

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO,
UTILIZANDO EL MÉTODO DE MARKOV, EN LA PROVINCIA DE
CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI PERÍODO
2000 – 2030”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

TESISTAS:

BACH. LUIS FELIPE AGUILAR ARIAS

BACH. MAYKOL LUCIANO OROSCO PIZANGO

**PUCALLPA – PERÚ
2023**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS



ACTA DE APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N°172/2023-CGvT-FCFvA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 11:14 a.m. del martes 04 de julio de 2023, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del jurado evaluador en el auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que estuvieron designados con memo múltiple N°057-2023-UNU-FCFvA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

DR. ROLY BALDOCEDA ASTETE	Presidente
DR. GABRIEL MERCADO JÁUREGUI	Miembro
ING. M. SC. MOISÉS TORRES VELASCO	Miembro

Se procedió, a evaluar a la sustentación de los tesisistas denominado: **“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE CAMBIO DE USO DE SUELO, UTILIZANDO EL MÉTODO DE MARKOV, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI, PERIODO 2000-2030”**. Presentado por los bachilleres **AGUILAR ARIAS LUIS FELIPE** y **OROSCO PIZANGO MAYKOL LUCIANO**. Asesorando por el Dr. Fernando Velásquez De la Cruz, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las que fueron absueltas por los sustentantes en consecuencia la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis. Siendo las 12:30 p.m. horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Roly Baldoceda Astete
Presidente

Dr. Gabriel Mercado Jáuregui
Miembro

Ing. M. Sc. Moisés Torres Velasco
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Roly Baldoceada Astete



.....
Presidente

Dr. Gabriel Mercado Jáuregui




.....
Miembro

Ing. M. Sc. Moisés Torres Velasco



.....
Miembro

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz



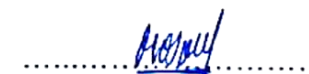
.....
Asesor

Bach. Luis Felipe Aguilar Arias



.....
Tesista

Bach. Maykol Luciano Orosco Pizango



.....
Tesista



CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND/OURIGINAL

N° V/0369-2023.

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO, UTILIZANDO EL MÉTODO DE MARKOV, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI PERÍODO 2000 – 2030”

Autor(es) : AGUILAR ARIAS, LUIS FELIPE
 : OROSCO PIZANGO, MAYKOL LUCIANO
Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela : Ing. Ambiental
Asesor(a) : Dr. Velasquez de la Cruz, Fernando

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%** verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL, De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud**, procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

Fecha: 26/06/2023



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, LUIS FELIPE AGUILAR ARIAS

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE CAMBIO DE USO DE SUELO, UTILIZANDO EL MÉTODO DE MARKOV, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI, PERIODO 2000 - 2030

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: DR. FERNANDO VELÁSQUEZ DE LA CRUZ

En la Facultad: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela profesional: INGENIERÍA AMBIENTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar si su tesis o documento presenta material patentable, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 06 / 07 / 2023

Email: LUFEAGAR@GMAIL.COM

Teléfono: 987015558

Firma:

DNI: 74482776



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Maydel Luciano Orosco Pizarro

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

"Análisis multitemporal de cambio de uso de suelo, utilizando el método de markov, en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, periodo 2000-2020"

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: Dr. Fernando Velásquez de la Cruz

En la Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar si su tesis o documento presenta material patentable, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 06 / 07 / 2023

Email: mayholorosco56@gmail.com
Teléfono: 956628368

Firma: [Firma manuscrita]
DNI: 71039719

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, salud y la sabiduría que me dio durante mi etapa universitaria para culminar mis estudios de manera muy satisfactoria, a mi madre Gladys por su esfuerzo y sacrificio, a mi papá Felipe por estar siempre ahí apoyándome, a mis hermanos y a toda mi familia por a ver apostado y confiado en mi formación profesional.

Luis Felipe Aguilar Arias

A Dios, por haberme guiado y brindado la sabiduría para culminar mis estudios profesionales. A mis padres (Hilmer y Alberto), abuelitos (Aleida y Benjamín), hermana (Jessica), familia y amigos por el apoyo incondicional, por los valores inculcados y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación.

Maykol Luciano Orosco Pizango

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali y docentes de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ucayali, por haber compartido sus conocimientos, sabiduría y apoyo, a lo largo de la preparación de nuestra profesión y por motivarnos a desarrollarnos como persona y profesional.

A nuestro asesor de tesis Dr. Fernando Velásquez de la Cruz, por ser el principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Un agradecimiento especial a nuestro Co Asesor Ing. Gian Franco Bardales Ruiz quien nos acompañó de inicio a fin en el procesamiento de datos y validación, asimismo por su acompañamiento durante todo el proceso que tuvo el desarrollo del trabajo de investigación.

A nuestras familias, por habernos dado la oportunidad de formarnos en esta prestigiosa universidad y haber sido nuestros apoyos durante todo este tiempo.

A todas las personas que de una u otra manera nos brindaron su colaboración y se involucraron en este proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE TABLAS.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Formulación del problema.....	4
1.1.1. General.....	4
1.1.2. Específico.....	4
1.2. Objetivos de la Investigación.....	4
1.2.1. General.....	4
1.2.2. Específicos.....	4
1.3. Hipótesis.....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEORICO.....	6
2.1. Antecedentes del problema.....	6
2.2. Bases Teóricas.....	13
2.2.1. Cambio de uso de suelo de tierra y cobertura vegetal.....	13
2.2.2. Tipos de cambio de uso de la tierra y su relación con la deforestación.....	21
2.2.3. Cambio de uso de suelo en el departamento de Ucayali.....	21
2.2.4. Modelamiento.....	22

2.2.5. Teledetección.....	25
2.2.6. Componentes básicos de un sistema de teledetección.	26
2.2.7. Satélites.	27
2.2.8. Conceptos de SIG.....	30
2.2.9. Teoría de la tasa de cambio de la FAO.	33
2.2.10. Matriz de Confusión	34
2.2.11. Mapas de uso de suelo	36
2.2.12. Componentes de la teledetección	37
2.2.13. Bosques	38
2.2.14. Análisis Prospectivo	38
2.2.15. Tipos de Cobertura	38
2.2.16. Clasificación No Supervisada (Clasificación IsoDATA).....	42
2.2.17. Clasificación Supervisada (Maximun Likelihood Classification)	43
2.2.18. Post - Clasificación (Matriz de Confusión)	43
2.3. Definición de términos básicos.....	43
2.3.1. Aprovechamiento sostenible	43
2.3.2. Cambio de uso actual de la tierra	43
2.3.3. Centro poblado.....	44
2.3.4. Centros urbanos informales	44
2.3.5. Conservación	44
2.3.6. Deforestación.....	44
2.3.7. Degradación.....	45
2.3.8. Desbosque.....	45
2.3.9. Estudios de diagnóstico y zonificación	45
2.3.10. Firmas Espectrales	45

2.3.11. Habilitación para fines agropecuarios.....	46
2.3.12. Imágenes Satelitales.....	46
2.3.13. Posesiones informales.....	46
2.3.14. Teledetección.....	46
2.3.15. Territorio.....	47
2.3.16. Uso del suelo.....	47
2.3.17. Uso potencial del suelo.....	47
CAPITULO III.....	48
METODOLOGÍA.....	48
3.1. Ubicación, población y muestra.....	48
3.2.5. Ubicación del área de estudio.....	48
3.2.6. Población y muestra.....	49
3.2. Método de la investigación.....	50
3.3. Diseño de la Investigación.....	50
3.3.1. Instrumentos de recolección de datos.....	51
3.3.1.1. <i>Recopilación de información bibliográfica y cartográfica</i>	51
3.3.1.2. <i>Recopilación de imágenes satelitales</i>	52
3.3.2. Ingreso de datos y almacenamiento.....	55
3.3.3. Organización de la información.....	55
3.3.4. Procesamiento de Imágenes satelitales (2000 – 2019).....	55
3.3.4.1. <i>Procesamiento de clasificación supervisada</i>	57
3.3.4.2. <i>Tratamiento de Datos Vectoriales</i>	59
3.3.5. Análisis de cambio de uso de suelo.....	60
3.3.6. Modelamiento.....	60
3.3.6.1. <i>Método de Markov</i>	60
3.3.6.2. <i>Variables de incidencia en el cambio de uso de suelo</i>	61
3.3.6.3. <i>Proceso prospectivo de análisis de cambio</i>	62
3.3.6.5. <i>Análisis Estadístico</i>	68

