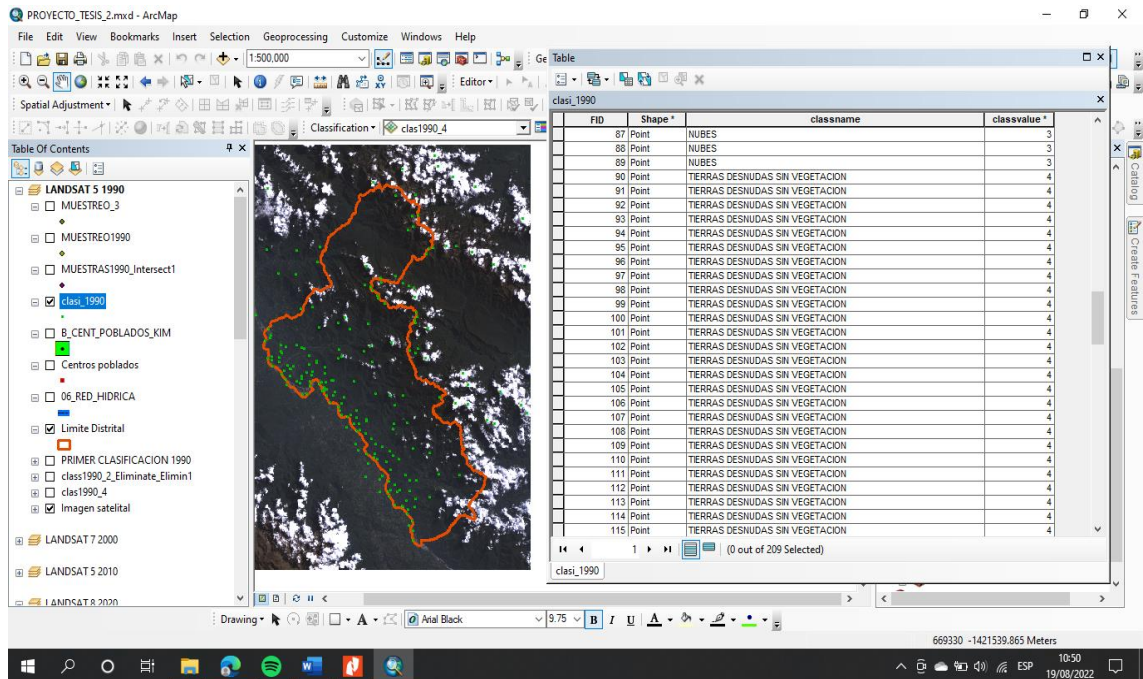


Imagen 6.- Fase de entrenamiento, fase de asignación de clases según para Landsat 5

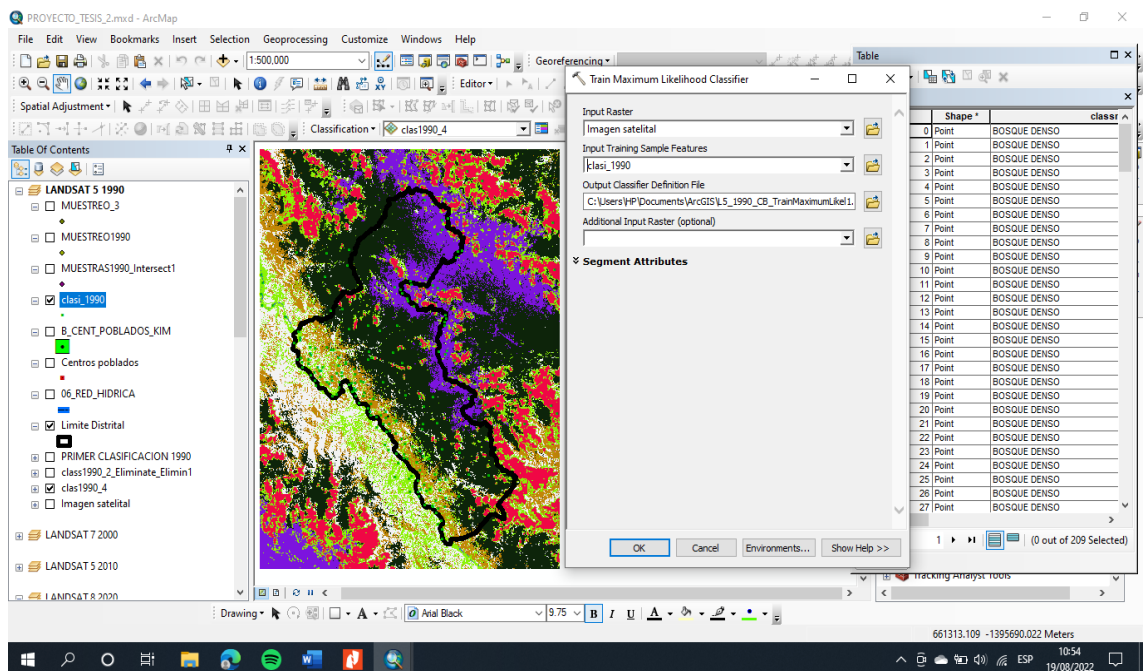


Imagen 7.- Fase de asignación con el algoritmo de clasificación máxima probabilidad, tipo supervisada del Landsat5.

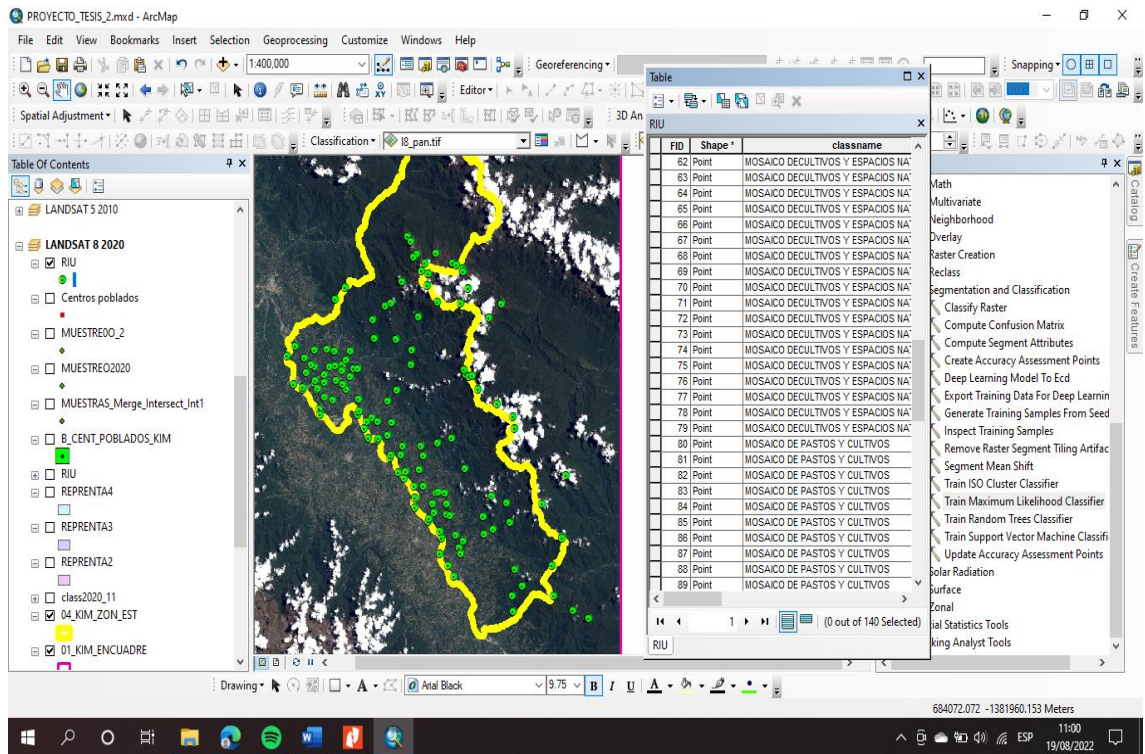


Imagen 8.- Fase de entrenamiento, fase de asignación de clases según para Landsat 8

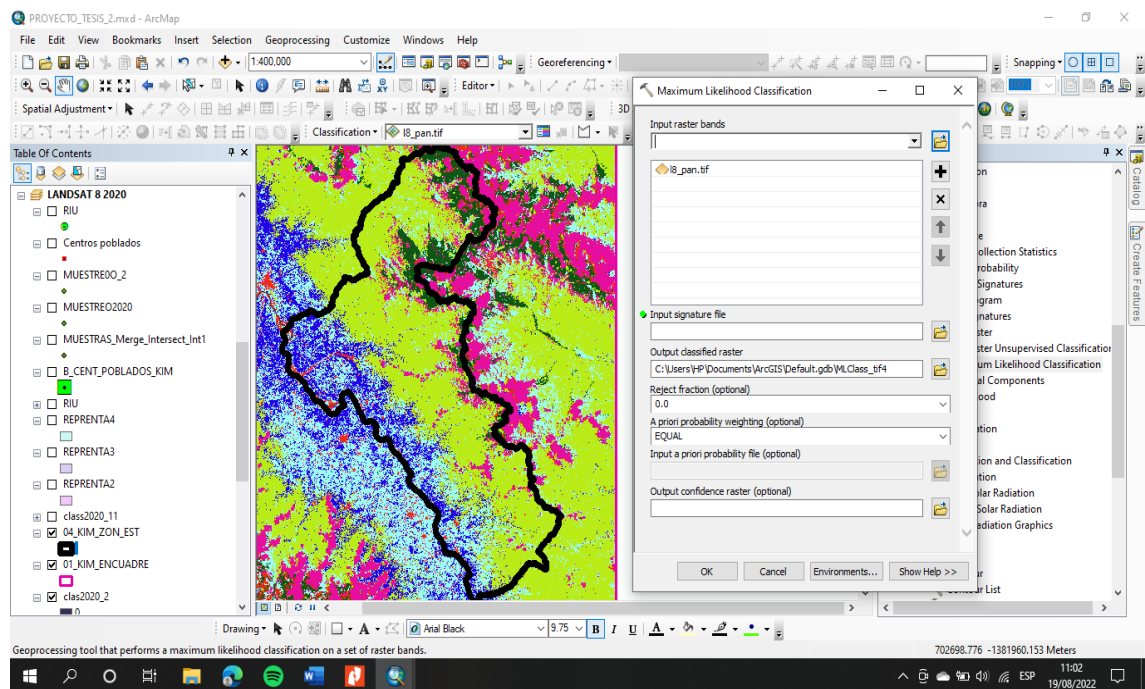


Imagen 9.- Fase de asignación con el algoritmo de clasificación máxima probabilidad, tipo supervisada del Landsat 8.

## Anexo 4. Agrupamiento y edición de imágenes satelitales.

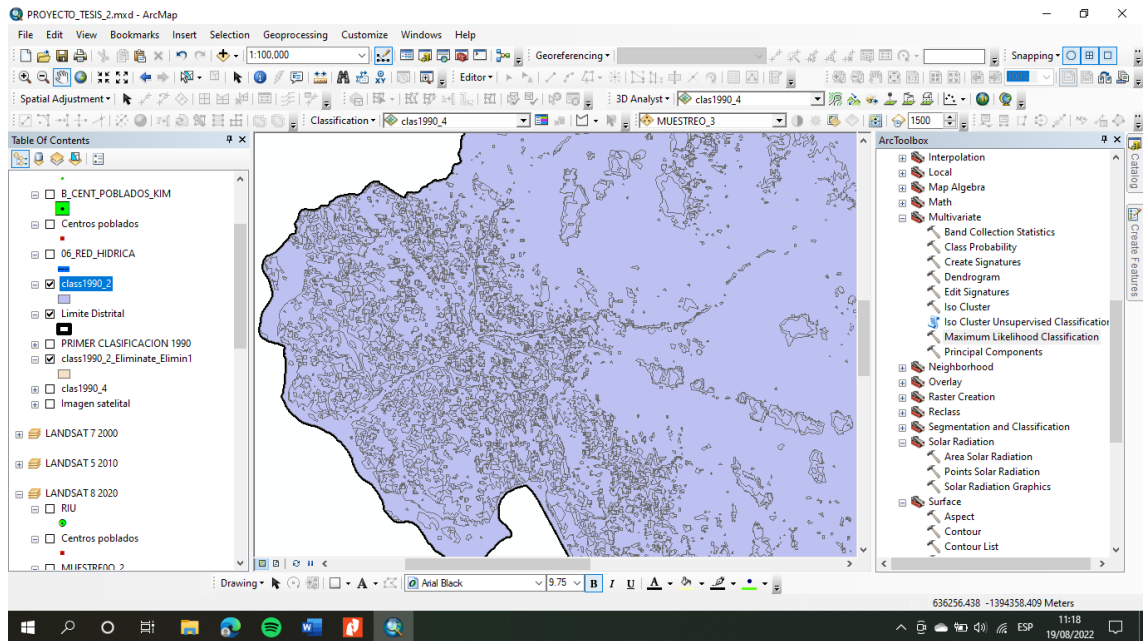


Imagen 10.- procesamiento vectorial, con la herramienta “raster to polygon” para la cuantificación de las coberturas clasificadas Landsat 5.

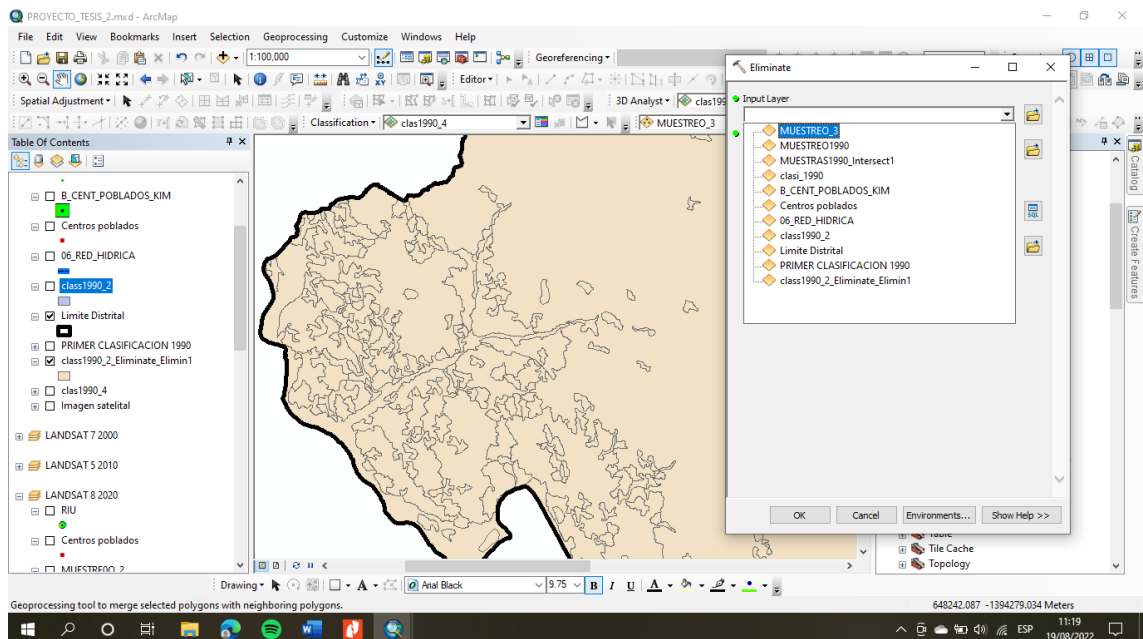


Imagen 11.- geoprocesamiento vectorial, se realiza el suavizado de los polígonos, asimismo se utilizó la herramienta “eliminate” para integrar los polígonos pequeñas a la más representativas según escala 1 : 1000 000, Landsat 5.