CAPITULO IV	70
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70
4.1. Determinación del cambio de uso de suelo en los periodos (2000 – 2010) y (2010 – 2019) en la provincia de Coronel Portillo – Ucayali.	70
4.1.1. Análisis tendencial de acuerdo al tipo de cobertura.....	71
4.1.1.1. Áreas urbanizadas.....	71
4.1.1.2. Áreas agrícolas.....	71
4.1.1.3. Hidrografía.....	72
4.1.1.4. Áreas sin o con poca vegetación	73
4.1.2. Cambio de uso de suelo.....	75
4.1.2.1. Durante el periodo 2000 – 2010	75
4.1.2.1. Durante el periodo 2010 – 2019	76
4.1.3. Tasa de Deforestación y Cambio de uso de suelo	77
4.2. Validación del modelo de cambio de uso de suelo para los periodos 2000, 2010 y 2019 a partir del mapa de uso de suelo generado por sensores remotos.....	84
4.3. Determinación de la dinámica en el proceso de cambio de uso de suelo para el año 2030, a través del método de predicción de las cadenas de Markov.....	92
CAPITULO V	95
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1. Conclusiones	95
5.2. Recomendaciones	96
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pérdida anual de bosques húmedos amazónicos 2001-2018 (ha).	9
Figura 2. Superficie total de bosques en el Perú.	16
Figura 3. Mapa de concentración de pérdida de cobertura 2001-2018.....	17
Figura 4. Mapa de concentración de pérdida de cobertura 2001-2018.....	18
Figura 5. La deforestación histórica evidencia la pérdida de 10 millones de hectáreas desde 1990.....	19
Figura 6. Tasa anual de deforestación de bosques húmedos amazónicos 2001-2015.....	20
Figura 7. Perdida de Bosque en Coronel Portillo (2001 – 2018).....	20
Figura 8. Componentes básicos de un sistema de teledetección	27
Figura 9. Espectro Visible por el ojo humano (Luz)	37
Figura 10. Mapa de Ubicación y Localización de la provincia de Coronel Portillo.. ..	48
Figura 11. Flujograma de trabajo de imágenes satelitales.....	56
Figura 12. Flujograma de trabajo de la clasificación supervisada	58
Figura 13. Flujograma para el procesamiento de datos.	59
Figura 14. Uso de la herramienta "Land Change Modeler" modelo de cambio de uso de suelo	62
Figura 15. Resultado en hectáreas del mapa de cambio entre los años 2010 y 2019	63
Figura 16. Creación del Submodelo y asignación de variables.....	63
Figura 17. Resultado de Tasa de precisión y exactitud.	65
Figura 18. Aplicación de las Cadenas de Márkov en el modelo de Predicción	66

Figura 19. Matriz de probabilidad de cambio de cobertura al año 2030.....	66
Figura 20. Mapa de predicción de cambio de uso de suelo "Projected Land Cover 2030..."	67
Figura 21. Resultado en Hectáreas (ha) por tipo de cobertura al año 2030.....	67
Figura 22. Evolución de la extensión Áreas Urbanizadas.....	71
Figura 23. Evolución de la extensión en hectáreas de Áreas Agrícolas.....	72
Figura 24. Evolución de la extensión en hectáreas de Hidrografía.....	72
Figura 25. Evolución de la extensión en hectáreas de Áreas sin o con poca vegetación....	73
Figura 26. Evolución de la extensión en hectáreas de Bosques.....	74
Figura 27. Evolución de la extensión en hectáreas de Áreas con Vegetación herbácea y/o arbustivo	74
Figura 28. Mapa de análisis de cambio de cobertura de la provincia de coronel portillo, año 2000	81
Figura 29. Mapa de análisis de cambio de cobertura de la provincia de coronel portillo, año 2010	82
Figura 30. Mapa de análisis de cambio de cobertura de la provincia de coronel portillo, año 2019	83
Figura 31. Mapa prospectivo de cambio de uso de suelo de la provincia de coronel portillo al año 2030.....	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de clase de uso de la tierra en la Amazonía peruana.....	21
Tabla 2. Superficie de tipos de uso de tierra acumuladas al año 2000 en Ucayali.	22
Tabla 3. Ejemplo de Matriz de Confusión expresada en píxeles.....	35
Tabla 4. Valores de concordancia Coeficiente Kappa.....	36
Tabla 5. Imágenes satelitales de la provincia de Coronel Portillo año 2000.....	52
Tabla 6. Imágenes satelitales de la provincia de Coronel Portillo año 2010.....	53
Tabla 7. Imágenes satelitales de la provincia de Coronel Portillo año 2019	53
Tabla 8. Rango de bandas del Landsat 5	54
Tabla 9. Rango de bandas del Landsat 7	54
Tabla 10. Rango de bandas del Landsat 8	55
Tabla 11. Tipos de cobertura de uso del territorio en la región Ucayali.....	57
Tabla 12. Variables de incidencia de cambio de uso de suelo.....	61
Tabla 13. Cobertura del suelo en hectáreas del periodo 2000-2019, según metodología Corine Land Cover.....	70
Tabla 14. Cambios producidos por área entre los años 2000 y 2010 en la provincia de Coronel Portillo	75
Tabla 15. Cambios producidos por área entre los años 2010 y 2019 en la provincia de Coronel Portillo	76
Tabla 16. Tasa anual de cambio (TDA) de las áreas deforestadas en la provincia de Coronel Portillo en el periodo 2000-2019	78

Tabla 17. Cobertura del suelo y tasa anual de cambio (TDA) en el periodo 2000-2010.....	78
Tabla 18. Cobertura del suelo y tasa anual de cambio (TDA) en el periodo 2010-2019.....	79
Tabla 19. Cobertura del suelo y tasa anual de cambio (TDA) en el periodo 2019-2030.....	80
Tabla 20. Matriz de Confusión - índice de Kappa año 2000.....	84
Tabla 21. índice de Kappa año 2000	85
Tabla 22. Porcentaje de error de comisión y omisión por tipo de cobertura año 2000	86
Tabla 23. Matriz de Confusión - índice de Kappa año 2010.....	87
Tabla 24. índice de Kappa año 2010	88
Tabla 25. Porcentaje de error de comisión y omisión por tipo de cobertura año 2010	88
Tabla 26. Matriz de Confusión - índice de Kappa año 2019.....	89
Tabla 27. índice de Kappa año 2019	90
Tabla 28. Porcentaje de error de comisión y omisión por tipo de cobertura año 2019	91
Tabla 29. Cambios producidos por área entre los años 2019 y 2030 en la provincia de Coronel Portillo	93

RESUMEN

El propósito del estudio fue evaluar y analizar el cambio de uso de suelo que existe en la provincia de Coronel Portillo al año 2030, teniendo como base los años 2000, 2010 y 2019. La metodología consistió en el análisis de las coberturas de suelo con la leyenda Corine Land Cover adaptada para el Perú y el análisis con el modelo matemático de predicción, las cadenas de Markov, representada con imágenes satelitales del Landsat durante el periodo 2010 - 2019, para obtener una predicción al 2030 en la provincia de Coronel Portillo, ubicado con coordenadas del centroide en UTM WGS84, E: 603628.34 y N: 9041305.61. Se procesaron imágenes satelitales del Landsat 5,7 y 8, a través de la clasificación supervisada en sistemas de información geográfica y la identificación de los usos de suelos según la clasificación de coberturas establecida en la leyenda Corine Land Cover (AIDER, 2013) , También, se desarrolló muestras de entrenamiento de forma manual en las coberturas que se identificaron para la clasificación del uso actual de territorio de la provincia de Coronel Portillo, realizando la validación de la exactitud por medio del índice de Kappa, obteniendo para el año 2000 un valor de concordancia de 0.93 lo que significa una fuerza de acuerdo casi perfecta; la validación para el año 2010, se determinó un valor de concordancia de 0.76 y una fuerza de acuerdo sustancial; mientras que para el año 2019, se obtuvo un valor de 0.92, lo que representa una fuerza de concordancia casi perfecta. Para el resultado final del modelo prospectivo se registró cambios de uso de suelo como se detalla a continuación: en la cobertura de áreas agrícolas 575850.31 ha siendo la cobertura de mayor incremento; así mismo, en la cobertura bosques corresponde a un total de 3041489.81 ha. De acuerdo a la prospectiva de cambio de uso de suelo al año 2030 realizado, se proyecta tener una pérdida anual de bosques de 18 000 ha por año; concordante al promedio de pérdida anual que presentó el programa Geobosques (2023).

Palabras claves: Cadenas de Markov, imágenes satelitales, índice de Kappa, prospectiva, sistemas de información geográfica, uso del suelo.

ABSTRACT

The purpose of the study was to evaluate and analyze land use change in the province of Coronel Portillo in the year 2030, based on the years 2000, 2010 and 2019. The methodology consisted of the analysis of land cover with the Corine Land Cover legend adapted for Peru and the analysis with the mathematical model of prediction, Markov chains, represented with Landsat satellite images during the period 2010 - 2019, to obtain a prediction to 2030 in the province of Coronel Portillo, located with coordinates of the centroid in UTM WGS84, E: 603628.34 and N: 9041305.61. Landsat 5,7 and 8 satellite images were processed, through the supervised classification in geographic information systems and the identification of land uses according to the land cover classification established in the Corine Land Cover legend (AIDER, 2013) , Also, training samples were developed manually in the coverages that were identified for the classification of the current land use of the province of Coronel Portillo, performing the validation of the accuracy by means of the Kappa index, obtaining for the year 2000 a concordance value of 0.93, which means an almost perfect agreement strength; the validation for the year 2010, a concordance value of 0.76 and a substantial agreement strength was determined; while for the year 2019, a value of 0.92 was obtained, which represents an almost perfect concordance strength. For the final result of the prospective model, changes in land use were recorded as follows: in the coverage of agricultural areas, 575850.31 ha being the coverage with the greatest increase; likewise, in forest coverage, it corresponds to a total of 3041489.81 ha. According to the land use change forecast for the year 2030, an annual forest loss of 18,000 ha per year is projected, in line with the average annual loss reported by the Geobosques program (2023).

Key words: Markov chains, satellite images, Kappa index, prospective, geographic information systems, land use.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación abordó la problemática relacionada a los cambios de uso de suelo en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Para esto se ha propuesto revisar información satelital de los años 2000, 2010 y 2019, para obtener como resultado una prospectiva de cambio de uso de suelo al 2030, utilizando el modelo matemático de Markov, También, realizar un conjunto de correlaciones entre las clases de coberturas de suelo utilizando la metodología Corine Land Cover (CLC).

A nivel nacional, la investigación denominada “Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo con imágenes satelitales del distrito de Tacabamba años 2003 y 2018” identificó cambios de la cobertura y uso actual del suelo del distrito Tacabamba, provincia Chota, Región Cajamarca; por medio de imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8. Utilizando la metodología y clasificación de cobertura terrestre (Corine Land Cover) propuesta y adaptada para el Perú, con una representación cartográfica a escala 1/60 000 (Tarrillo, 2019). El presente estudio se desarrolló a una escala de 1/100 000 que tiene un alcance de Planificación a escala subregional – local: provincias, Subcuencas, municipios, distritos. Factibilidad técnica de proyectos.

Por lo antes mencionado, el objetivo principal de la investigación fue analizar el cambio de uso de suelo, en los periodos (2000 – 2010) y (2010 – 2019) para generar la prospectiva para el año 2030 utilizando el método de Markov en la Provincia de Coronel Portillo – Ucayali. Se utilizó metodologías específicas para cada proceso y determinar los resultados.

Finalmente, el trabajo de investigación cuenta con cinco capítulos de las cuales se distribuyen de la siguiente manera; Capítulo I: Planteamiento del Problema, Capítulo II: Marco Teorico, Capítulo III: Metodología, Capítulo IV: Resultados y Discusión y Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio de uso del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal es uno de los principales problemas que aquejan a la humanidad, ya que estos son la principal causa del cambio climático global y se relaciona directamente con la seguridad en la producción de alimentos, la salud humana, la urbanización, la biodiversidad, la migración transfronteriza, los refugios ambientales, la calidad del agua y del suelo (Lopez, 2006).

Las estimaciones al año 2050, pronostican que el cambio de uso de suelo LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) será la causa más importante en la pérdida de la biodiversidad (Sala et al, 2000). Por esto, el estudio del cambio climático, la preservación de la diversidad biológica, la administración de áreas naturales protegidas y el ordenamiento territorial son prioridades sumamente importantes que encuentren desarrollados en políticas ambientales (IPCC, 2000).

En el cambio del uso de la tierra, centran la atención en la pérdida de bosques a causa de la conversión a terrenos agrícolas y el aumento de la superficie forestal en tierras destinadas previamente a la agricultura. En el período 2000-2010, se registró una pérdida neta de bosques de 7 millones de hectáreas anuales en los países tropicales y un aumento neto de los terrenos agrícolas de 6 millones de hectáreas al año.

En la amazonia Peruana el uso del bosque y los diferentes tipos de uso de la tierra se están desarrollando de una manera desmesurada, donde el fin principal es obtener beneficios económicos para satisfacer necesidades del hombre y su entorno sin ningún compromiso ambiental, esta pérdida de cobertura boscosa según su uso, se da a través de actividades

mineras, tala indiscriminada, explotación de hidrocarburos, actividades agrícolas, entre otras (Chávez, Valera, Bejar, & Alarcon, 2011).

El principal motivo de la deforestación en estos últimos tiempos es la siembra de la hoja de coca y el hallazgo de pistas de aterrizaje para envío de droga al extranjero, además de algunos madereros ilegales que talan de forma indiscriminada los bosques, poniendo en riesgo los bosques primarios en un futuro, los bosques han sufrido cambios importantes en la cobertura del bosque ya sea por actividades económicas en un periodo determinado. (Vera, 2021).

Actualmente existe una amenaza de cambio de uso de suelo e incremento de pérdida de bosques naturales en la provincia de Coronel Portillo, según la Mesa Regional de Control y Vigilancia Forestal y de Fauna Silvestre (MRCVFFS) hasta el mes de septiembre del 2020 reflejó una tasa de deforestación de 28,284.75 hectáreas, por presuntas actividades ilegales por cultivo de coca. De estas, el distrito de Masisea muestra la mayor afectación representando el 18.63% (5,269.28 Has.) de superficie de bosque deforestado, dentro de nuestra Amazonía existen muchas otras actividades que se vienen desarrollando sin control, es por ello que urge la necesidad de obtener información real de la dinámica de cambio de uso de suelo, para así poder generar herramientas de gestión ambiental frente al avance de esta problemática.

1.1. Formulación del problema

1.1.1. General

- ¿Cuánto será el cambio de uso de suelo en la provincia de coronel Portillo - Ucayali en el periodo 2000 - 2019? y ¿Cuál será el comportamiento de cambio de uso de suelo al año 2030 utilizando el método de Markov?

1.1.2. Específico

- ¿Cuánto fue el cambio de uso de suelo entre los periodos (2000 – 2010) y (2010 - 2019) en la provincia de Coronel Portillo – Ucayali?
- ¿Cuánto será la validación del cambio de uso de suelo para los periodos 2000, 2010 y 2019 a partir del mapa de uso de suelo generado por sensores remotos?
- ¿Cuál será la dinámica en el proceso de cambio de uso de suelo para el año 2030, a través del método de predicción de las cadenas de Markov?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. General

- Analizar el cambio de uso de suelo, en los periodos (2000 – 2010) y (2010 – 2019) para generar la prospectiva para el año 2030 utilizando el método de Markov en la Provincia de Coronel Portillo – Ucayali.

1.2.2. Específicos

- Cuantificar el cambio de uso de suelo en los periodos (2000 – 2010) y (2010 – 2019) en la provincia de Coronel Portillo – Ucayali.
- Validar el modelo de cambio de uso de suelo para los periodos 2000, 2010 y 2019 a partir del mapa de uso de suelo generado por sensores remotos.
- Determinar la dinámica del proceso de cambio de uso de suelo para el año 2030, a través del método de predicción de las cadenas de Markov.

1.3. Hipótesis

H0: La dinámica en el proceso de cambio de uso de suelo para el año 2030, a través del método de predicción de las cadenas de Márkov es potencialmente significativa.

H1: La cuantificación del cambio de uso de suelo entre el año 2000, 2010, 2019 y 2030 en la provincia de Coronel Portillo – Ucayali, sigue una dinámica con tendencia creciente.

H2: La validación el modelo de cambio de uso de suelo para los periodos 2000, 2010 y 2019 a partir del mapa de uso de suelo generado por sensores remotos, es estadísticamente significativa para el estudio.

H3: La dinámica en el proceso de cambio de uso de suelo para el año 2030, a través del método de predicción de las cadenas de Markov es creciente.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del problema

A nivel internacional

- **Reyna (2014). “Análisis de Cambio de usos de suelo para los años 1984, 2000 y 2008 de la cuenca del Río Tenancingo, estado de México ciudad México: Universidad Autónoma del Estado de México”.**

En su investigación realizó un análisis de cobertura vegetal y usos del suelo en 1984, 2000 y 2008, para conocer si existe una tendencia de aumento o disminución de las mismas en el periodo de estudio. Asimismo, se realizó un estudio de análisis estadístico en el cual se establecieron dos grupos: uso de suelos referentes a las actividades humanas y cobertura vegetal, para observar cuál de los dos es el predominante dentro de la cuenca y su comportamiento para el periodo establecido. Las herramientas utilizadas en esta investigación fueron: fotografías aéreas e imágenes satelitales, mismas que permitieron observar y determinar los usos del suelo y la vegetación en la zona de estudio. El programa que se empleo fue ArcGIS para realizar la cartografía necesaria para el estudio.

- **Valero (2015). “Estudio multitemporal y análisis prospectivo del cambio de uso de suelo y cobertura vegetal en la microcuenca del río Cristal mediante el uso de autómatas celulares”.**

En su investigación determinó que la actividad antrópica en la microcuenca del río Cristal, provincia de Bolívar y Los Ríos – Ecuador se ha incrementado en los últimos años provocando daños irreparables a los ecosistemas naturales, acelerando así los procesos de erosión por el mal manejo de los suelos y el crecimiento de la frontera agrícola, con lo que surge la necesidad de proveer a las autoridades de insumos para la elaboración de planes

relacionados al manejo de cuencas. En su estudio desarrollo un modelo prospectivo del uso y cobertura de suelo para el año 2020 basado en la técnica combinada de autómatas celulares y cadenas de Markov. Para ello, se realizaron procesos de orto rectificación de fotografías aéreas de donde se extrajeron las coberturas de suelo para el periodo 1983-2000. Además, se ajustaron modelos de regresión logística, para relacionar las variables biofísicas que condicionan la evolución en los usos del suelo y las zonas de cambio, se efectuó la simulación al año 2010 y se comparó con el índice de Kappa para determinar el grado de ajuste a la realidad y finalmente se simuló al año 2020.

- **Pinos (2016). “Prospectiva de uso del suelo mediante percepción remota en el Municipio del Valle de Santiago. México, D.F.: Centro Público de Investigación CONACYT”.**

En su investigación demostró la evolución del cantón cuenca que se ubica en la provincia del Azuay, localizada en la Región centro sur del país del Ecuador, en relación con los cambios de uso de suelo se originó durante los años 1991 y 2001, además del cambio hacia el año 2030. La cuenca del cantón padeció muchas modificaciones a lo largo de todo su territorio y relacionado a la abertura de una carretera sin planificación. El mapa de probabilidad hacia el año 2030 indica la tendencia de cambio que se ha venido dando en el territorio, el desarrollo agro productivo y el crecimiento urbano son las principales causas de la deforestación sobre las coberturas boscosas. En su metodología, se planteó los siguiente: La generación de la información cartográfica de la cobertura vegetal y uso de suelo, el análisis de los cambios ocurridos sobre la cobertura vegetal y uso de suelo, en el periodo entre 1991 al 2001 y el modelo prospectivo de la cobertura vegetal para el año 2010 y 2030.

- **Chóez (2018). “Análisis de Cobertura Vegetal y Cambio de uso de suelo en el área de influencia del canal de azúcar – Río Verde mediante teledetección”.**

En su investigación realizó el análisis multitemporal de la cobertura de uso de suelo en un área de influencia de 22 649,15 hectáreas alrededor del canal Azúcar-Río Verde para la cuantificación de coberturas de uso de suelo en el período 1998-2017 mediante clasificación supervisada se usaron imágenes Landsat de tres años distintos, las clasificaciones se validaron mediante matrices de confusión donde los índices Kappa oscilaron entre 0,87 y 0,91, validando la clasificación realizada mediante áreas de entrenamiento y verificación tomadas en el área de estudio. Para el periodo 2004, 2011 y 2016, 4 824,09 ha, 12 260,08 ha, 17 063,72 ha de áreas deforestadas respectivamente.