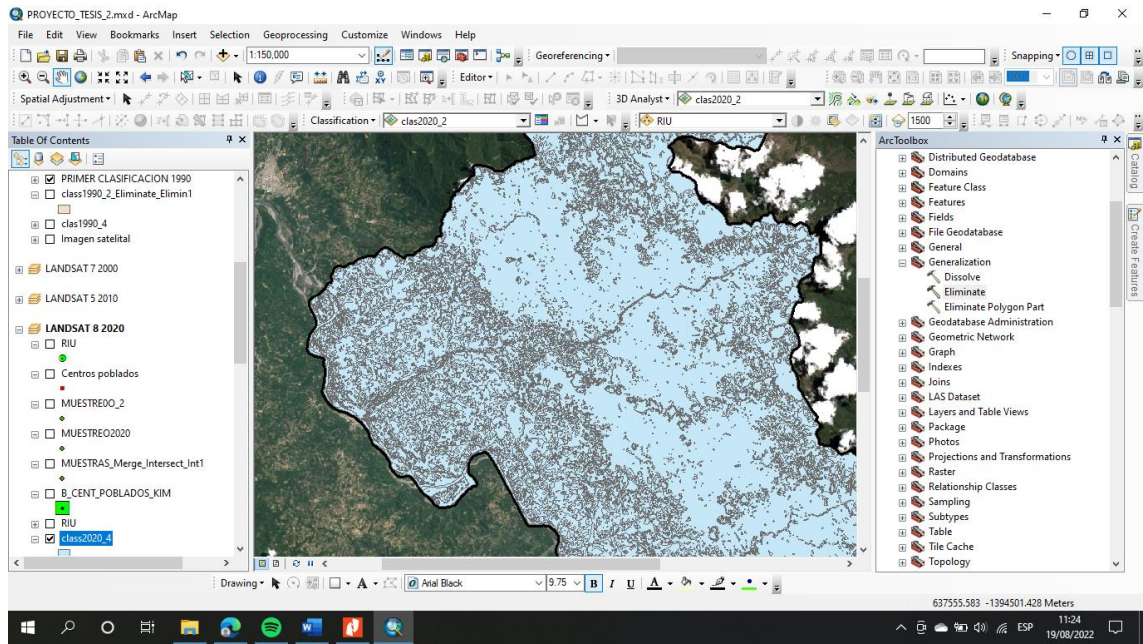


Imagen 12.- procesamiento vectorial, con la herramienta “raster to polygon” para la cuantificación de las coberturas clasificadas Landsat 8.

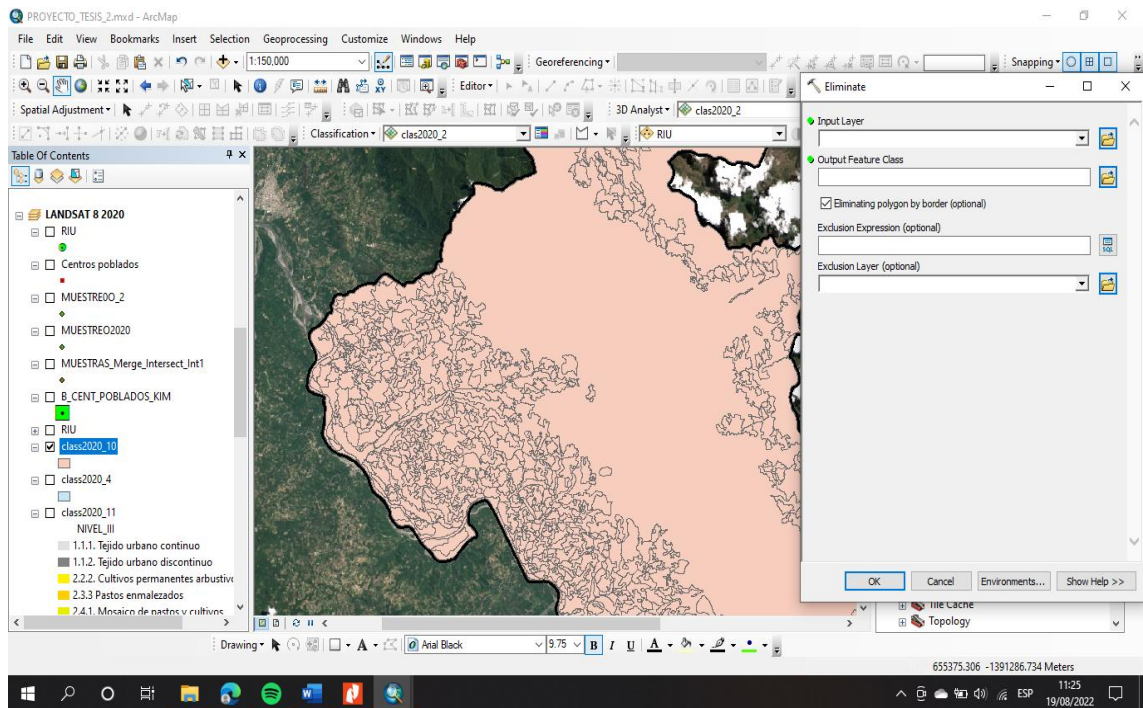


Imagen 12.- geoprosesamiento vectorial, se realiza el suavizado de los polígonos, asimismo se utilizó la herramienta “eliminar” para integrar los polígonos pequeñas a la más representativas según escala 1 : 1000 000, Landsat 8.

Anexo 5. Automatización para el proceso de corrección radiométrica y atmosférica

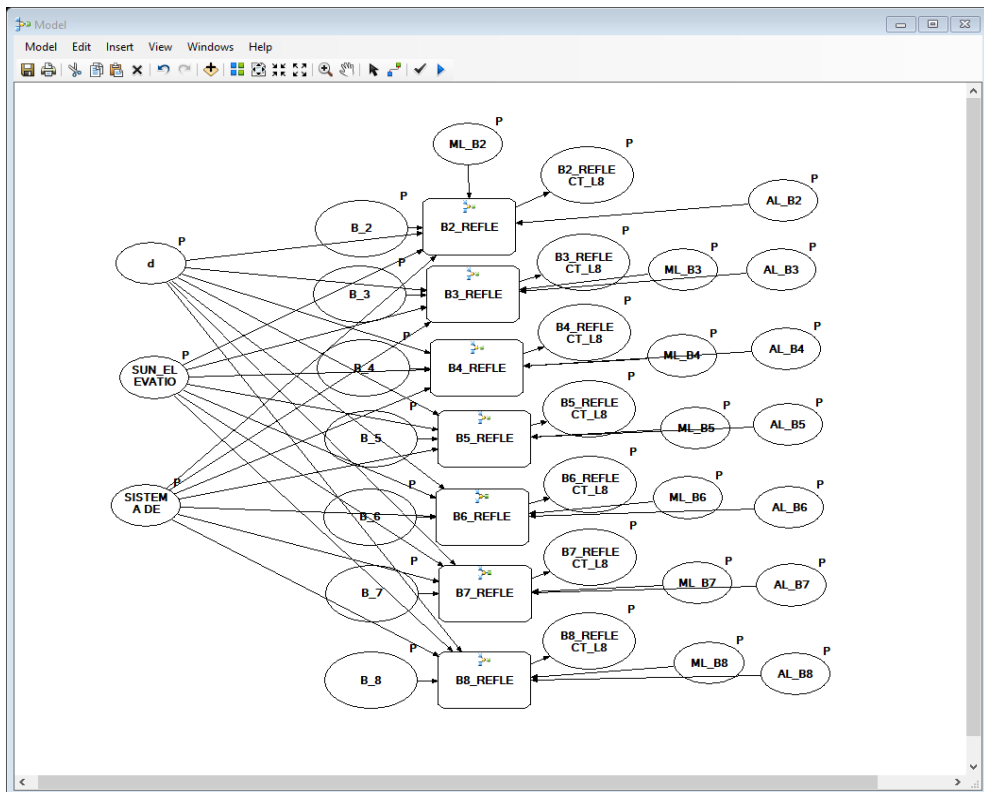


Imagen 13.- Automatización con model builder para la imagen Landsat 5

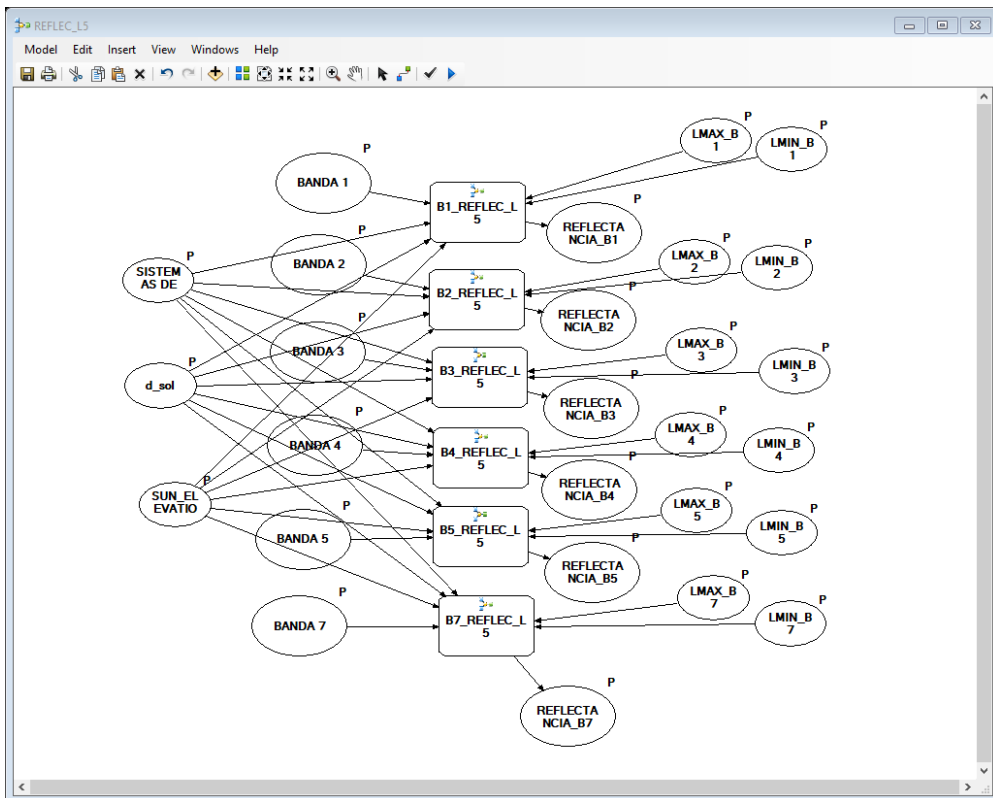


Imagen 14.- Automatización con model builder para la imagen Landsat 8

## Anexo 6. Clasificación de la cobertura y uso de suelo de Kimbiri (1990- 2020)

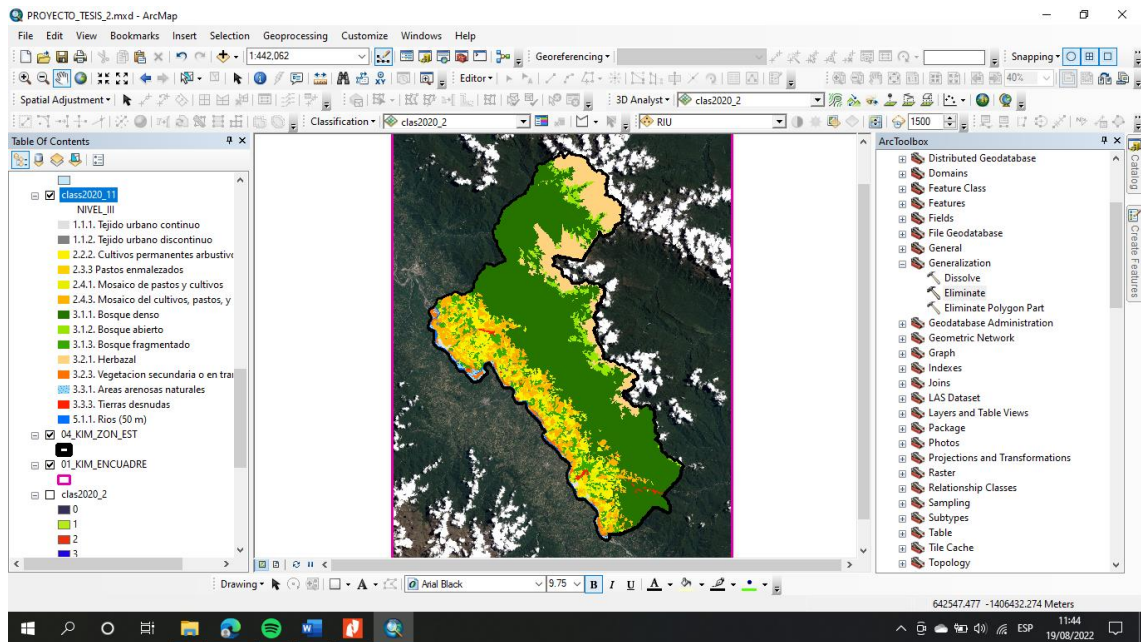


Imagen 15.- clasificación de la cobertura y uso del suelo en el distrito de Kimbiri del año 2020, con la imagen satelital Landsat 8.

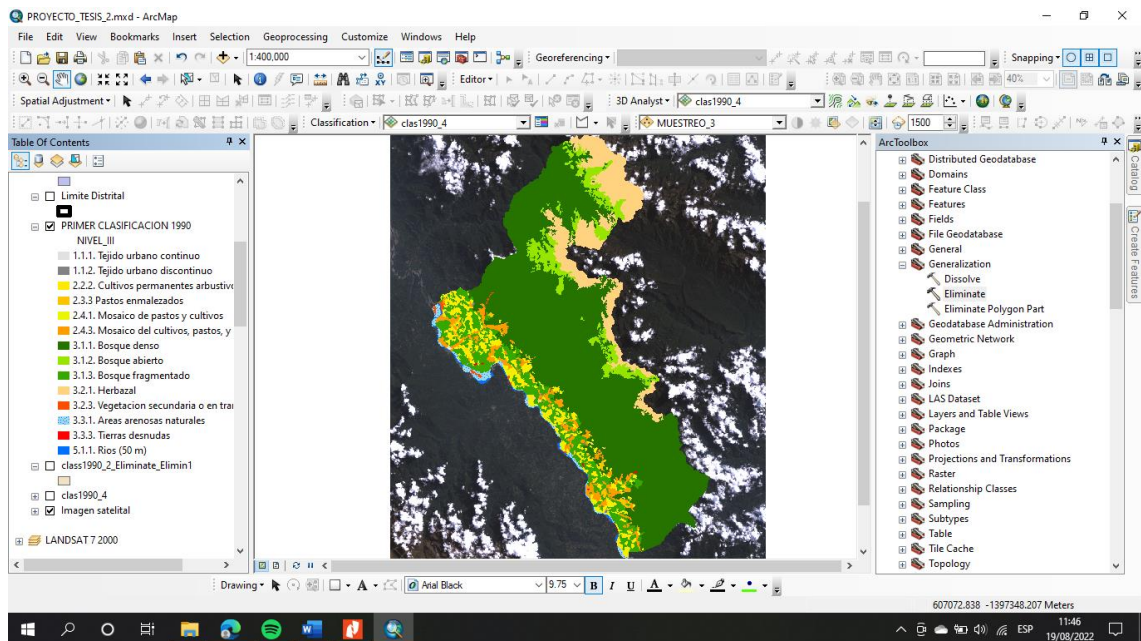


Imagen 16.- clasificación de la cobertura y uso del suelo en el distrito de Kimbiri del año 1990, con la imagen satelital Landsat 5.