- **Sahagún & Reyes (2018). “Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México”**

En su investigación determinó que los cambios en el uso de suelo y la cubierta vegetal, derivados de la expansión y extensión de actividades antrópicas, generan impactos negativos en la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos. El objetivo de este estudio fue determinar el impacto potencial del cambio en el uso de suelo y la cobertura vegetal de las ANP de la región central de la Sierra Madre Oriental, en México, a través del análisis espacial y la simulación de escenarios de cambio potencial. Se usaron imágenes satelitales entre los años 1989, 2000 y 2005, y con base en un conjunto de variables biofísicas y socioeconómicas, se simuló un escenario de cambio al 2025. Se determinó que la tasa de cambio de las cubiertas vegetales fue de 0.54 % en selvas, 0.22 % en bosques y 0.23 % en matorrales; y en las ANP fue de 0.34 % y 0.60 % para selvas y bosques, respectivamente. En este lapso se perdieron 1 578.26 ha de selvas, bosques y matorrales, al interior de las ANP.

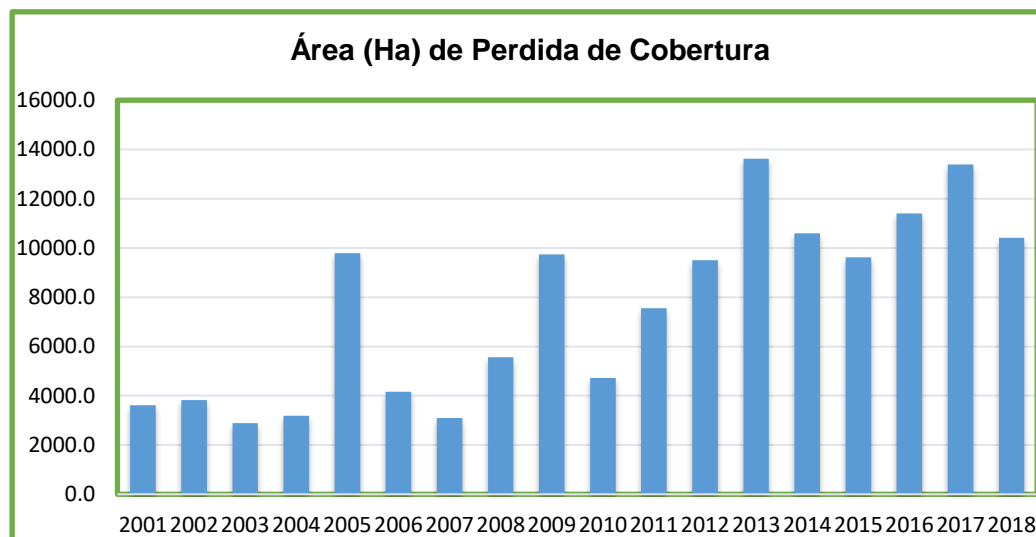
A nivel nacional

- **FAO (2015)**

En un análisis realizado recientemente se determinó que entre los años 2001-2014 se perdió en el Perú 1,653,255 hectáreas de bosque amazónico, con un promedio histórico de 118,089 ha/año y 177,585 ha durante el último año del periodo (Programa Bosques, 2015), ocupando el sexto lugar en tasas de deforestación en la cuenca amazónica, después de Ecuador, Bolivia, Venezuela, Colombia y Brasil. Así mismo se pudo determinar en la provincia de coronel portillo, región Ucayali entre los años 2001-2018 se perdió un total de 136653.557 hectáreas de bosque amazónico mostrando en el año 2013 y 2017 los años con mayores tasas de pérdida (Figura 1). La región Ucayali con una pérdida total de 388672.4166 hectáreas y dentro de ello la provincia de coronel portillo representa el 35,16 % del total de pérdida.

Figura 1

Pérdida anual de bosques húmedos amazónicos 2001-2018 (ha).



Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales (IDER - Ucayali, 2018).

- **Tuesta (2017). “Prospectiva del cambio de uso de suelo en el distrito de Iberia, Tahuamanu – Madre de Dios, periodo 2004 – 2030”,**

En su investigación determinó que existe una creciente deforestación en los últimos años producidas por las actividades antrópicas como la expansión agrícola, ganadera, tala y quema de árboles, construcción de carreteras y caminos vecinales, entre otros aspectos colaterales a la actividad, con lo que surge la necesidad de proveer a las autoridades de insumos sobre prospectiva de cambio de uso de suelo para la realización de planes de gestión del territorio. En este contexto los modelos de prospectiva del cambio de uso de suelo son una herramienta para conocer las dinámicas que ayudan a establecer los patrones de cambio de uso del suelo, y a explorar posibles escenarios. Las imágenes que se utilizaron en esta investigación pertenecen al sensor Landsat 5 TM (2004 y 2011) y Landsat 8 OLI (2016). Los cálculos reportan para el periodo 2004, 2011 y 2016, 4 824,09 ha, 12 260,08 ha, 17 063,72 ha de áreas deforestadas respectivamente.

- **Tarrillo (2019). “Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo con imágenes satelitales del distrito de Tacabamba años 2003 y 2018”**

En su investigación identificó cambios de la cobertura y uso actual del suelo del distrito Tacabamba, provincia Chota, Región Cajamarca; por medio de imágenes satelitales Landsat 5 (2003) y Landsat 8 (2018). Utilizando la metodología y clasificación de cobertura terrestre (Corine Land Cover) propuesta y adaptada para el Perú al nivel III, con una representación cartográfica a escala 1/60 000, utilizando la clasificación supervisada con randomización de bosque (Random Forest) y el algoritmo de máxima verosimilitud para generar información base.

A nivel Local

- **Valdivia (2014), “Clasificación de la cobertura y uso del territorio para el año 2014 de la provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali”.**

Realizó su investigación en la cual hizo uso de la teledetección para identificar las coberturas vegetales y diversos usos del territorio en la provincia de Padre Abad, mediante la cual logró identificar de forma cualitativa y cuantitativa, utilizando la metodología de leyenda de CORINE Land Cover adaptado al Perú a través de la Asociación para la investigación y el desarrollo integral y poder así mapear las principales clases de coberturas.

- **Luna (2015), “Cambio de uso de suelo y su relación con la deforestación”**

En su investigación desarrolló en áreas de la comunidad nativa Pankirentsy, ubicada en la provincia de Purús, distrito de Purús, región Ucayali, el objetivo fue determinar el cambio de uso de la tierra y su relación con la deforestación. El ámbito de estudio abarco 2388 has del territorio cuyas características presentan áreas agrícolas y de caza de animales indicados como las principales actividades que desarrolla el pueblo y como actividades secundarias la pesca, la producción de etanol y carbón, y la recolección de semillas.

- **Bardales (2019), “Análisis de cambio de uso del suelo mediante percepción remota en la Vía Vecinal UC-561, entre los años 1985 al 2018, en el distrito de Campoverde, Ucayali, Perú.**

En su investigación aplicó la teledetección utilizando la metodología de leyenda CORINE Land Cover, Metodología de procesamiento de imágenes del Ministerio del Ambiente, las fórmulas de tasas de cambio y tasas de deforestación encontrando las siguientes coberturas; áreas urbanizadas, infraestructuras, cultivos permanentes, pastos, bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y áreas con o sin poca vegetación. Durante los siete periodos, se demostró que la cobertura Bosque fue la que perdió totalmente su cobertura, del

primer periodo con un área de 970.05 Ha al séptimo periodo con un área de 27.75 Ha.

- **Oblitas & Hubeck (2023), “Impacto de las políticas públicas en el cambio de uso del suelo entre los años 2000 – 2019 en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.**

En su investigación analizó la influencia de las políticas públicas sobre el cambio de uso del suelo en el distrito de Callería, en el período 2000-2019. La metodología consistió en el análisis del territorio con la herramienta de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) y el análisis de políticas públicas en el cambio de uso del suelo en el distrito de Callería, representada gráficamente durante el periodo 2000-2019. Se procesaron imágenes satelitales de los años 2000, 2004, 2015 y 2019, a través de la clasificación supervisada en sistemas de información geográfica y reconocimiento de los usos de suelos según la clasificación IPCC, asimismo se generó muestras de entrenamiento de forma manual en las coberturas identificadas para la clasificación del uso actual de territorio.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Cambio de uso de suelo de tierra y cobertura vegetal

Cambio de uso de tierra

El uso del suelo (terreno), se refiere a la manera en la cual las coberturas son utilizadas por el hombre, para satisfacer sus necesidades materiales y espirituales. En otro contexto el uso de suelo describe las actividades del hombre que se desarrollan sobre la superficie terrestre y al influir el humano en el ambiente para producir bienes y servicios este uso tiende a transformarse (Pineda, 2011).

El término “Cobertura del Terreno”, se aplica a aquellos objetos que se localizan sobre la superficie del planeta y que pueden ser de origen natural (bosques, glaciares, ríos, lagos, entre otros); o producidos y mantenidos por el hombre (carreteras, ciudades, presas, etc.); es estudiada por las ciencias naturales y se refiere al estado físico de la cobertura vegetal, esta cobertura está determinada por factores biofísicos, como son el clima, topografía, tipo de suelos, disponibilidad de agua y el tipo de vegetación (Lopez, 2006).