## Anexo 7. Matriz de contingencia y cálculo del coeficiente de Kappa.

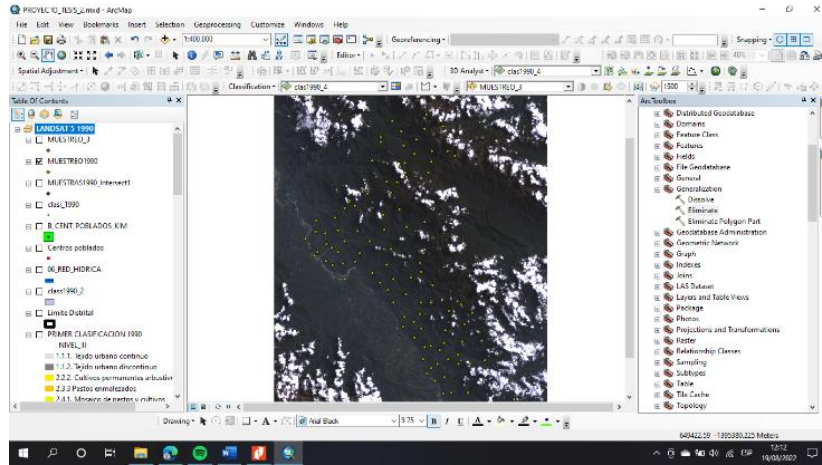


Imagen 17.- Distribución de puntos de muestreo para la validación de puntos – 1990.

Resultado1 [Documento] - IBM SPSS Statistics Viewer

Tabla de contingencia CAMPO \* GABINETE

		GABINETE									
		2.2.2 Cultivos permanentes arbolescos	2.4.1 Mosaico de pastos y cultivos	2.4.3 Mosaico de pastos, y espacios n	3.1.1. Bosque denso	3.1.2. Bosque abierto	3.1.3. Bosque fragmentado	3.2.1. Herbazal	3.3.1. Areas arenosas naturales	5.1.1. Rios (50 m)	Tot
CAMPO	2.2.2 Cultivos permanentes arbolescos y cultivos	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5
	2.4.1 Mosaico de pastos y cultivos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.4.3 Mosaico del cultivos, pastos, y espacios n	0	1	7	1	0	2	0	0	0	0
	3.1.1. Bosque denso	0	0	0	49	4	0	1	0	0	0
	3.1.2. Bosque abierto	0	0	0	2	3	0	1	0	0	0
	3.1.3. Bosque fragmentado	1	0	0	2	0	14	0	0	0	0
	3.2.1. Herbazal	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
	3.3.1. Areas arenosas naturales	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	5.1.1. Rios (50 m)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Total		3	3	7	54	7	16	6	2	2	2

Medidas simétricas

	Valor	Error tipo II	T aproximada <sup>a</sup>	Sig. aproximada <sup>b</sup>
Medida de acuerdo Kappa	.729	.055	13,927	.000
N de casos válidos	100			

Imagen 18.- Tabla de matriz de confusión y coeficiente de Kappa 1990.

ID	Form	Shape	OID	MUESTRA	CID	POINT_X	POINT_Y	COBERTURA	CANTIDAD
1	Point	0	1	851127	43202	851034	14019	3.1.3. Bosque fragmentado	1
2	Point	0	2	851938	275504	851934	47311	3.1.2. Bosque abierto	1
3	Point	0	3	846396	618171	851284	73014	3.1.1. Bosque denso	1
4	Point	0	4	846379	618047	851178	70700	3.2.1. Herbazal	1
5	Point	0	5	844938	451628	851738	35948	3.1.1. Bosque denso	1
6	Point	0	6	844832	533889	852127	36893	3.1.1. Bosque denso	1
7	Point	0	7	844510	146103	851657	14335	3.1.1. Bosque denso	1
8	Point	0	8	854216	548174	851827	41837	3.1.1. Bosque denso	1
9	Point	0	9	852361	595125	851938	35748	3.1.1. Bosque denso	1
10	Point	0	10	851856	344828	852536	42445	2.2.2. Cultivos permanentes arbolescos	1
11	Point	0	11	846330	521470	852023	62610	3.1.1. Bosque denso	1
12	Point	0	12	854739	191888	851184	78212	3.1.1. Bosque denso	1
13	Point	0	13	852423	71788	851381	59672	3.1.3. Bosque fragmentado	1
14	Point	0	14	846359	656647	852135	62430	3.1.3. Bosque fragmentado	1
15	Point	0	15	852061	201718	852061	36387	3.3.1. Areas arenosas naturales	1
16	Point	0	16	851819	197024	854879	58331	2.4.3. Mosaico del cultivos, pastos, y espacios n	1
17	Point	0	17	841325	755568	851916	16396	2.2.2. Cultivos permanentes arbolescos	1
18	Point	0	18	852052	843962	852088	16936	3.1.3. Bosque fragmentado	1
19	Point	0	19	841129	148888	851938	32710	3.1.1. Bosque denso	1
20	Point	0	20	854193	074142	851937	82398	3.1.1. Bosque denso	1
21	Point	0	21	858832	865050	852056	66042	3.1.1. Bosque denso	1
22	Point	0	22	846392	618460	851938	34111	3.1.1. Bosque denso	1
23	Point	0	23	854219	268152	852029	85858	3.1.3. Bosque fragmentado	1
24	Point	0	24	854219	300919	851887	12212	2.4.3. Mosaico del cultivos, pastos, y espacios n	1
25	Point	0	25	843167	653182	851938	17745	3.1.1. Bosque denso	1
26	Point	0	26	851937	298126	854732	89481	5.1.1. Rios (50 m)	1
27	Point	0	27	851784	141259	852056	24670	3.1.3. Bosque fragmentado	1
28	Point	0	28	847174	323361	851938	18676	3.1.1. Bosque denso	1
29	Point	0	29	852056	819148	851938	30396	3.1.1. Areas arenosas naturales	1

Imagen 19.- digitalización de coberturas y usos identificados para el año 1990

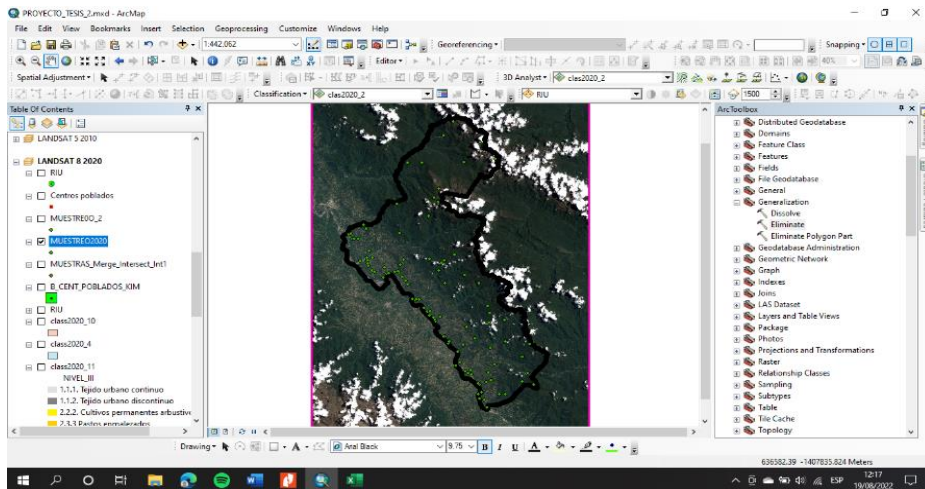


Imagen 20.- puntos identificados en la salida de campo para la validación.

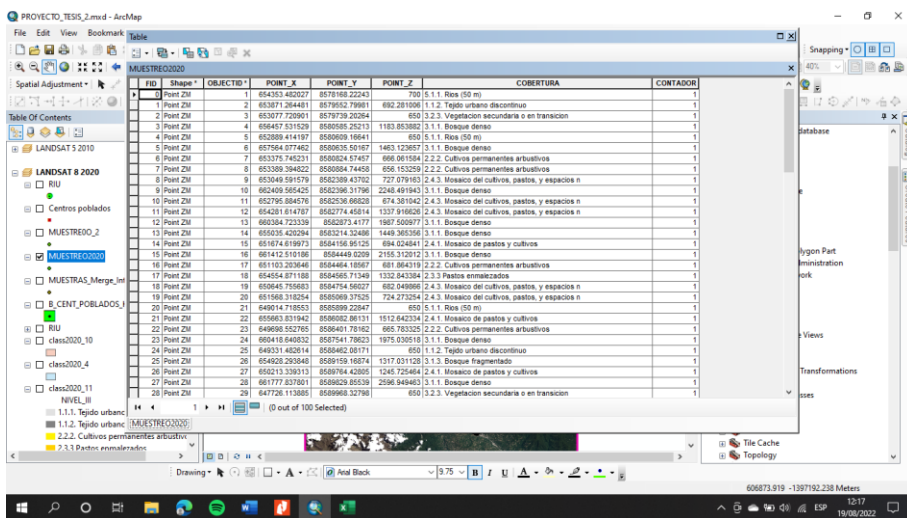


Imagen 21.- digitalización de coberturas y usos identificados para el año 2020

	1.1.1. Tejido urbano continuo	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	2.2.2. Cultivos permanentes arboles	2.3.3. Pastos enmazonados	3.1.1. Bosque denso	3.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.3. Bosque fragmentado	3.2.3. Vegetacion secundaria o en transicion	Total
1.1.1. Tejido urbano continuo	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2.2.2. Cultivos permanentes arboles	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2.3.3. Pastos enmazonados	0	0	0	1	0	0	0	0	1
3.1.1. Bosque denso	0	0	0	0	1	0	0	0	1
3.1.2. Tejido urbano discontinuo	0	0	0	0	0	1	0	0	1
3.1.3. Bosque fragmentado	0	0	0	0	0	0	1	0	1
3.2.3. Vegetacion secundaria o en transicion	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	8

Imagen 18.- Tabla de matriz de confusión y coeficiente de Kappa 2020.

*Anexo 8. Panel fotográfico*



Foto 1.- toma de puntos, identificación de tejido urbano discontinuo, comunidad de Ubiato.



Foto 2.- toma de puntos, cultivos permanentes arbustivos, comunidad de Maquete Seranta.



Foto 3.- toma de puntos, identificación de tejido urbano continuo, Centro poblado de Kimbiri Capital.





Foto 4.- toma de puntos, identificación de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, comunidad de Manitea Baja.



Foto 5.- toma de puntos, identificación de Bosque abierto, comunidad de Chirumpiari.



Foto 6.- Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, sector Camoniato.



Foto 7.- Mosaico de cultivos permanentes, y mosaico de pastos y cultivos, Samaniato.





Foto 8.- Bosque denso, sector de Ivanquiriari.



Foto 9.- Mosaico de pastos y cultivos, sector de Canta Gallo.





Foto 10.- Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, sector de Sampantuari.



Foto 11.- Cultivos permanentes arbustivos y mosaico de pastos y cultivos. Malvinas.





Foto 12.- Cultivos permanentes arbustivos, pastos enmalezados. Sector Los Angeles.



Foto 13.- Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales. Sector de Sol Naciente.





Foto 14.- Bosque denso, sector de Camonachari.



Foto 16.- Cultivos permanentes arbustivos. Sector de Samaniato.



**Anexo 9. Ficha de campo de identificación de cobertura**

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b>		
<b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS</b>		
<b>ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL</b>		
Análisis multitemporal (1990 - 2020) para la evaluación de la variación de la cobertura y uso del suelo en Kimbiri, Cusco - 2021.		
Departamento:	Provincia:	Distrito:
Área de Estudio:		
Centro Poblado:	Comunidad:	
Código asignado GEO MAP:		
Coordenadas Geográficas:		
Altitud:		
Tipo de Cobertura:		
Observaciones:		
Fecha:		
Elaborado por:		

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b>		
<b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS</b>		
<b>ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL</b>		
Análisis multitemporal (1990 - 2020) para la evaluación de la variación de la cobertura y uso del suelo en Kimbiri, Cusco - 2021.		
Departamento: <u>Cusco</u>	Provincia: <u>La Convención</u>	Distrito: <u>Kimbiri</u>
Área de Estudio: <u>Distrito Kimbiri</u>		
Centro Poblado: <u>Malvinas</u>	Comunidad: <u>Malvinas</u>	
Código asignado GEO MAP: <u>0040 - YESH</u>		
Coordenadas Geográficas: <u>Este: 643880 Norte: 8595575</u>		
Altitud: <u>798 m.s.n.m.</u>		
Tipo de Cobertura: <u>Posaños de cultivos, Pastos y espacios naturales.</u>		
Observaciones: <u>Se visualiza tejido urbano discontinuo, las comunidades de malvinas colindan con la comunidad de progreso, al mismo se observa cultivos de: cacao, coca, plátano, naranja y bananos.</u>		
Fecha: <u>07 de marzo de 2022</u>		
Elaborado por: <u>Yessan Esmita Santacruz Huaman.</u>		

## Anexo 10. Metadata de las imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8

```
METADATA LANDSAT 5
GROUP - L1_METADATA_FILE
GROUP - METADATA_FILE_INFO
  ORIGIN - "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
  REQUEST_ID - "0501701281051_19968"
  LANDSAT_SCENE_ID - "LT50050691990218CUB00"
  LANDSAT_PRODUCT_ID - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1"
  COLLECTION_NUMBER - 01
  FILE_DATE - 2017-01-29T00:44:22Z
  STATION_ID - "CUB"
  PROCESSING_SOFTWARE_VERSION - "LPGS_12.8.3"
  DATA_CATEGORY - "NOMINAL"
END_GROUP - METADATA_FILE_INFO
GROUP - PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE - "L1TP"
  DATA_TYPE_L0RP - "TMR_L0RP"
  COLLECTION_CATEGORY - "T1"
  ELEVATION_SOURCE - "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT - "GEOTIFF"
  EPHEMERIS_TYPE - "DEFINITIVE"
  SPACECRAFT_ID - "LANDSAT_5"
  SENSOR_ID - "TM"
  SENSOR_MODE - "SAM"
  WRS_PATH - 005
  WRS_ROW - 069
  DATE_ACQUIRED - 1990-08-06
  SCENE_CENTER_TIME - "14:18:59.3010380Z"
  CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT - 536400.000
  CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT - -1334100.000
  CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT - 770700.000
  CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT - -1334100.000
  CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT - 536400.000
  CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT - -1543500.000
  CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT - 770700.000
  CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT - -1543500.000
  REFLECTIVE_LINES - 6981
  REFLECTIVE_SAMPLES - 7811
  THERMAL_LINES - 6981
  THERMAL_SAMPLES - 7811
  FILE_NAME_BAND_1 - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_B1.TIF"
  FILE_NAME_BAND_2 - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_B2.TIF"
  FILE_NAME_BAND_3 - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_B3.TIF"
  FILE_NAME_BAND_4 - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_B4.TIF"
  FILE_NAME_BAND_5 - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_B5.TIF"
  FILE_NAME_BAND_6 - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_B6.TIF"
  FILE_NAME_BAND_7 - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_B7.TIF"
  FILE_NAME_BAND_QUALITY - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_BQA.TIF"
  GROUND_CONTROL_POINT_FILE_NAME -
  "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_GCP.txt"
  ANGLE_COEFFICIENT_FILE_NAME - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_ANG.txt"
  REPORT_VERIFY_FILE_NAME - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_VER.txt"
  BROWSE_VERIFY_FILE_NAME - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_VER.jpg"
  METADATA_FILE_NAME - "LT05_L1TP_005069_19900806_20170129_01_T1_MTL.txt"
  CPF_NAME - "LT05CPF_19900701_19900930_01.03"
END_GROUP - PRODUCT_METADATA
GROUP - IMAGE_ATTRIBUTES
  CLOUD_COVER - 8.00
  CLOUD_COVER_LAND - 8.00
  IMAGE_QUALITY - 9
  SUN_AZIMUTH - 54.39679111
  SUN_ELEVATION - 40.32227024
  EARTH_SUN_DISTANCE - 1.0142395
  SATURATION_BAND_1 - "Y"
  SATURATION_BAND_2 - "Y"
```