CUTS (Cambio de uso de la tierra y silvicultura) – El uso de la tierra hace referencia al tipo de actividad que se lleva a cabo en un terreno, tales como tierra forestal, de cultivo o pastizal. En las Directrices del IPPC revisadas en 1996 se hace referencia a las fuentes y sumideros asociados con la emisión/eliminación de GEI derivada de aquellas actividades humanas que:

- Cambian la forma en la que se emplea la tierra (p. ej., limpiar los bosques para convertirlos en campos agrícolas y la conversión de pastizal a bosque).
- Afectan la cantidad de biomasa de las reservas de biomasa existentes (p. ej, bosques,

árboles en zonas urbanas, sabana) y las reservas de carbono de suelo (GCE, 2011).

Los modelos de cambio de uso del suelo se pueden posicionar como herramientas de planificación para apoyar análisis de causas y consecuencias. El desarrollo de modelos de simulación, que involucren la lógica de los tomadores de decisiones, es aún incipiente en las disciplinas que estudian los ecosistemas agrícolas. Su impacto potencial sobre el manejo racional del medio ambiente es aún subestimado (Blanco, 2015).

Leyenda CORINE Land Cover

CORINE Land Cover (CLC) es una metodología para la construcción de mapas de cobertura y uso de la tierra. Emplea una leyenda jerárquica, que vincula distintos niveles de detalle espacial (escala espacial) con distintos niveles de detalle temático (niveles de la leyenda jerárquica). (IDEAM, 2007).

Cobertura Vegetal

Los estudios relacionados con los cambios progresivos en la cobertura vegetal y de uso de suelo han cobrado importancia en la investigación ambiental, ya que permiten evaluar las tendencias espacio-temporales de procesos como la deforestación y degradación ambiental, provocadas por actividades humanas. En el presente estudio, se hace una descripción de los cambios de cobertura y uso del suelo en el estado de Morelos durante el periodo 2000-2009. (Escandón et al, 2009). Se identifican 14 clases de coberturas vegetales y usos del suelo, que incluyen cuerpos de agua, los cuales no se consideran en el análisis y se registran dos coberturas que ganan terreno: agricultura, con un incremento de 1 373 ha y urbano, con 189 ha; las que más se transforman son selva baja (1 841 ha) y los bosques, con 858 ha. (Escandón et al, 2009).

Pérdida de Cobertura

- ***Deforestación***

El Perú se enfoca principalmente a la definición propuesta por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático CMNUCC en la que define la deforestación como la conversión directa inducida por el hombre de tierras con bosques a tierras sin bosque. Mientras La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define deforestación como "el cambio de uso de suelo del bosque o la reducción a largo plazo de la cubierta del dosel por debajo del límite del 10% mínimo" (FAO, 2010).

- ***Degradación Forestal***

Adopta diferentes formas, especialmente en las formaciones abiertas, que tienen su origen principalmente en las actividades humanas, como el pastoreo excesivo, la sobreexplotación (especialmente, para la obtención de leña), incendios frecuentes; o ataques de insectos, enfermedades, parásitos u otros fenómenos naturales como los ciclones. En la mayoría de los casos, la degradación no se traduce tanto en la disminución de la superficie de vegetación leñosa, como en la disminución gradual de la biomasa, cambios en la composición de especies o degradación del suelo (FAO, 2010).

- ***Deforestación en el Perú***

El Perú tiene 73 millones de hectáreas de bosques que se caracterizan por una amplia diversidad, de la cual se distinguen los bosques amazónicos que comprenden la mayor superficie con 94% del área forestal, los bosques secos que abarcan el 5% y los bosques andinos con 0.5%. Tanto los bosques amazónicos como los no amazónicos experimentan fuertes presiones, ya que la deforestación afecta también las vertientes occidentales, oriental andina y laderas de valles interandinos. No obstante, la dinámica de deforestación en bosques

amazónicos, debido a su importancia en términos de área, se establece predominantemente en las estrategias en el tema de bosques. El Perú es el segundo país con mayor extensión de bosques húmedos amazónicos, al 2013 se contaba con 69 millones de hectáreas, más del 75% de esta área se ubica en las regiones de Loreto (más de la mitad), Ucayali y Madre de Dios (SERFOR, 2015).

Figura 2

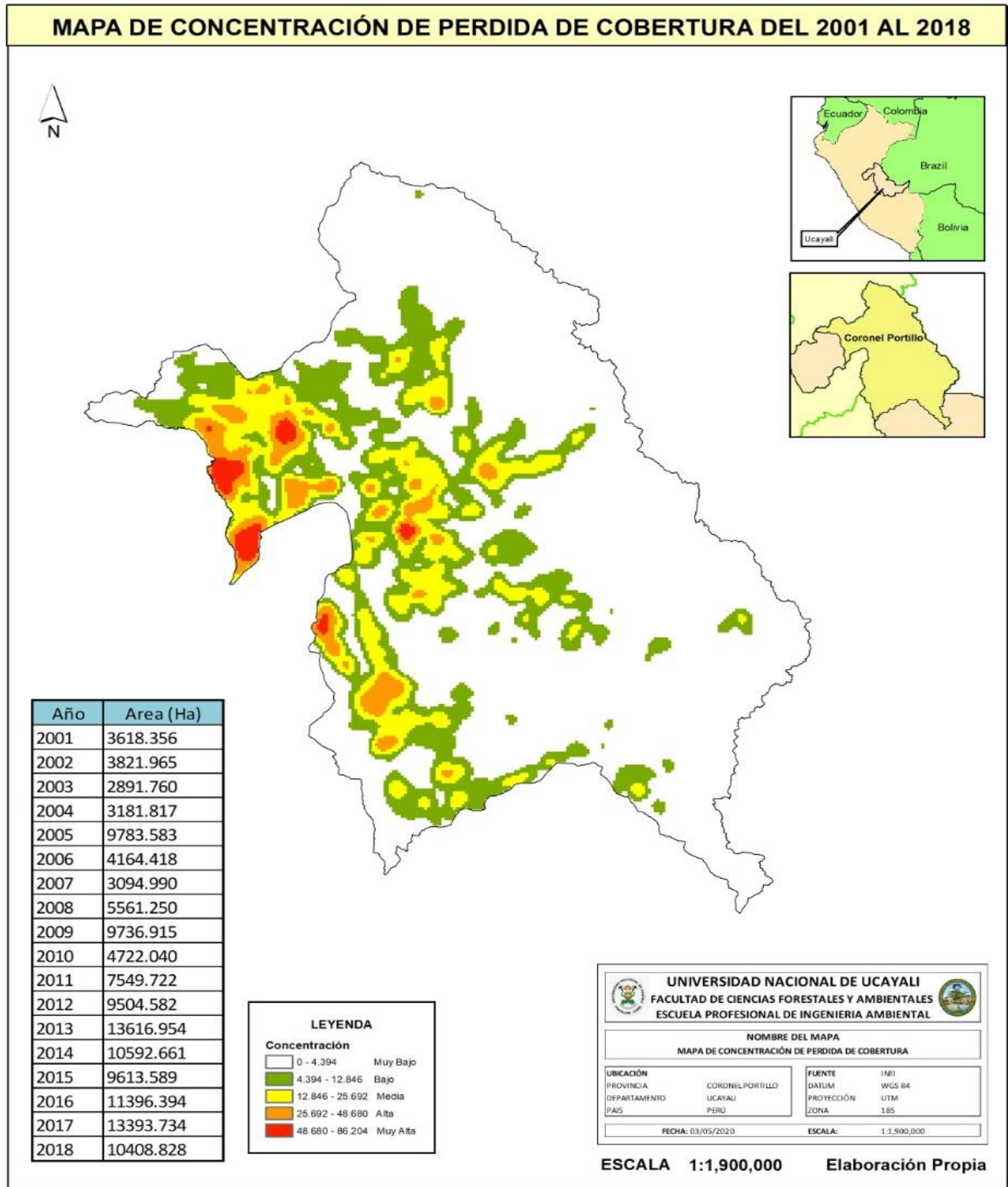
Superficie total de bosques en el Perú.



Fuente: MINAM & MINAGRI, 2011.

Figura 3

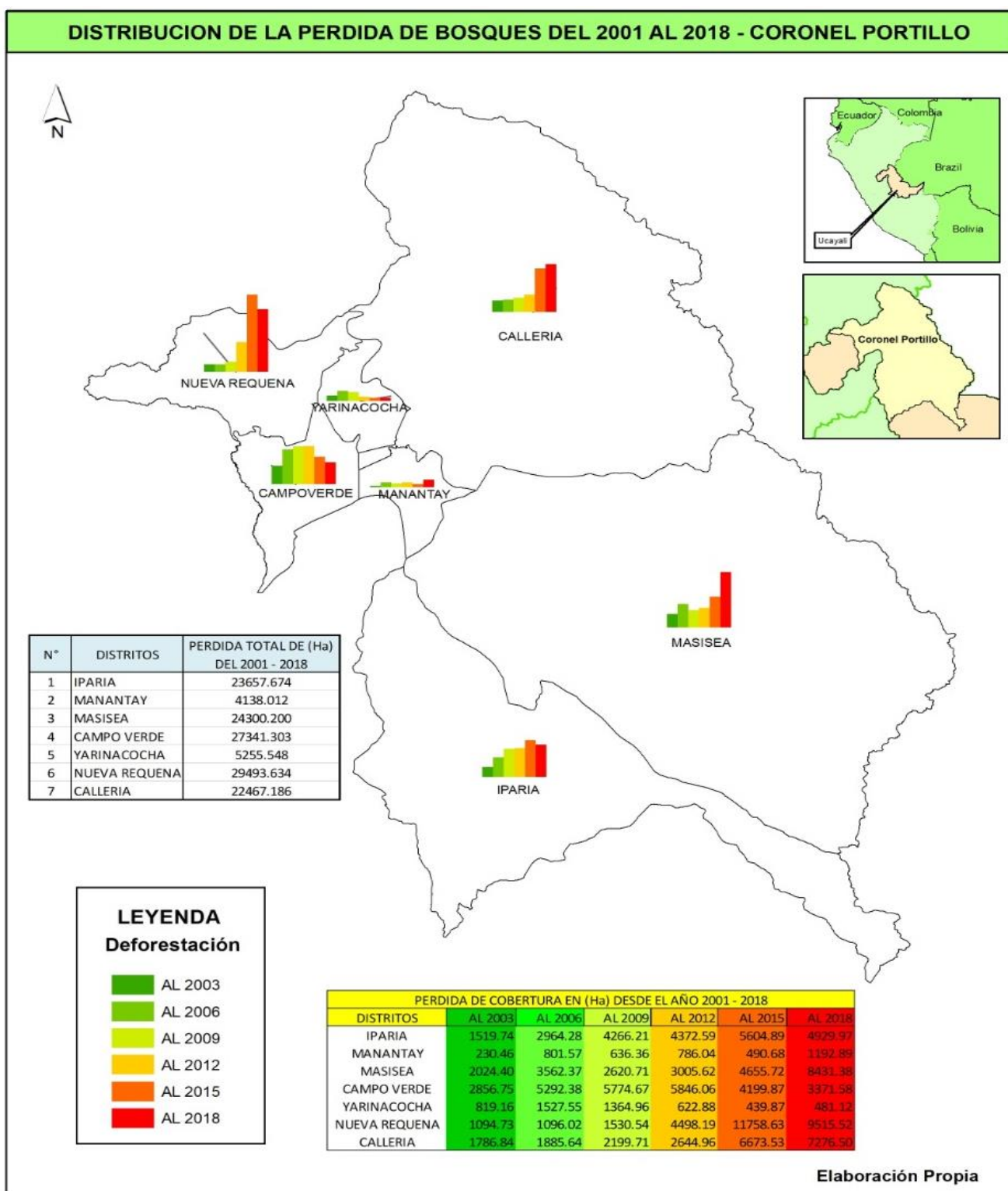
Concentración de pérdida de cobertura 2001-2018.



Fuente: Geobosques, 2018.

Figura 4

Concentración de pérdida de *cobertura* 2001-2018.



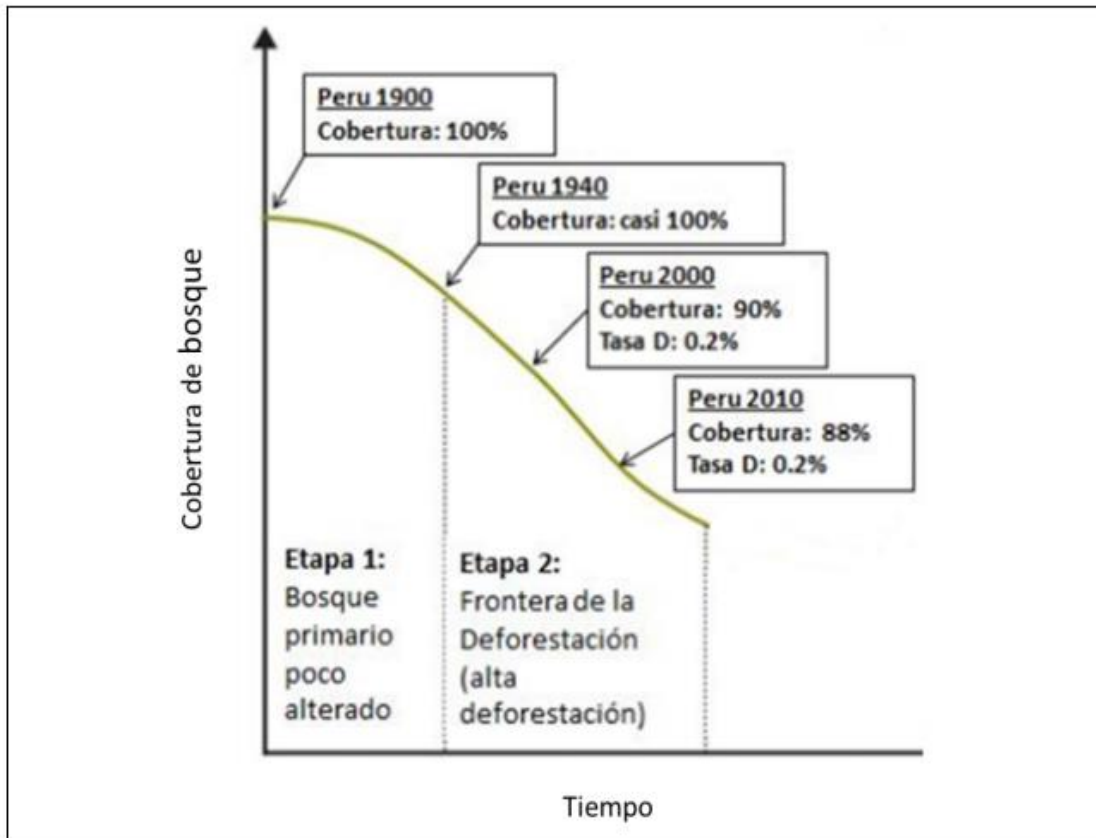
Fuente: Geobosques, 2018.

- **Panorama de Deforestación en la Amazonía**

Los bosques húmedos amazónicos en el Perú evidencian una pérdida acumulada de 10 millones de hectáreas desde 1900, lo cual representa una reducción de 12% de la cobertura total desde principios de siglo (**Figura 3**). El análisis de los datos de cobertura de bosques húmedos amazónicos durante el periodo 2001 - 2013 muestra, a pesar de reducciones de corta duración, una tendencia de la tasa de deforestación que continúa en aumento con una pérdida promedio de 113 000 hectáreas anuales, que sobrepasó las 140 000 hectáreas en los años 2005, 2009, 2012, 2013, 2014 y 2015 (**Figura 5**).

Figura 5

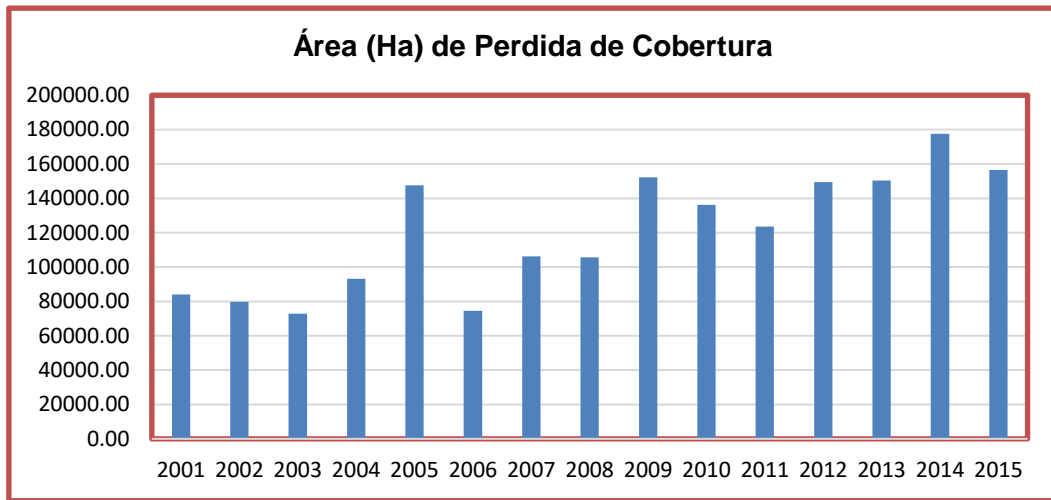
La deforestación histórica evidencia la pérdida de 10 millones de hectáreas desde 1990. Nature Services, Perú, adoptado del comité et. Al., 2006 y Angelsen et. Al., 2007.



Fuente: Ajustado del FIP.

Figura 6

Tasa anual de deforestación de bosques húmedos amazónicos 2001-2015.

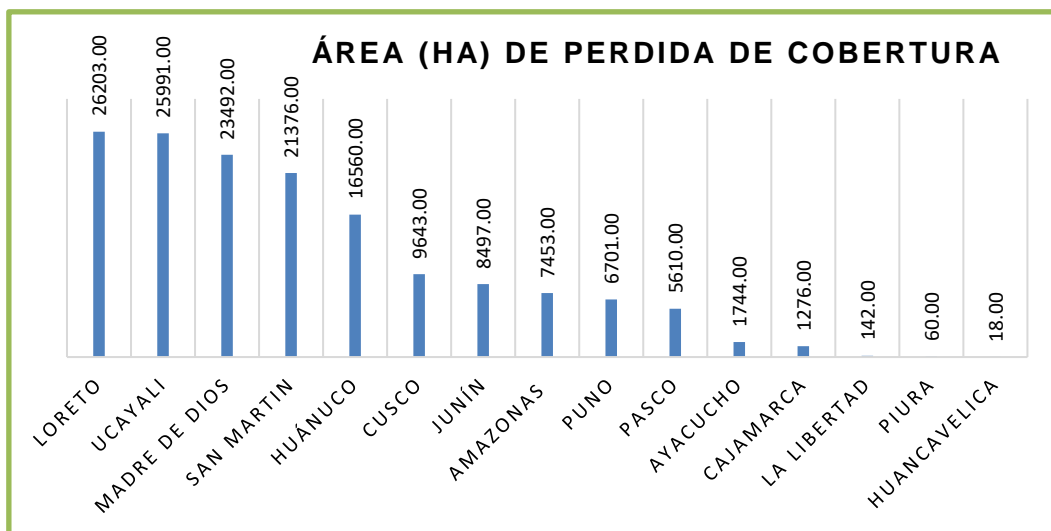


Fuente: MINAM & MINAGRI, 2017.