SATURATION\_BAND\_3 = "Y"  
 SATURATION\_BAND\_4 = "Y"  
 SATURATION\_BAND\_5 = "Y"  
 SATURATION\_BAND\_6 = "N"  
 SATURATION\_BAND\_7 = "Y"  
 GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERSION = 4  
 GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 152  
 GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 5.120  
 GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 4.393  
 GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 2.629  
 GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERIFY = 2530  
 GEOMETRIC\_RMSE\_VERIFY = 0.197  
 GEOMETRIC\_RMSE\_VERIFY\_QUAD\_UL = 0.223  
 GEOMETRIC\_RMSE\_VERIFY\_QUAD\_UR = 0.224  
 GEOMETRIC\_RMSE\_VERIFY\_QUAD\_LL = 0.181  
 GEOMETRIC\_RMSE\_VERIFY\_QUAD\_LR = 0.179  
 END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
 GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 169.000  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -1.520  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 333.000  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -2.840  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 264.000  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -1.170  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 221.000  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -1.510  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 30.200  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.370  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 15.303  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = 1.238  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 16.500  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.150  
 END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
 GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 0.280945  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.002527  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 0.611800  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.005218  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 0.572596  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.002538  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 0.691390  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.004724  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 0.465636  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.005705  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 0.648383  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.005894  
 END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
 GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
 QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 255  
 QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1  
 QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 255  
 QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1  
 QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 255  
 QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1  
 QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 255  
 QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1  
 QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 255  
 QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1  
 QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6 = 255  
 QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6 = 1  
 QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 255  
 QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1  
 END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
 GROUP = PRODUCT\_PARAMETERS



```

CORRECTION_GAIN_BAND_1 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_2 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_3 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_4 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_5 = "CPF"
CORRECTION_GAIN_BAND_6 = "INTERNAL_CALIBRATION"
CORRECTION_GAIN_BAND_7 = "CPF"
CORRECTION_BIAS_BAND_1 = "CPF"
CORRECTION_BIAS_BAND_2 = "CPF"
CORRECTION_BIAS_BAND_3 = "CPF"
CORRECTION_BIAS_BAND_4 = "CPF"
CORRECTION_BIAS_BAND_5 = "CPF"
CORRECTION_BIAS_BAND_6 = "CPF"
CORRECTION_BIAS_BAND_7 = "CPF"
END_GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 6.7134E-01
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.3222E+00
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.0440E+00
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 8.7602E-01
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 1.2035E-01
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 5.5375E-02
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 6.5551E-02
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -2.19134
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -4.16220
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -2.21398
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -2.38602
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -0.49035
RADIANCE_ADD_BAND_6 = 1.18243
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -0.21555
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 1.1160E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.4292E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.2643E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.7406E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 1.8557E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.5759E-03
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.003643
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.007647
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.004802
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.007465
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.007560
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.008470
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_6 = 607.76
K2_CONSTANT_BAND_6 = 1260.56
END_GROUP = THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 18
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
MAP_PROJECTION_LORA = "NA"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

**METADATA LANDSAT 8**

GROUP - L1\_METADATA\_FILE  
GROUP - METADATA\_FILE\_INFO  
ORIGIN - "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"  
REQUEST\_ID - "P700g0puksluw\_00019"  
LANDSAT\_SCENE\_ID - "LC80050692020269LGN00"  
LANDSAT\_PRODUCT\_ID - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1"  
COLLECTION\_NUMBER - 01  
FILE\_DATE - 2020-10-06T23:47:12Z  
STATION\_ID - "LGN"  
PROCESSING\_SOFTWARE\_VERSION - "LPGS\_13.1.0"  
END\_GROUP - METADATA\_FILE\_INFO  
GROUP - PRODUCT\_METADATA  
DATA\_TYPE - "L1TP"  
COLLECTION\_CATEGORY - "T1"  
ELEVATION\_SOURCE - "GLS2000"  
OUTPUT\_FORMAT - "GEOTIFF"  
SPACECRAFT\_ID - "LANDSAT\_8"  
SENSOR\_ID - "OLI\_TIRS"  
WRS\_PATH - 5  
WRS\_ROW - 69  
NADIR\_OFFNADIR - "NADIR"  
TARGET\_WRS\_PATH - 5  
TARGET\_WRS\_ROW - 69  
DATE\_ACQUIRED - 2020-09-25  
SCENE\_CENTER\_TIME - "14:59:17.1337750Z"  
PANCHROMATIC\_LINES - 15561  
PANCHROMATIC\_SAMPLES - 15301  
REFLECTIVE\_LINES - 7781  
REFLECTIVE\_SAMPLES - 7651  
THERMAL\_LINES - 7781  
THERMAL\_SAMPLES - 7651  
FILE\_NAME\_BAND\_1 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_B11.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_BQA.TIF"  
ANGLE\_COEFFICIENT\_FILE\_NAME - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_ANG.txt"  
METADATA\_FILE\_NAME - "LC08\_L1TP\_005069\_20200925\_20201006\_01\_T1\_MTL.txt"  
CPF\_NAME - "LC08CPF\_20200701\_20200930\_01.02"  
BPF\_NAME\_OLI - "L08BPF20200925143157\_20200925161003.01"  
BPF\_NAME\_TIRS - "L78BPF20200916105511\_20201002071648.01"  
RLUT\_FILE\_NAME - "LC08RLUT\_20150303\_20431231\_01\_12.h5"  
END\_GROUP - PRODUCT\_METADATA  
GROUP - IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER - 12.31  
CLOUD\_COVER\_LAND - 12.31  
IMAGE\_QUALITY\_OLI - 9  
IMAGE\_QUALITY\_TIRS - 9  
TIRS\_SSM\_MODEL - "FINAL"  
TIRS\_SSM\_POSITION\_STATUS - "ESTIMATED"  
TIRS\_STRAY\_LIGHT\_CORRECTION\_SOURCE - "TIRS"  
ROLL\_ANGLE - -0.001  
SUN\_AZIMUTH - 67.98516667  
SUN\_ELEVATION - 61.12350628  
EARTH\_SUN\_DISTANCE - 1.0027089  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERSION - 4

GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 249  
 GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 8.688  
 GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 6.126  
 GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 6.161  
 GROUND\_CONTROL\_POINTS\_VERIFY = 105  
 GEOMETRIC\_RMSE\_VERIFY = 5.907  
 TRUNCATION\_OLI = "UPPER"  
 END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
 GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 755.96143  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -62.42754  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 774.11371  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -63.92656  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 713.33917  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -58.90778  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 601.52777  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -49.67436  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 368.10501  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -30.39823  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 91.54436  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.55976  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.85535  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.54804  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 680.76385  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -56.21770  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 143.86378  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.88032  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033  
 RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180  
 RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033  
 END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
 GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980  
 REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700  
 REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980  
 END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
 GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
 END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
 GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_1 = 1.2488E-02  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_2 = 1.2788E-02  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_3 = 1.1784E-02  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_4 = 9.9369E-03  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_5 = 6.0809E-03  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_6 = 1.5123E-03  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 5.0971E-04  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 1.1246E-02  
 RADIANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.3765E-03



```
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -62.44003
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -63.93935
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -58.91956
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -49.68430
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.40431
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.56128
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.54855
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -56.22895
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.88269
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.10000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 18
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```



**Anexo 11. Muestras para la validación de la clasificación**

<b>NÚMERO DE MUESTRAS TOMADOS EN CAMPO PARA LA VALIDACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO AÑO 2020</b>				
<b>Nº DE MUESTRA</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>	<b>TIPO DE COBERTURA</b>
1	632502	8605104	652	1.1.1. Tejido urbano continuo
2	640359	8601525	674	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
3	641520	8598162	600	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
4	644416	8595129	650	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
5	649331	8588462	650	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
6	653871	8579553	692	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
7	631030	8609205	600	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
8	643507	8596529	622	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
9	644123	8595753	650	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
10	646328	8594889	805	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
11	645340	8594329	650	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
12	645101	8594754	650	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
13	636662	8603932	943	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
14	631393	8609235	650	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
15	653376	8580825	666	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
16	653389	8580885	656	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
17	639964	8605400	1223	3.1.3. Bosque fragmentado
18	637095	8602855	766	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
19	637454	8602967	695	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
20	634632	8605683	800	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
21	633928	8604245	748	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
22	633750	8604627	750	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
23	633776	8605249	700	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
24	636454	8602089	800	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
25	642126	8597916	635	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
26	642208	8598156	649	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
27	633090	8611846	1135	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
28	638512	8603158	741	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
29	634946	8603201	650	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
30	649699	8586402	666	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
31	651103	8584464	682	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
32	651675	8584157	694	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos
33	651568	8585069	724	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
34	654555	8584566	1333	2.3.3 Pastos enmalezados
35	655664	8586083	1513	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos
36	650213	8589764	1246	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos
37	639797	8602248	648	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
38	639098	8603048	658	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
39	639058	8603258	687	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos
40	640653	8600808	689	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n
41	630519	8610097	600	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos
42	630796	8610123	600	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos
43	634461	8603446	690	3.1.3. Bosque fragmentado
44	644521	8595960	707	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n
45	645492	8593991	650	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n

46	650646	8584755	682	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n
47	653050	8582389	727	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios n
48	652796	8582537	674	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
49	633495	8611087	1069	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
50	639448	8604441	1152	3.1.1. Bosque denso
51	633617	8605687	668	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
52	654282	8582774	1338	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
53	642615	8597966	655	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
54	633996	8606963	747	3.1.3. Bosque fragmentado
55	656458	8580585	1184	3.1.1. Bosque denso
56	657564	8580636	1463	3.1.1. Bosque denso
57	662410	8582396	2248	3.1.1. Bosque denso
58	660385	8582873	1988	3.1.1. Bosque denso
59	655035	8583214	1449	3.1.1. Bosque denso
60	660419	8587542	1975	3.1.1. Bosque denso
61	654928	8589159	1317	3.1.3. Bosque fragmentado
62	661778	8589830	2597	3.1.1. Bosque denso
63	657559	8590314	1966	3.1.1. Bosque denso
64	652303	8590839	1531	3.1.1. Bosque denso
65	650799	8592972	1673	3.1.1. Bosque denso
66	654707	8593853	2453	3.1.1. Bosque denso
67	657372	8594317	2316	3.1.1. Bosque denso
68	654817	8595601	2575	3.1.1. Bosque denso
69	654484	8596882	2719	3.1.1. Bosque denso
70	652992	8601010	2630	3.1.1. Bosque denso
71	647155	8601081	1564	3.1.1. Bosque denso
72	650505	8602590	2404	3.1.1. Bosque denso
73	646089	8603386	1836	3.1.1. Bosque denso
74	646476	8604757	2200	3.1.1. Bosque denso
75	646975	8605218	2052	3.1.1. Bosque denso
76	644373	8605520	2057	3.1.1. Bosque denso
77	648705	8606274	2448	3.1.1. Bosque denso
78	639235	8610274	1959	3.1.1. Bosque denso
79	644345	8613494	2551	3.1.1. Bosque denso
80	638767	8615632	0	3.1.1. Bosque denso
81	643177	8623250	0	3.1.1. Bosque denso
82	640718	8623271	0	3.1.1. Bosque denso
83	650427	8623335	0	3.1.1. Bosque denso
84	646857	8628275	0	3.1.1. Bosque denso
85	632169	8609216	687	3.1.3. Bosque fragmentado
86	645973	8616049	0	3.2.1. Herbazal
87	645207	8616829	0	3.2.1. Herbazal
88	646063	8618479	0	3.2.1. Herbazal
89	655821	8623990	0	3.2.1. Herbazal
90	653204	8627052	0	3.2.1. Herbazal
91	648524	8630848	0	3.2.1. Herbazal
92	647726	8589968	650	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición

93	647777	8590308	650	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
94	647086	8591192	650	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
95	646910	8591270	650	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
96	653078	8579739	650	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
97	661413	8584449	2155	3.3.3. Tierras desnudas
98	649015	8585899	650	5.1.1. Ríos (50 m)
99	652889	8580609	650	5.1.1. Ríos (50 m)
100	654353	8578168	700	5.1.1. Ríos (50 m)



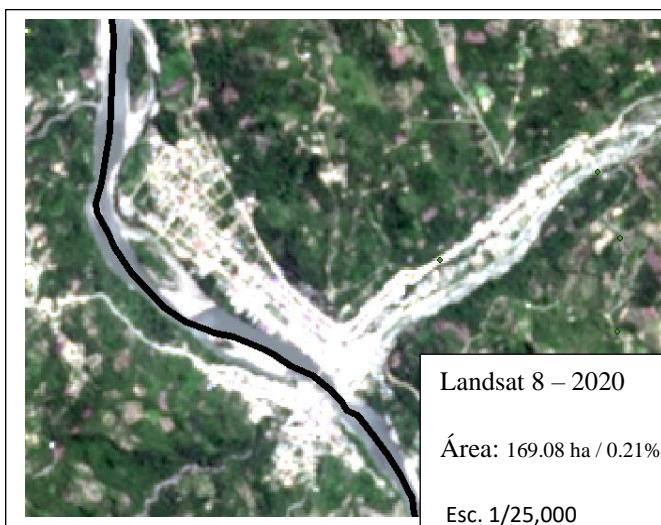
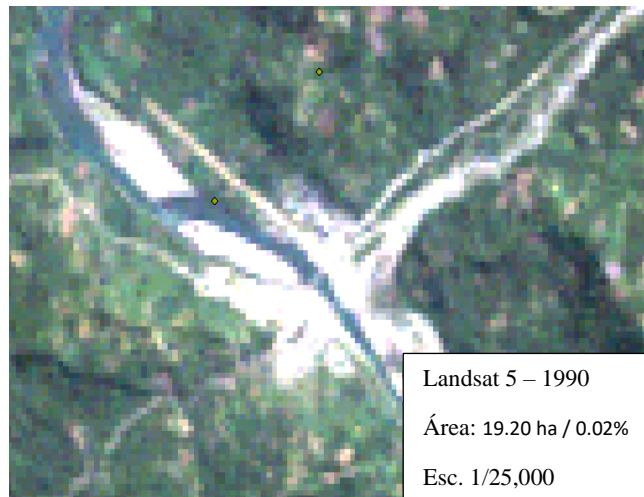
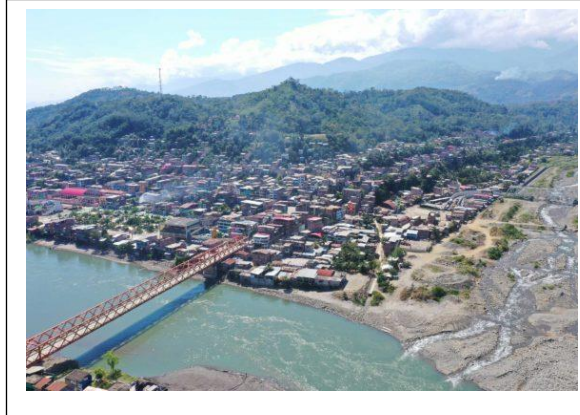
**NUMERO DE MUESTRAS TOMADOS EN IMÁGENES SATELITALES DE GOOGLE EARTH PRO PARA LA VALIDACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO AÑO 1990**

<b>Nº DE MUESTRA</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>TIPO DE COBERTURA</b>
1	631667	8605386	2.4.1. Mosaico de pastos y cultivos
2	641326	8601615	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
3	634329	8602980	3.1.3. Bosque fragmentado
4	633249	8606785	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
5	633104	8603772	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
6	654274	8578807	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
7	632997	8608623	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
8	635253	8609146	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
9	636376	8607301	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
10	654621	8586496	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
11	651620	8584977	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
12	634204	8606123	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
13	644009	8598736	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
14	652745	8585660	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
15	651575	8588810	3.1.3. Bosque fragmentado
16	656844	8596158	3.1.2. Bosque abierto
17	644532	8605927	3.1.1. Bosque denso
18	650516	8610697	3.1.1. Bosque denso
19	639761	8616360	3.1.1. Bosque denso
20	646386	8626659	3.1.1. Bosque denso
21	634740	8611348	3.1.1. Bosque denso
22	647121	8619285	3.1.1. Bosque denso
23	654119	8591558	3.1.1. Bosque denso
24	658083	8580567	3.1.1. Bosque denso
25	646805	8624085	3.1.1. Bosque denso
26	643408	8609246	3.1.1. Bosque denso
27	647174	8597908	3.1.1. Bosque denso
28	638679	8609117	3.1.1. Bosque denso
29	649871	8591952	3.1.1. Bosque denso
30	658834	8594700	3.1.1. Bosque denso
31	638177	8613516	3.1.1. Bosque denso
32	642794	8624707	3.1.1. Bosque denso
33	658414	8585630	3.1.1. Bosque denso
34	653909	8589361	3.1.1. Bosque denso
35	637244	8614403	3.1.1. Bosque denso
36	661030	8586273	3.1.1. Bosque denso
37	656327	8587336	3.1.1. Bosque denso
38	640826	8607266	3.1.1. Bosque denso
39	639082	8605172	3.1.1. Bosque denso
40	648073	8600880	3.1.1. Bosque denso
41	647264	8609853	3.1.1. Bosque denso
42	651830	8599530	3.1.1. Bosque denso
43	648673	8622615	3.1.1. Bosque denso
44	647035	8621059	3.1.1. Bosque denso
45	649847	8601903	3.1.1. Bosque denso
46	657465	8592627	3.1.1. Bosque denso
47	653128	8588108	3.1.1. Bosque denso
48	642695	8599939	3.1.3. Bosque fragmentado

49	643164	8611942	3.1.1. Bosque denso
50	649629	8594461	3.1.1. Bosque denso
51	651545	8596498	3.1.1. Bosque denso
52	644801	8628458	3.1.1. Bosque denso
53	651634	8621211	3.1.1. Bosque denso
54	650278	8605153	3.1.1. Bosque denso
55	645020	8600644	3.1.1. Bosque denso
56	641229	8621477	3.1.1. Bosque denso
57	656429	8585711	3.1.1. Bosque denso
58	642799	8625606	3.1.1. Bosque denso
59	654699	8595000	3.1.1. Bosque denso
60	643777	8603102	3.1.1. Bosque denso
61	657007	8589627	3.1.1. Bosque denso
62	649679	8603422	3.1.1. Bosque denso
63	646151	8620362	3.1.1. Bosque denso
64	636405	8613108	3.1.1. Bosque denso
65	640403	8615644	3.1.1. Bosque denso
66	647315	8618566	3.1.2. Bosque abierto
67	649856	8596435	3.1.1. Bosque denso
68	650439	8627069	3.1.2. Bosque abierto
69	646007	8612895	3.1.1. Bosque denso
70	644596	8615799	3.1.1. Bosque denso
71	643788	8617784	3.1.2. Bosque abierto
72	651088	8619335	3.1.2. Bosque abierto
73	651770	8623155	3.1.1. Bosque denso
74	649026	8625128	3.1.1. Bosque denso
75	631439	8610845	3.1.3. Bosque fragmentado
76	631354	8608957	3.1.3. Bosque fragmentado
77	635244	8605386	3.1.3. Bosque fragmentado
78	636051	8603387	3.1.3. Bosque fragmentado
79	638161	8603700	3.1.3. Bosque fragmentado
80	646845	8593970	3.1.3. Bosque fragmentado
81	648551	8593136	3.1.3. Bosque fragmentado
82	648660	8590370	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
83	650489	8588621	3.1.3. Bosque fragmentado
84	650893	8584032	2.4.3. Mosaico del cultivo, pastos, y espacios naturales
85	653778	8580450	3.1.3. Bosque fragmentado
86	655127	8580584	3.1.3. Bosque fragmentado
87	653951	8583305	3.1.3. Bosque fragmentado
88	650163	8586478	3.1.3. Bosque fragmentado
89	646661	8592288	3.1.3. Bosque fragmentado
90	645010	8596436	3.1.3. Bosque fragmentado
91	645571	8617629	3.2.1. Herbazal
92	654487	8623166	3.1.2. Bosque abierto
93	653612	8627437	3.2.1. Herbazal
94	650764	8629593	3.2.1. Herbazal
95	655747	8622291	3.2.1. Herbazal
96	651654	8612935	3.1.1. Bosque denso
97	636361	8600648	3.3.1. Areas arenosas naturales
98	629566	8607686	3.3.1. Areas arenosas naturales
99	631067	8604721	5.1.1. Rios (50 m)
100	652296	8582672	5.1.1. Rios (50 m)

Anexo 12. Clasificación de cobertura y uso del suelo en el distrito de Kimbiri

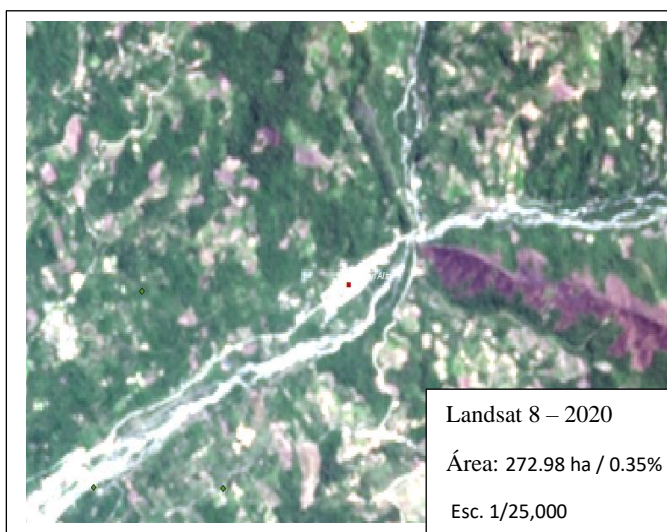
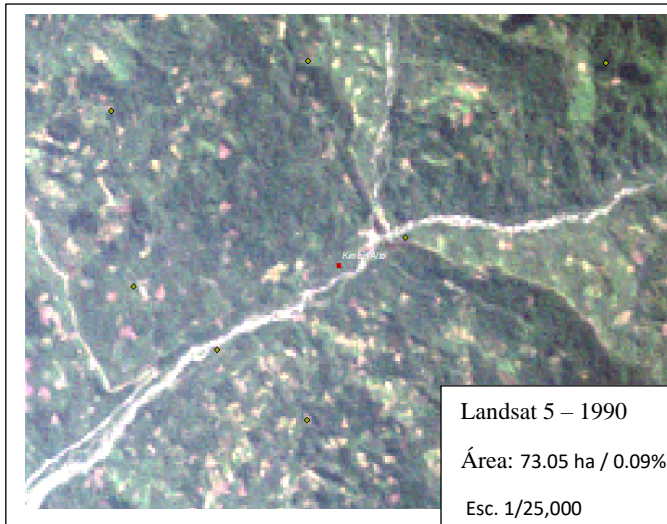
1.1.1. Tejido urbano continuo



En las siguientes imágenes satelitales se observa el crecimiento del tejido urbano continuo, y según el análisis multitemporal para el año 1990, solo el centro poblado de Kimbiri tenía una superficie de 19.20 ha (0.02%) y que para el año 2020 tuvo un crecimiento de 169.08 ha (0.21%), con una variación positiva de 149.87 ha, asimismo, se observa la clase de mosaico de cultivo, pastos y espacios naturales un 85.21 ha pasaron ser parte del tejido urbano continuo en el periodo de 30.16 años.



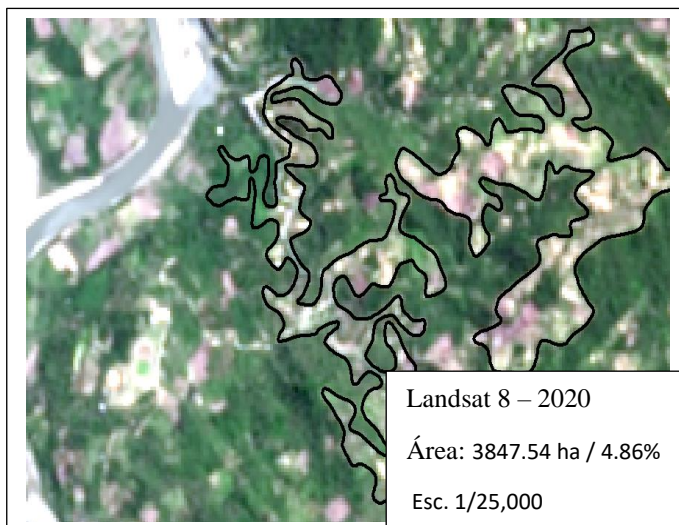
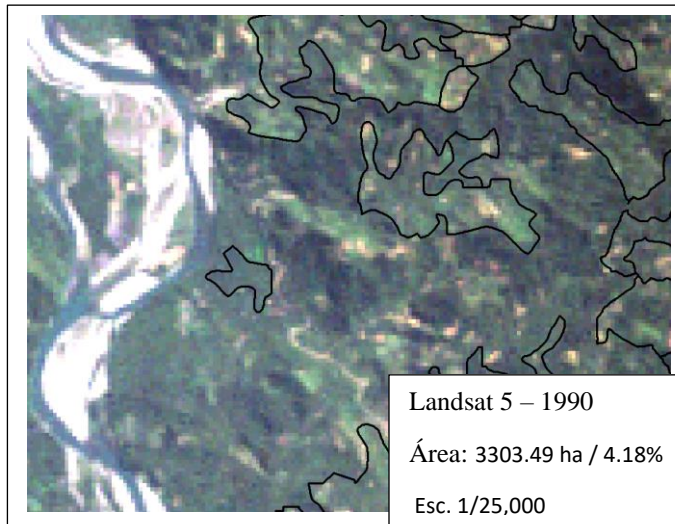
### 1.1.2. Tejido urbano discontinuo



Como se observa en las imágenes satelitales se visualiza un crecimiento positivo del tejido urbano discontinuo, en el año 1990 se identificó una superficie de 73.05 ha (0.09%) y que para el 2020 pasa a tener un 272.98 ha (035%). Las comunidades que presentaron mayor crecimiento son: Malvinas, Samaniato, Progreso, Kimbiri Alto y otros.

Por otro lado se observa que, las clase de bosque denso un 88.56 ha paso a forma parte del tejido urbano discontinuo.

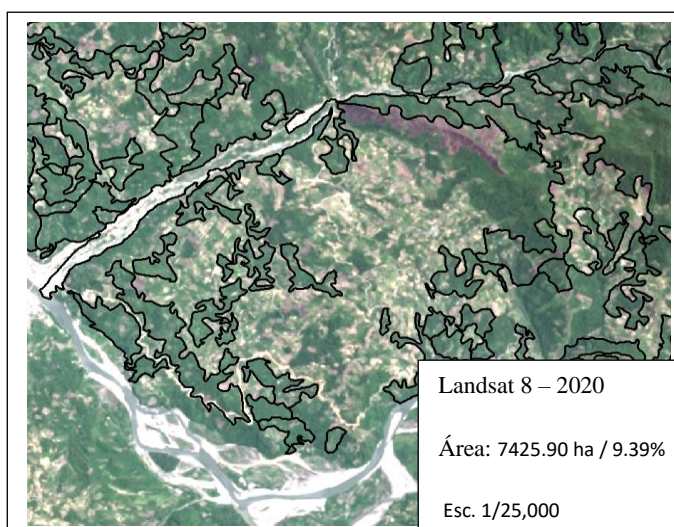
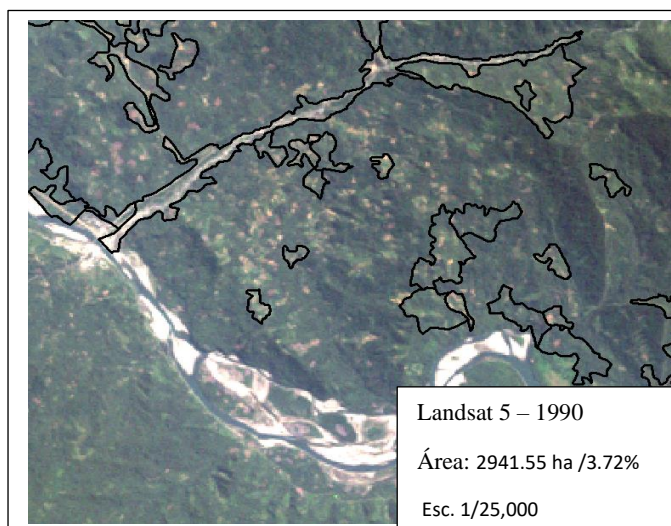
### 2.2.2. Cultivos permanente arbustivos



En cuanto al cultivos permanente arbustivos, se observa que para el año 1990 se identificó 3303.49 ha (4.18 %) para que el año 2020 tuvo un aumento a 3847.54 ha (4.86 %). Cabe aclarar que esta clase predomina el cultivo de coca y cacao. Asimismo, en el análisis multitemporal, se observa que las clases de bosque fragmentado, bosque denso, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales en un periodo de 30.16 años pasaron a la clase de cultivos permanentes arbustivos.