Según la distribución geográfica en el territorio, en la última década el 70% de la deforestación en términos absolutos ocurrió en: Loreto, Ucayali, Madre De Dios, San Martín y Huánuco (**Figura 7**).

Figura 7

Pérdida de bosque húmedo amazónico por departamento 2001-2018.



Fuente: MINAM & MINAGRI, 2018

2.2.2. Tipos de cambio de uso de la tierra y su relación con la deforestación

En el estudio desarrollado por el (MINAM, 2005) citado por (Bardales, 2019), la clase de uso de la tierra que presenta mayor superficie es la clase mixta Bosque Secundario / Agricultura, con 3,168/ 727,48 ha, es decir un 44.18 % del total deforestado al año 2000, y, por el contrario, la clase que presenta la menor superficie es la clase de áreas sin vegetación con 65,564.64 ha (0.91 % del total de superficie deforestada).

Tabla 1.

Tipos de clase de uso de la tierra en la amazonía peruana.

Clase de Uso de la Tierra	Superficie (ha)	% del total de deforestación
Bosque Secundario/Agricultura	3 168 727.48	44.18
Bosque Secundario	2 067 765.17	28.83
Pasto	1 179 982.15	16.45
Agricultura	690 514.54	9.63
Áreas sin Vegetación	65 564.64	0.91
Total	7 172 553.97	100 .00

Nota. Fuente: MINAM, 2005.

2.2.3. Cambio de uso de suelo en el departamento de Ucayali

En este estudio desarrollado en el año 2005 por el Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para Manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire (PROCLIM) se realizó un resumen enfocado principalmente a los tipos de cambio de uso de tierra encontrados en el departamento de Ucayali al año 2000 (MINAM, 2005)

Tabla 2

Superficie de tipos de uso de tierra acumuladas al año 2000 en Ucayali.

Departamento	Tipos de Uso de la tierra	Superficie (ha)	%
Ucayali	Agricultura	25 356.29	3.67
	Pastizales	117 810.88	9.98
	Bosque Secundario	213 223.08	10.31
	Bosque Secundario / Agricultura	265 194.31	8.37
	Áreas sin vegetación	5 479.85	8.36
	Total	627 064.40	40.69

Fuente: Adaptado del estudio desarrollado por MINAM, 2005.

2.2.4. Modelamiento

Consiste en la utilización de las funciones de análisis de un Sistema de Información Geográfica bajo una secuencia lógica, de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos. En tal sentido, el análisis y modelamiento se pueden llevar a cabo en:

- **Generalización Cartográfica**

Consiste en generalizar características de un mapa o presentación cartográfica, con el fin de hacer menos complejo el modelo final.

- **Análisis Espacial**

Comprende funciones que realiza cálculos sobre entidades gráficas, desde operaciones sencillas como, por ejemplo, longitud de una línea, perímetro, áreas y volúmenes hasta análisis de redes de conducción, intersección de polígonos y análisis de modelos digitales del terreno.

- **Cadenas de Markov**

Las CM muestran la transición de un estado a otro dentro de un número finito de posibles estados (Quah, 1993, 1996; Garrocho y Jiménez, 2018). Es el método más útil para modelar procesos estocásticos y de evolución probabilística, cuando se conoce solamente la situación presente. El crecimiento de la mancha urbana y otros muchos procesos que podemos observar en el tiempo son modelados mediante procesos estocásticos, como cualquier colección de variables aleatorias $\{X(t)\}$ que dependen del tiempo t (Valdivia-López, 2008; Garrocho y Jiménez, 2018).

Un proceso estocástico (X) tiene la propiedad markoviana si la condicional de cualquier evento futuro t_1 es independiente del evento pasado, sólo depende del estado actual del proceso. En este caso el proceso no tiene memoria. Si para todos los enteros $n \geq 0$ y todos los estados $i_0, i_1, \dots, i_{n-1}, i, j$, entonces se aplica la ecuación **(1)**.

$$P(X_{n+1} = j | X_n = i, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_0 = i_0) = P(X_{n+1} = j | X_n = i) \quad \mathbf{(1)}$$

Se menciona que el proceso está en el estado i al tiempo n . Sea $\{X_n\}_{n \geq 0}$ un proceso estocástico discreto con espacio de estados $E = \{i, j, k, \dots\}$.

Dado que el sistema se encuentra en el estado i en el momento t , deberá encontrarse en alguno de los estados en $t+n$, donde la probabilidad de transición depende no sólo de los estados sino también del instante en el cual se efectúa la transición (i.e. la probabilidad es independiente del tiempo). Por lo que para todo i y n deberá cumplirse la ecuación (2), llamadas propiedades de Markov para todas las variables i, j (Yin y Zhang, 2010).

$$\boxed{\sum_{j \in E} P_{ij} = 1, P_{ij} \geq 0} \quad (2)$$

Donde p_{ij} es la matriz de transición, en nuestro caso la matriz de cambios de estado (i.e. cambio de espacio vacío a espacio ocupado), donde i es la clasificación inicial del espacio en 2003 y j la clasificación en 2017. La suma de los valores de las filas de la matriz debe ser igual a la unidad, para todos y cada uno de los estados “actuales”. Además, como se trata de probabilidades condicionales, deben ser no negativas.

La metodología expuesta da cuenta de la situación probabilística de cambio temporal, pero no espacial, por lo tanto, se utilizan la imagen en t , para aplicar la probabilidad de transición y se le agrega una regla de difusión aleatoria que ubica espacialmente los pixeles que tienen mayor probabilidad de cambio en cada categoría. Con este procedimiento la probabilidad de cambio es mayor de acuerdo con el contacto con cada pixel (e.g. contacto con vecinos cercanos). De esta manera se generan la metodología de Cadenas de Markov espaciales que se sustenta bien en el tiempo y en el espacio. (Jimenez López, 2019).

Se fundamenta en las cadenas de Markov sugerido por el matemático ruso Andrei Markov en 1907. “Estos modelos (también llamados markovianos) se hicieron espacialmente explícitos cerca del año 1990, cuando empezaron a integrar el componente de autómatas celulares permitiendo que la probabilidad de transición de un pixel esté en función de los pixeles vecinos” (Cabral & Zamyatin, 2006)

De esta manera, el módulo CA_Markov de Idrisi o TerrSet ayuda a realizar predicciones del uso del suelo teniendo en cuenta la proximidad espacial, “la probabilidad de presencia de las coberturas (EMC y/o Regresión Logística) y la probabilidad de transición de las coberturas de un estado a otro en diferentes épocas” (Sang et al. 2011).

2.2.5. Teledetección

Se define la teledetección como “aquella técnica que nos permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre” (Chuvieco, 2006). Establece además que, para que esta observación remota sea posible es preciso que entre los objetos y el sensor exista algún tipo de interacción”. De manera que “las técnicas de teledetección permiten captar información de la superficie terrestre sin entrar en contacto directo con los materiales que la componen. El término teledetección se refiere no sólo al registro de los datos, sino que se aplica a todo un proceso que consta de varias etapas: adquisición de los datos, pre-proceso, tratamiento de las imágenes, análisis de los resultados y entrega de productos al usuario”.

El término “teledetección” o “percepción remota” como también se le conoce, fue originado por la existencia de sensores situados en plataformas espaciales. Es empleada como complemento a estudios orientados al medio ambiente en las distintas áreas de la ciencia: oceanografía, recursos pesqueros, estudios costeros, contaminación, hidrogeología, estimación de cosechas, control de plagas, producción agrícola, usos del suelo, planificación urbana, etc (Brava & Digliotti, 2000).

2.2.6. Componentes básicos de un sistema de teledetección.

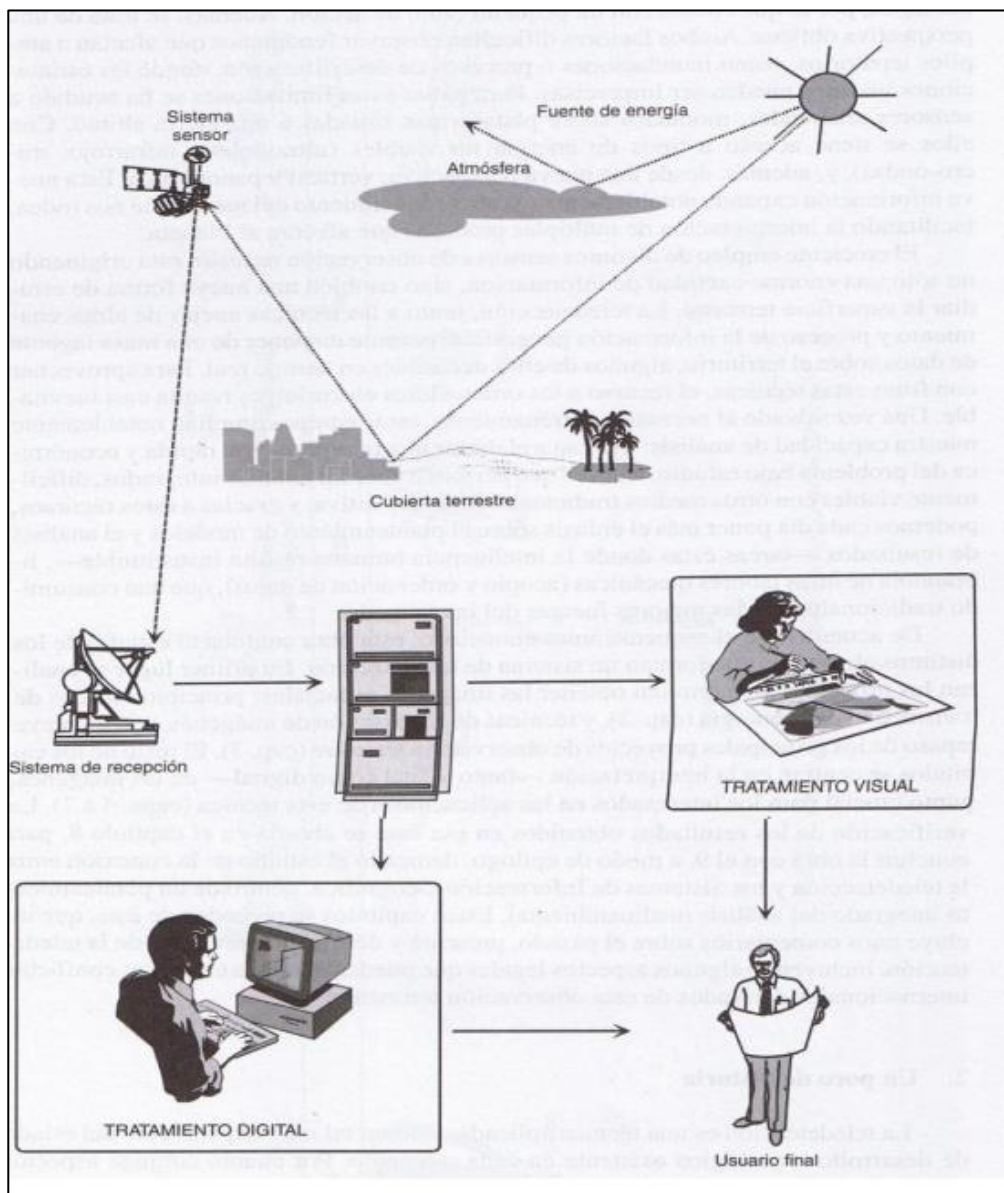
Un sistema de teledetección está compuesto básicamente de los siguientes elementos:

Chuvioco, 2002:

- a) **Fuente de energía**, es el origen de la radiación electromagnética que detecta el sensor, cuando proviene de una fuente externa a este se denomina teledetección pasiva, si el haz de luz es emitido por el sensor, se denomina teledetección activa. La fuente de energía más importante es el sol.
- b) **Cubierta terrestre**, está conformada por todas las distintas coberturas vegetales, suelos, construcciones humanas y cuerpos de agua, que reciben la energía y la reflejan según sus características físicas.
- c) **Sistema sensor**, lo conforman el sensor propiamente dicho y la plataforma que lo contiene. Tiene como misión capturar la energía que proviene de las cubiertas terrestres, codificarlas y grabarlas o enviarlas directamente al sistema de recepción.
- d) **Sistema de recepción-comercialización**, es aquí donde se recibe la información transmitida por la plataforma, se graba en el formato indicado, se realizan las correcciones necesarias y se distribuye a los usuarios.
- e) **Interprete**, es el responsable de transformar esos datos en información temática en su área de interés, en forma visual o digitalmente con miras a dar respuesta a un problema determinado.
- f) **Usuario final**, es el encargado de analizar el resultado producto de la interpretación, así como de las aplicaciones que de él se deriven.

Figura 8.

Componentes básicos de un sistema de teledetección.



Fuente: Fundamentos de la teledetección – Chuvieco 2002.

2.2.7. Satélites.

Estos satélites que órbita por la tierra están proyectadas para la observación del medio ambiente del planeta y el estudio de sus recursos naturales, entre ellos tenemos:

a) **LANDSAT:** Es el satélite operativo con más tiempo en órbita, este programa inició en el año 1972 cuando se lanzó Landsat-1. El lanzamiento más reciente fue Landsat-7 en el año 1999, en el año 1984 fue lanzado Landsat-5. Estos satélites tienen dos sensores, MSS (Multispectral scanner) y TM (Thematic mapper). El sensor TM tiene mayor resolución radiométrica (8 bits) que el MSS (6 bits). El satélite Landsat-7 añade el sensor ETM (Enhanced Thematic Mapper) que incorpora a las bandas ya disponibles en el TM, un canal pancromático con resolución espacial de 15 metros, sobrevuela la misma zona cada 16 días y, su órbita se sitúa a 705 Km de altitud (Cnice2006/material121/unidad3).

“La plataforma LDCM, fue construida por la empresa Orbital Sciences Corporation en Gilbert, Arizona, tiene una vida útil de 5 años, pero lleva suficiente combustible para 10 años de operaciones. La nave orbitará de norte a al sur durante el día, cruzando el ecuador a las 10 a.m., hora local, con una órbita aproximada de unas 438 millas (705 kilómetros) por encima de la Tierra” (Ariza, 2013).

La información colectada por los satélites LandSat, específicamente los satélites LandSat 7 y 8 puede ser utilizada para obtener cobertura nivel y de temperatura de suelos. Como todos los sensores ópticos, su mayor limitante es la cobertura de nubes, que puede afectar en mayor medida la línea temporal de los datos dada la revisita de estos sensores (16 días aproximadamente). Los diferentes sensores de cada uno de los satélites LandSat han ido mejorando en el tiempo, el más reciente satélite (L8) cuenta con los sensores OLI&TIRS. El sensor OLI cuenta con nueve bandas espectrales que cubren el espectro desde los 0.433 μm a los 1.390 μm , mientras que TIRS registra de 10.30 μm a 12.50 μm .

b) SENTINEL: La Agencia Espacial Europea (ESA), a través del programa Copernicus tiene la constelación de satélites de observación de la Tierra más ambiciosa de la historia, diseñado para proporcionar información precisa y actualizada, para mejorar la gestión del medio ambiente, comprender y mitigar los efectos del cambio climático y garantizar la seguridad ciudadana. Existen tres satélites que ya se encuentran en el espacio, Sentinel 1, 2 y 3 (MasterGis, 2019).

- **SENTINEL 1 Radar C.**

La misión Sentinel-1 está conformada por una constelación de dos satélites de órbita polar, que adquiere imágenes de radar de apertura sintética en banda C. Gracias a que los datos RADAR no se ven afectados por las condiciones atmosféricas o por el hecho de ser de día o de noche, la monitorización de la superficie terrestre es constante.

El lanzamiento del Sentinel-1A se realizó el 3 de abril del 2014 y su gemelo el Sentinel-1B el 25 de abril del 2016, al día de hoy ambos satélites se encuentran operativos con un ciclo de revisita de 6. Las escenas de Sentinel -1 se capturan en cuatro modos de imagen exclusivos con diferente resolución y cobertura.

- **SENTINEL 2 Multiespectral. Sentinel -2**

Es una misión que captura imágenes multiespectrales con gran resolución y amplitud. Su objetivo es monitorear la variabilidad de la superficie terrestre. La misión Sentinel-2 está compuesta por el instrumento MSI (Multi Spectral Instrument), que captura la información de la superficie terrestre en 13 bandas espectrales, con diferentes resoluciones espaciales, cuatro bandas de 10 m, seis bandas de 20 m y tres bandas con resolución de 60 m. El lanzamiento del

Sentinel-2A se realizó el 23 de junio del 2015 y el del Sentinel-2B el 7 de marzo del 2017. El tiempo de revisita, estando ambos satélites operativos, es de 5 días. Tiene 13 bandas.

c) CONIDA PERU SAT 1: PeruSat-1

Es un satélite de observación terrestre de propiedad del gobierno peruano el cual es operado por su agencia espacial CONIDA, entidad adscrita al Ministerio de Defensa. Fue construido en Francia por la empresa Airbus Defence & Space y se encuentra operando desde el año 2016. El 15 de septiembre de 2016 a las 8:43 p.m. (tiempo de Perú) el PeruSat-1 fue lanzado desde la base de Arianespace en Kourou, Guyana Francesa, por medio del cohete Vega, junto con el satélite Terra Bella.910 El lanzamiento fue seguido por las autoridades peruanas desde el Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales (CNOIS) de Perú, ubicado en el balneario de Pucusana, en el sur de Lima.

2.2.8. Conceptos de SIG

Son varias las definiciones que en la bibliografía actual se encuentran sobre los SIG y parten de que son programas informáticos de análisis espacial. No son sólo medios de visualizar datos, sino también medios para trabajar con esos datos y que contando con las variables que describen un espacio, prevén su evolución futura y plantean alternativas que pueden ser evaluadas (Tapiador, 2006).

Un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema computarizado, consistente en la colección organizada de equipos, programas, datos georeferenciados y personal. Todos

estos trabajan en conjunto para el almacenamiento, análisis y despliegue de información espacial asociada a una base de datos de atributos (Chuvienco, 1990).

Pérez Navarro et al. (2011), sostiene que escoger un concepto de SIG u otro depende del contexto en el que se aplique y a las realidades actuales. Siguiendo esa línea Deuker y Kjerner (1989) postulan que es un sistema de hardware, software, datos, personas, organizaciones y convenios institucionales para la recopilación, almacenamiento, análisis y distribución de información de territorios de la tierra”.

Una de las definiciones más aceptadas y usada es la del Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis, NCGIA (1990) define que un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

- **Funciones de un SIG**

Aunque existen diferentes tipos de software, según las licencias y códigos las funciones comunes que tienen los Sistemas de Información Geográfica se asocian con la siguiente clasificación (Palacio, 2017):

- a) Entrada de datos:** la entrada de datos de información espacial y de actividades humanas a un SIG se puede realizar mediante dos formas; por medio de datos primarios, obtenidos mediante fuente directa, (son los que se generan específicamente para un proyecto), a veces suele ser muy costoso y ameritar de.

- b) Almacenamiento, recuperación y análisis de consulta:** la información geográfica en el SIG tiene