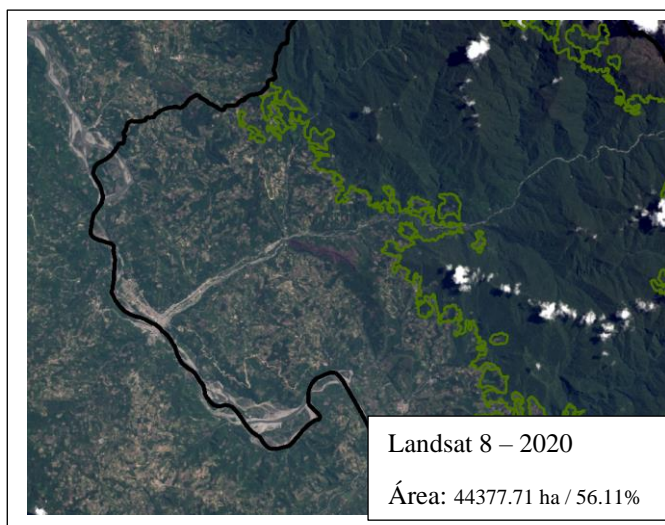
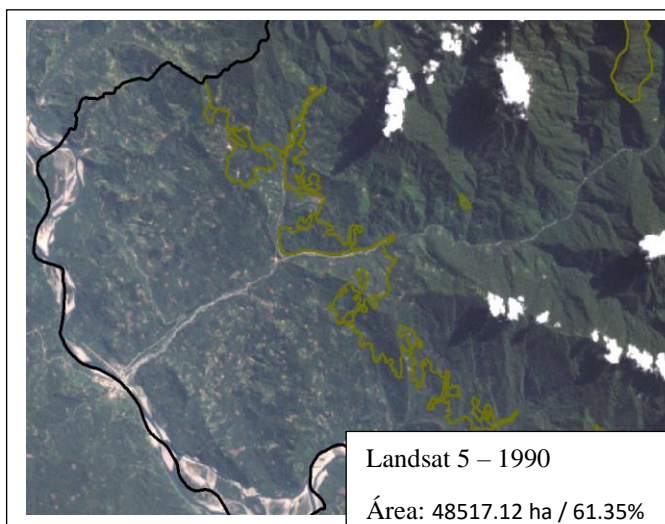


### 2.4.3. Mosaico de cultivo, pastos y espacios naturales



Esta categoría es la superficie que más creció en un periodo de 30.16 años. Esto debido al crecimiento demográfico y a la necesidad de generar ingreso económico por medio de actividad agrícolas, en el año 1990 se identificó 2941.55 ha (3.72 %) y que para el 2020 pasa a tener 7425.90 ha (9.39 %). Asimismo, con el análisis multitemporal se observó que las clases de bosque fragmentado, bosque denso, cultivo permanentes arbustivos, en el periodo de 30.16 años, pasaron ser parte de esta clase.

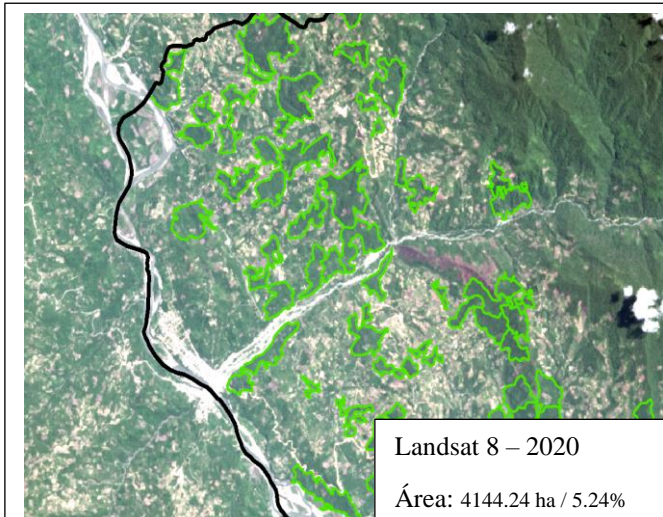
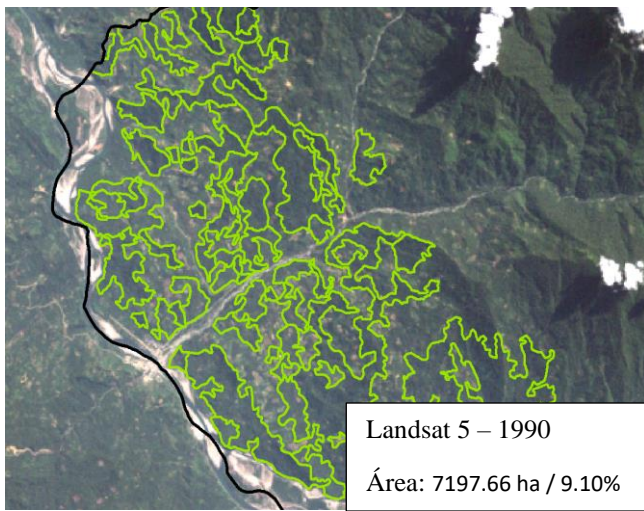
### 3.1.1. Bosque denso



La cobertura bosque denso, es la que sufrió mayor variación, de manera que su superficie de vio afectada considerablemente por las actividades antrópicas, se observa que en el año 1990 tuvo una superficie de 48517.12 ha (61.35 %) y que para el 2020 pasa a tener una superficie de 44377.71 ha (56.11 %) teniendo una variación total de su superficie 4139.41 ha. Con el análisis multitemporal se observó que, en 30.16 años esta cobertura paso ser en mayor parte a la clase de mosaico de cultivo, pastos y espacios naturales.

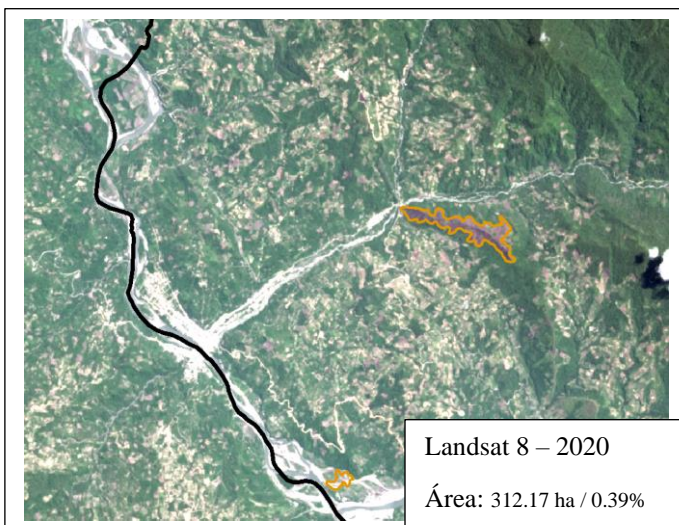
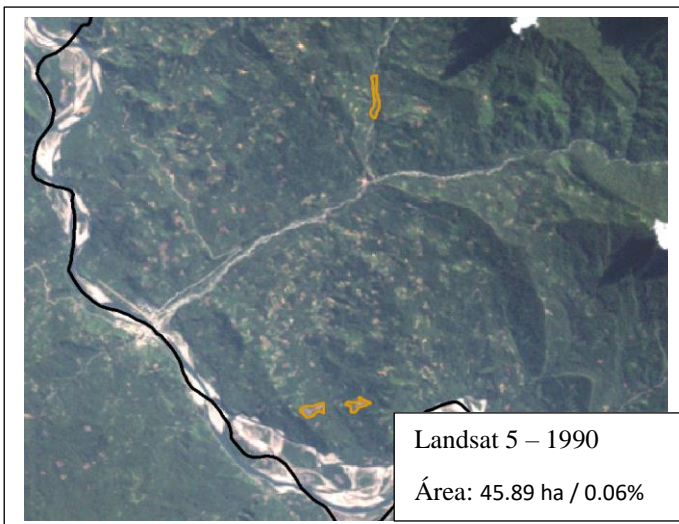


### 3.1.3. Bosque fragmentado



Esta cobertura es una de las que tuvo variación considerable, de la misma forma se vio afectada considerablemente por las actividades antrópicas para la apertura de áreas para actividades agrícolas, se observa que en el año 1990 tuvo una superficie de 7197.66 ha (9.10 %) y que para el 2020 pasa a tener una superficie de 4144.24 ha (5.24 %) teniendo una variación total de su superficie 3053.43 ha. Con el análisis multitemporal se observó que, en 30.16 años esta cobertura paso ser en mayor parte a la clase de mosaico de cultivo, pastos y espacios naturales.

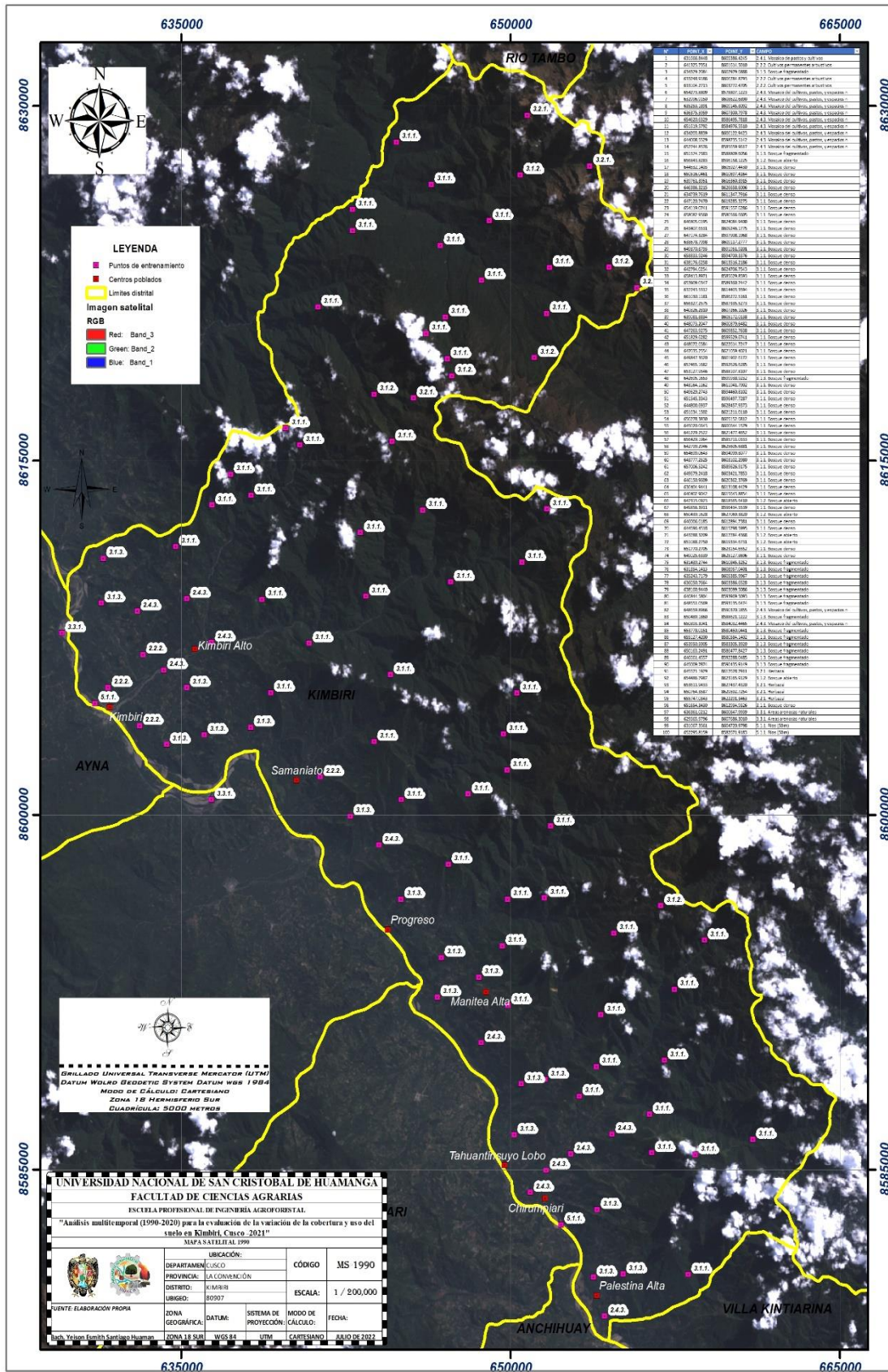
### 3.3.3. Tierras desnudas



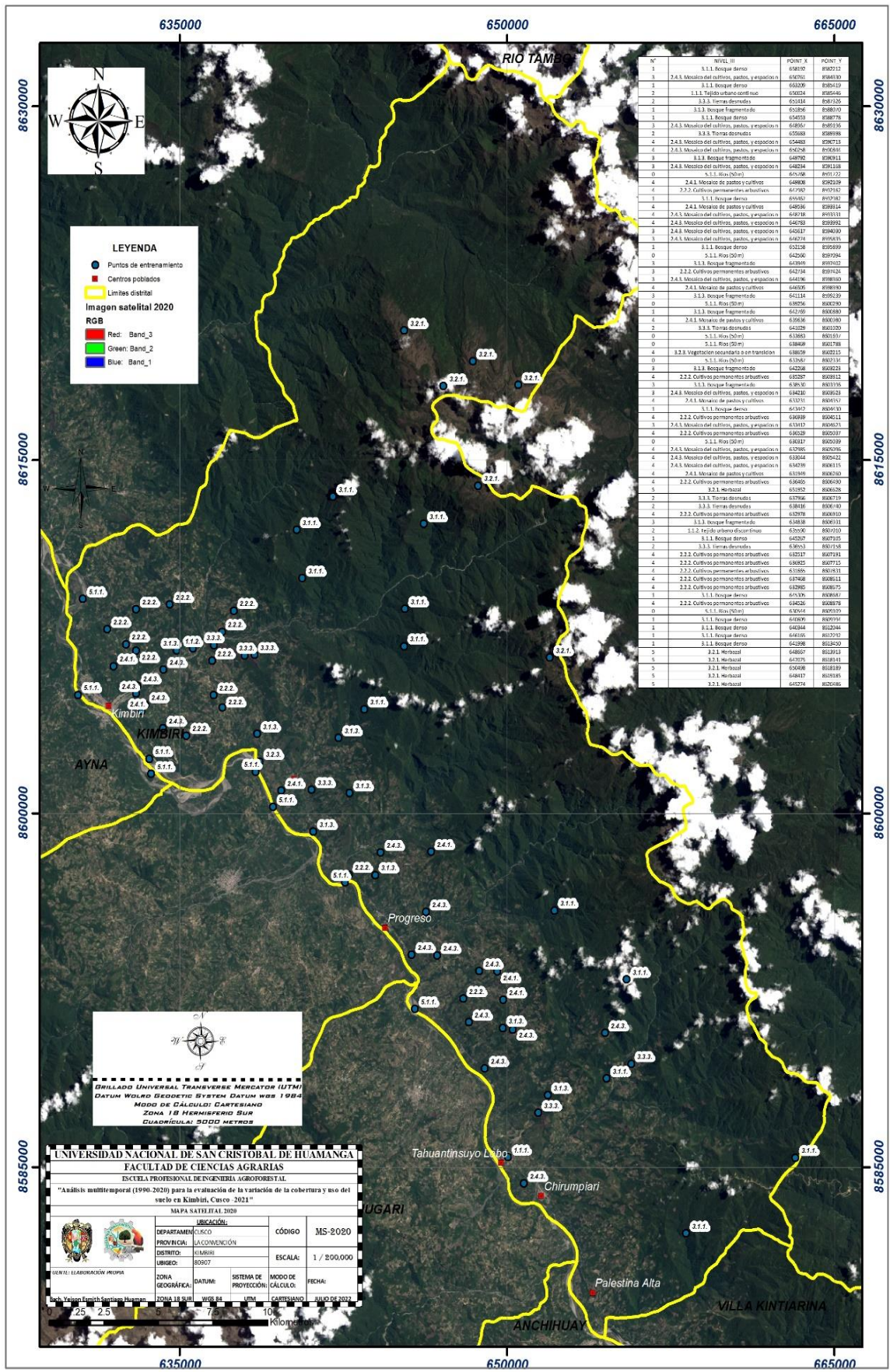
Esta cobertura es la que se identificó en menor cantidad, puesto que, la zona misma en la que se encuentra el distrito de Kimbiri es selva alta, de modo que por su característica siempre presenta algún tipo de cobertura. Según el análisis multitemporal se identificó para el año 1990 un 45.89 ha (0.06%) y para el año 2020 con un aumento a 312.17 ha (0.39 %), esto a causa de la deforestación.



Anexo 13. Ms temáticos de la cobertura y uso del suelo







Nº	NIVEL III	POINT X	POINT Y
1	3.1.1. Bosque denso	63670	86011
1	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	63670	86010
1	3.1.1. Bosque denso	63639	86010
2	1.1. Terreno urbano construido	63624	86046
2	3.3. Tierras descubiertas	63614	86035
1	3.1.3. Bosque fragmentado	63596	86030
1	3.1.1. Bosque denso	63603	86078
3	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	64862	86035
2	3.3. Tierras descubiertas	65080	86086
4	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	65488	86073
4	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	64678	86081
3	3.1.3. Bosque fragmentado	64992	86081
3	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	64824	86118
0	5.1.1. Hoya (PDM)	65598	86122
4	2.4.1. Muestro de pastos y cultivos	64880	86218
4	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	64790	86082
1	3.1.1. Bosque denso	64662	86078
4	2.4.1. Muestro de pastos y cultivos	64636	86084
4	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	64818	86033
4	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	64678	86092
3	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	64617	86092
3	2.4.1. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	64624	86083
1	3.1.1. Bosque denso	65238	86089
0	5.1.1. Hoya (PDM)	64206	86094
3	3.1.3. Bosque fragmentado	64368	86002
3	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	64274	86026
3	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	64236	86080
4	2.4.1. Muestro de pastos y cultivos	64636	86080
0	5.1.1. Hoya (PDM)	63856	86080
1	3.1.3. Bosque fragmentado	64269	86080
4	2.4.1. Muestro de pastos y cultivos	64636	86080
2	3.3. Tierras descubiertas	64629	86080
0	5.1.1. Hoya (PDM)	63883	86080
0	5.1.1. Hoya (PDM)	63848	86080
4	3.2.8. Vegetación oculta o en transición	63859	86021
0	5.1.1. Hoya (PDM)	63567	86034
3	3.1.3. Bosque fragmentado	64208	86022
4	2.2.1. Cultivos permanentes arbustivos	65287	86082
3	3.1.3. Bosque fragmentado	63830	86076
3	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	63830	86081
4	2.4.1. Muestro de pastos y cultivos	63331	86087
4	3.1.1. Bosque denso	64017	86081
4	2.2.1. Cultivos permanentes arbustivos	64668	86081
1	2.4.1. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	63317	86081
0	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	63629	86081
0	5.1.1. Hoya (PDM)	63617	86089
4	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	63595	86096
3	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	63644	86082
4	2.4.3. Muestro del cultivo, pasto, y espesura	63439	86081
4	2.4.1. Muestro de pastos y cultivos	63368	86080
4	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	63660	86080
5	3.2.1. Herbazal	65182	86062
2	3.3. Tierras descubiertas	63796	86078
2	3.3. Tierras descubiertas	63816	86080
4	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	63878	86080
3	3.1.3. Bosque fragmentado	63488	86031
2	1.1. Terreno urbano construido	63006	86070
1	3.1.1. Bosque denso	64507	86085
2	3.3. Tierras descubiertas	63653	86078
4	2.2.1. Cultivos permanentes arbustivos	63217	86078
4	2.2.1. Cultivos permanentes arbustivos	63625	86071
4	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	63105	86081
4	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	63768	86081
4	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	63880	86081
1	3.1.1. Bosque denso	63139	86081
4	2.2.1. Cultivos permanentes arbustivos	63436	86087
1	3.1.1. Bosque denso	64009	86079
1	3.1.1. Bosque denso	64034	86204
1	3.1.1. Bosque denso	64636	86202
1	3.1.1. Bosque denso	64286	86202
5	3.2.1. Herbazal	64867	86202
5	3.2.1. Herbazal	64375	86184
5	3.2.1. Herbazal	64608	86189
5	3.2.1. Herbazal	64817	86188
5	3.2.1. Herbazal	64574	86208

**LEYENDA**

- Puntos de entramiento
- Centros poblados
- Limites distrital
- Imagen satelital 2020
- RGB
  - Red: Band\_3
  - Green: Band\_2
  - Blue: Band\_1

BRILLADO UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM)  
 DATUM WORLD GEODETIC SYSTEM DATUM WGS 1984  
 MODO DE CÁLCULO: CARTESIANO  
 ZONA 18 HEMISFERIO SUR  
 CUADRICULA: 5000 METROS

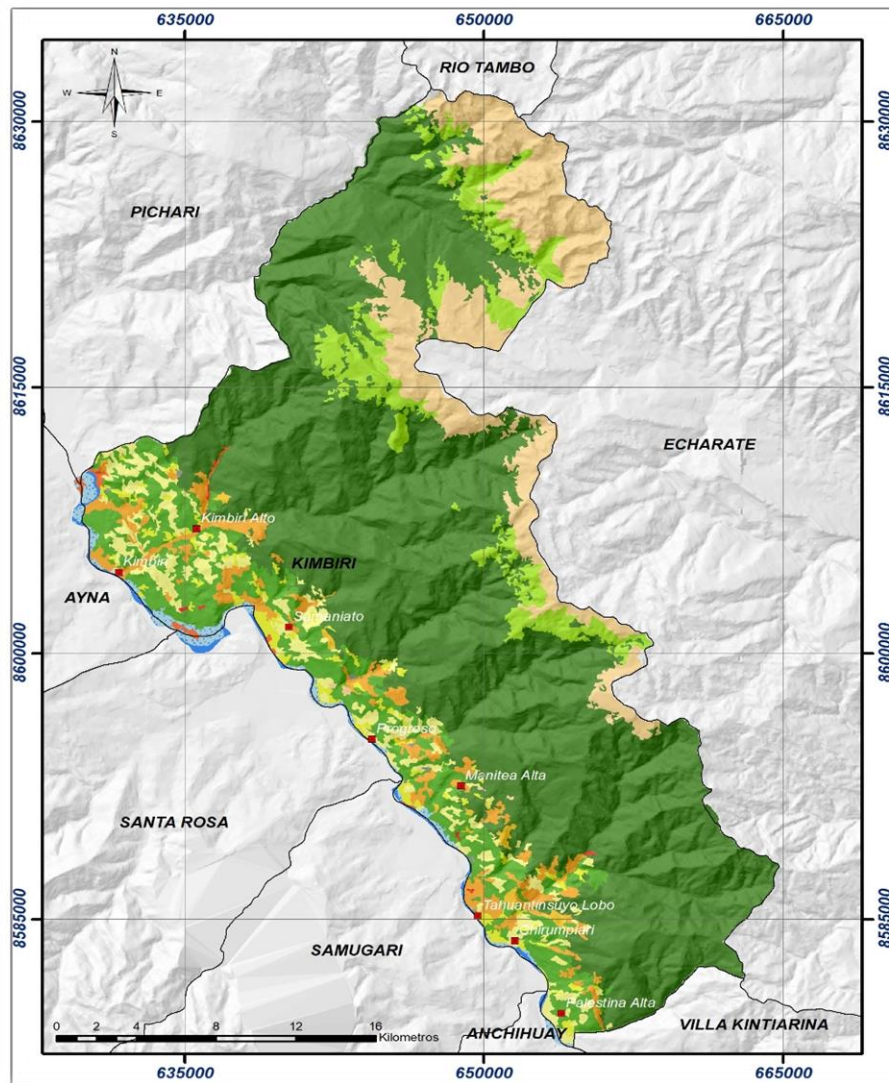
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROFORESTAL**  
 "Análisis multitemporal (1990-2020) para la evaluación de la variación de la cobertura y uso del suelo en Kimbiri, Cusco - 2021"

MAPA SATELITAL 2020

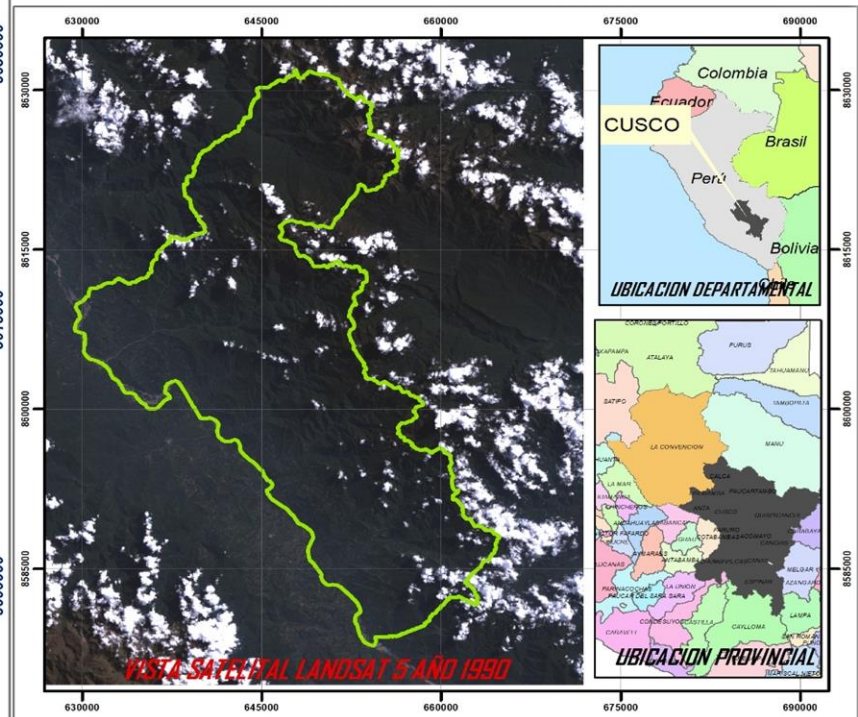
DEPARTAMENTO: CUSCO	UBICACIÓN:	CÓDIGO:	MS-2020
PROVINCIA: LAYCANÓN			
DISTRITO: KIMBIRI		ESCALA:	1 / 200,000
UBICACIÓN PROPIA:			
ZONA GEOGRÁFICA:	DATUM:	SISTEMA DE PROYECCIÓN:	FECHA:
Elab. Yajaira Espinoza-Santana Huamanga	ZONA 18 SUR	WGS 84	UTM
		CARTESIANO	JULIO DE 2021

0 2.5 5 7.5 10 Kilómetros





**COBERTURA Y USO DEL SUELO EN EL DISTRITO DE PICHARI  
AÑO 1990. LEYENDA CORINE Land Cover**

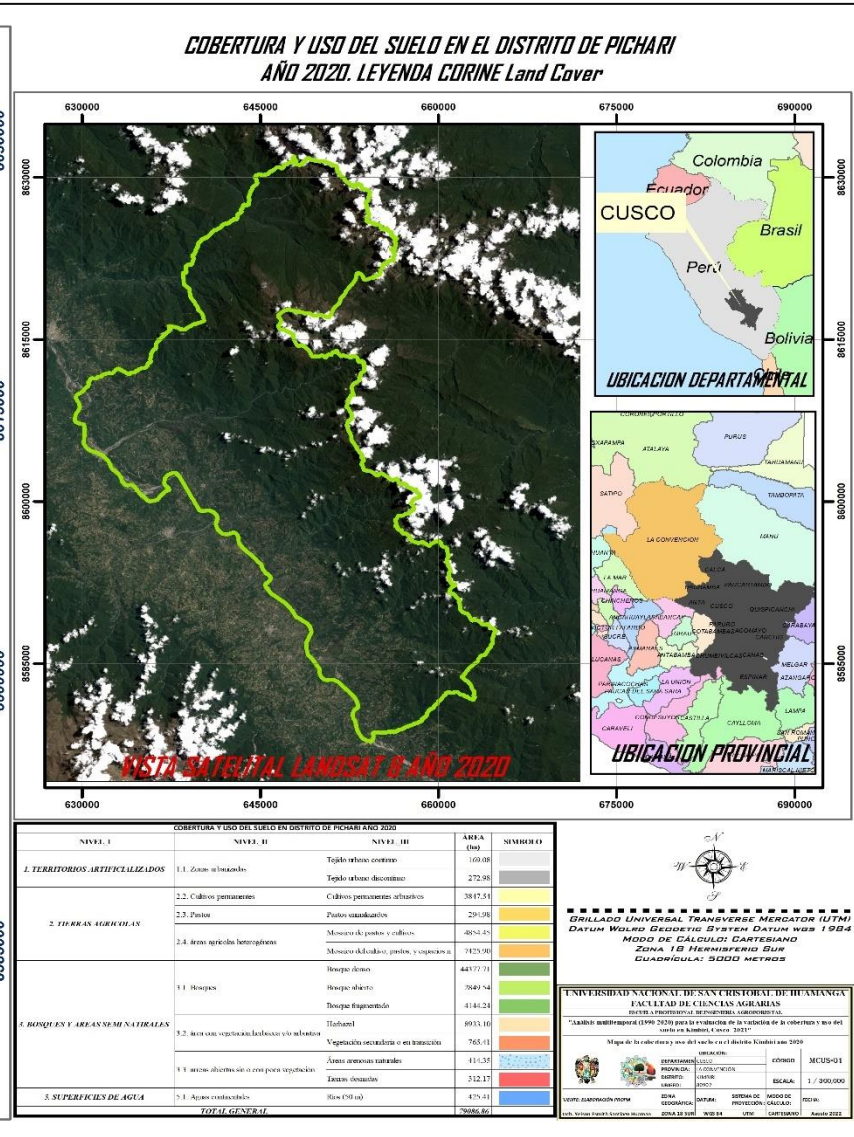
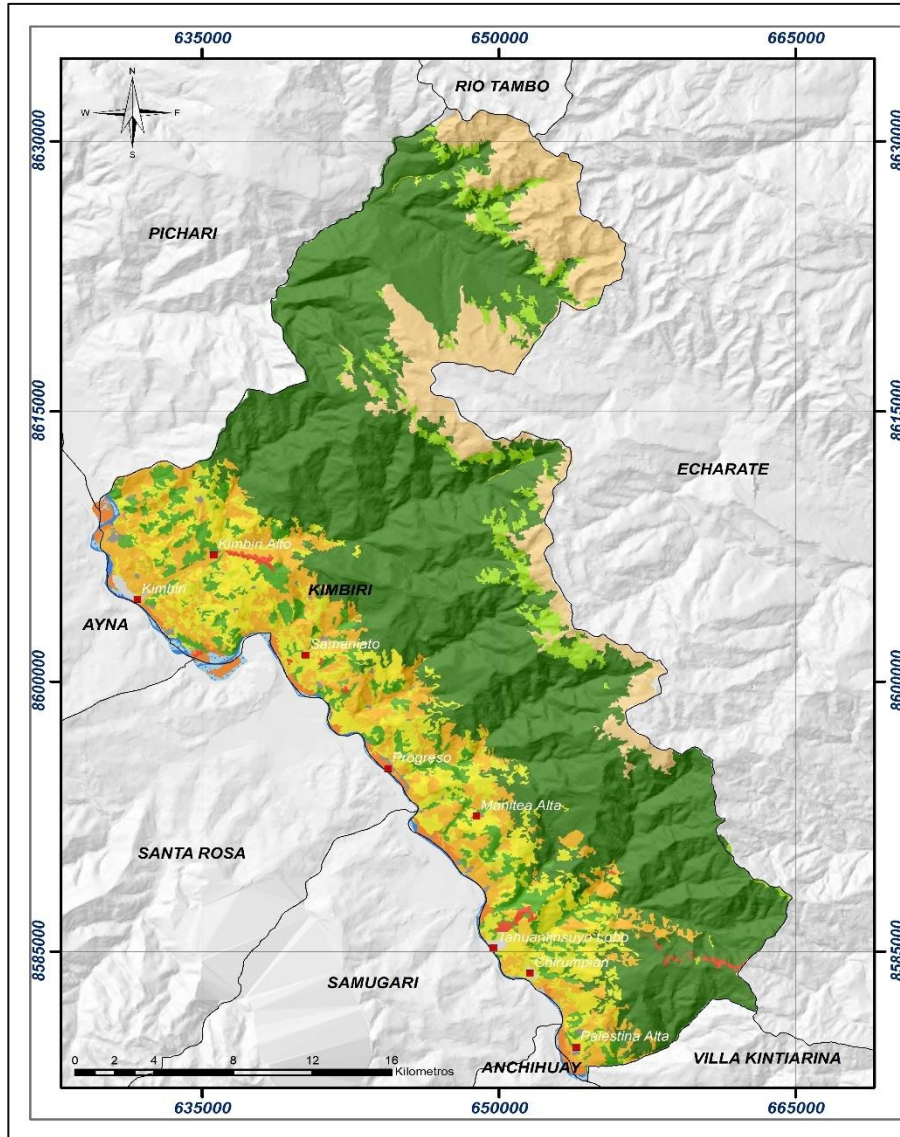


NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	AREA (ha)	SIMBOLO
1. TERRITORIOS ARTIFICIALES	1.1. Zonas urbanizadas	Tejido urbano costero	19.20	[Symbol]
		Tejido urbano discontinuo	71.68	[Symbol]
	2.2. Cultivos permanentes	Cultivos permanentes arborescentes	3301.49	[Symbol]
2. TIERRAS AGRICOLAS	2.3. Pastos	Pastos conificados	294.82	[Symbol]
		Mosaico de pastos y cultivos	1129.03	[Symbol]
	2.4. Areas agricolas heterogeneas	Mosaico del cultivo, pastos, y espacios	2041.55	[Symbol]
		Bosque abierto	40517.12	[Symbol]
3. BOSQUES Y AREAS SEMI-NATURALES	3.1. Bosques	Bosque abierto	4821.83	[Symbol]
		Bosque fragmentado	7197.66	[Symbol]
	3.2. Areas con vegetacion herbacea y/o arbustiva	Herbales	9060.37	[Symbol]
		Vegetacion secundaria o en transicion	169.19	[Symbol]
	3.3. Areas abiertas y/o con poca vegetacion	Areas arenosas naturales	910.60	[Symbol]
Terras desmenuadas		45.89	[Symbol]	
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Areas con tendidas	Rios (50 m)	400.02	[Symbol]

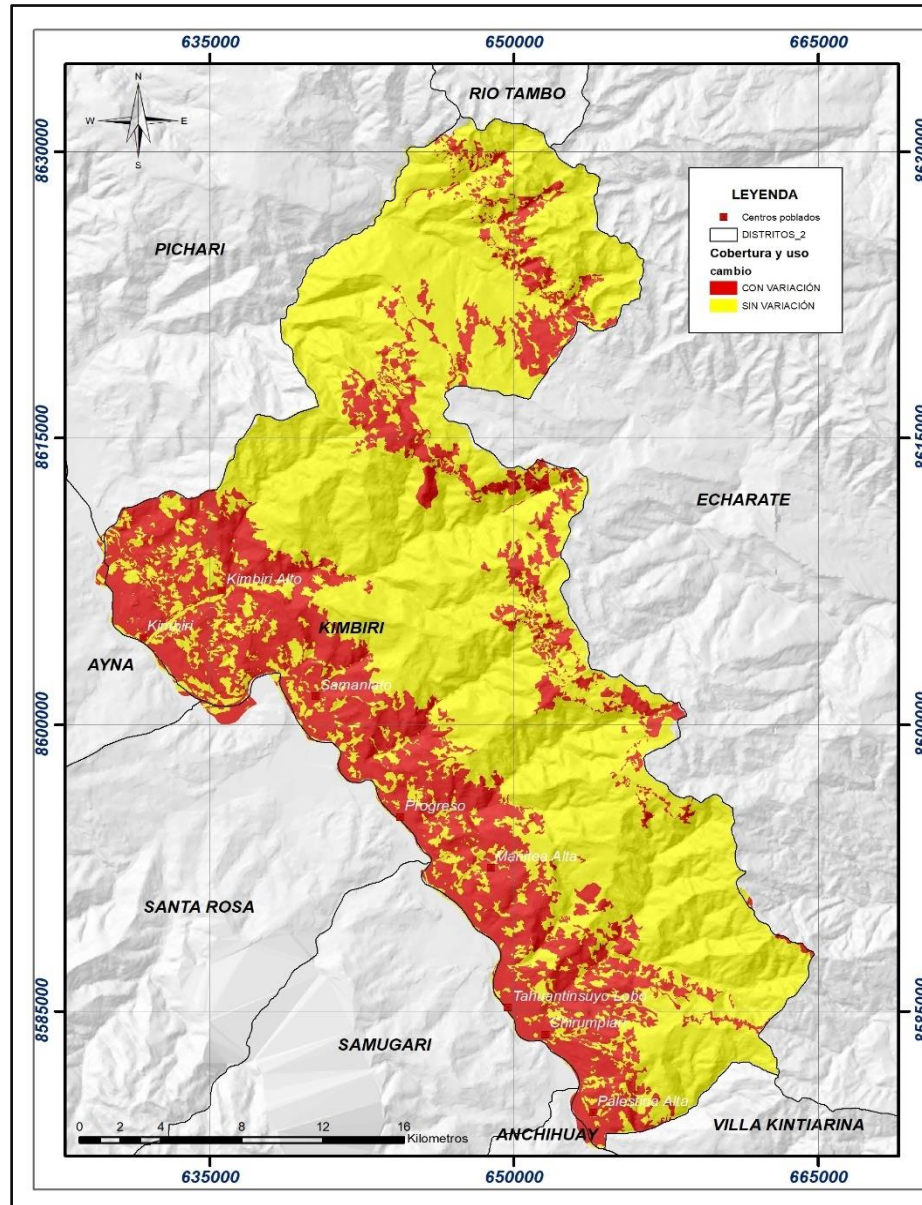
**WILLADO UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM)  
DATUM WOLFF GEODETIC BYSTEN DATUM WOB 1988  
MODO DE CALCULO GARSBERG  
ZONA 18 HEMISFERIO SUR  
QUADRUJULO: 8000 METROS**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA		FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMA			
Mapa de la Huamanga - 48 años de desarrollo urbano - 1998			
ELABORACION	1997	COORDINADOR	36CUS-01
PROYECTO	LA HUAMANGA COC	ESCALA	1 / 500,000
CONTROL	ELABORADO		
REVISADO	1997		
FECHA DE ELABORACION	1997	INSTITUTO DE INGENIERIA AGRONOMA	
FECHA DE IMPRESION	1998		

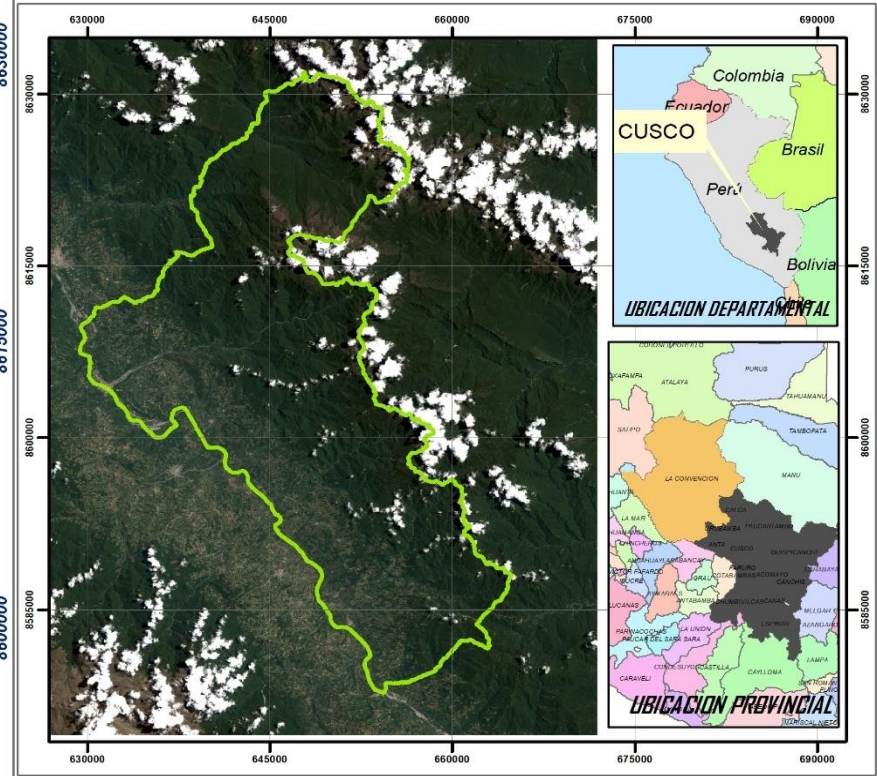








**Análisis multitemporal (1990 - 2020) para la evaluación de la variación de la cobertura y uso del suelo en Kimbiri, Cusco - 2021.**



**VARIACION DE LA COBERTURA Y USO PERIODO 1990 - 2020**

Simbolo	Categoría	Área (ha)	Porcentaje
SV	Sin Variación	54604.61	69.04%
CV	Con Variación	24482.25	30.96%
Total general		79086.86	100.00%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROPECUARIA

Análisis multitemporal (1990-2020) para la evaluación de la variación de la cobertura y uso del suelo en Kimbiri, Cusco - 2021

Mapa de Variación de la Cobertura y Uso del Suelo periodo: 1990 - 2020

DEPARTAMENTO:	CUSCO	CÓDIGO:	INVCB-1
PROVINCIA:	LA CONVENCIÓN	ESCALA:	1 / 500.000
DISTRITO:	KIMBIRI	MODO DE PROYECCIÓN:	UTM
MUNICIPIO:	KIMBIRI	ESCALA:	1 / 500.000
ZONA GEOGRÁFICA:	LA CONVENCIÓN	MODO DE PROYECCIÓN:	UTM
FECHA ELABORACIÓN/IMPRESIÓN:	2022	ESCALA:	1 / 500.000
Elab. Tercera Karla Santiago Huamani	ZONA 18 SUR	WGS 84	UTM
			(CARTESIANO)
			Sep-2022



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

---

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

### **Análisis multitemporal (1990 – 2020) para la evaluación de la variación de la cobertura y uso del suelo de Kimbiri, Cusco - 2021.**

Autor : Yeison Esmith Santiago Huamán

Asesor : Edison Palomino Rodríguez

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 25 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 29 de mayo de 2023

---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
**Presidente de comisión**

# Análisis multitemporal (1990 – 2020) para la evaluación de la variación de la cobertura y uso del suelo de Kimbiri, Cusco - 2021.

*por* Yeison Esmith Santiago Huamán

---

**Fecha de entrega:** 10-abr-2023 10:37p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2061209342

**Nombre del archivo:** INFORME\_FINAL\_YEISON\_ESMITH\_SANTIAGO\_HUAMAN.pdf (17.12M)

**Total de palabras:** 22578

**Total de caracteres:** 125878



# Análisis multitemporal (1990 – 2020) para la evaluación de la variación de la cobertura y uso del suelo de Kimbiri, Cusco - 2021.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.upagu.edu.pe">repositorio.upagu.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://docslide.us">docslide.us</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://faces.unah.edu.hn">faces.unah.edu.hn</a> Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://sichuanlab.com">sichuanlab.com</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://repositorio.unj.edu.pe">repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://dspace.unl.edu.ec">dspace.unl.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %
14	<a href="http://mixdyr.files.wordpress.com">mixdyr.files.wordpress.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://es.convdocs.org">es.convdocs.org</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://inta.gob.ar">inta.gob.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://cia.uagraria.edu.ec">cia.uagraria.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.iiap.org.pe">repositorio.iiap.org.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

21	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
22	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repository.humboldt.org.co Fuente de Internet	<1 %
24	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
25	portal.anla.gov.co Fuente de Internet	<1 %
26	datospdf.com Fuente de Internet	<1 %
27	apps.contraloria.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
28	geofors.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
29	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.ucm.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
31	zeeot.regioncajamarca.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
32	www.unsch.edu.pe Fuente de Internet	

<1 %

33

[arcgeek.com](http://arcgeek.com)

Fuente de Internet

<1 %

34

[eudora.vivienda.gob.pe](http://eudora.vivienda.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

35

[repositorio.ug.edu.ec](http://repositorio.ug.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

36

[repositorio.untels.edu.pe](http://repositorio.untels.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

37

[issuu.com](http://issuu.com)

Fuente de Internet

<1 %

38

[frenteamplioperu.pe](http://frenteamplioperu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

39

[portal.unas.edu.pe](http://portal.unas.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

40

[dspace.ups.edu.ec](http://dspace.ups.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

41

[repositorio.utn.edu.ec](http://repositorio.utn.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

42

[tesis.ipn.mx](http://tesis.ipn.mx)

Fuente de Internet

<1 %

43

[vsip.info](http://vsip.info)

Fuente de Internet

<1 %

44	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to Universidad de Salamanca Trabajo del estudiante	<1 %
46	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://documentop.com">documentop.com</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://sedici.unlp.edu.ar">sedici.unlp.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
49	Submitted to Universidad Industrial de Santander UIS Trabajo del estudiante	<1 %
50	<a href="http://repositorio.unach.edu.pe">repositorio.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
52	Manzo Lázaro Ricardo. "Inconstitucionalidad de la llamada "ley de geolocalización", TESIUNAM, 2014 Publicación	<1 %
53	<a href="http://arauca.gov.co">arauca.gov.co</a> Fuente de Internet	<1 %
54	<a href="http://documentacion.ideam.gov.co">documentacion.ideam.gov.co</a> Fuente de Internet	<1 %



---

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo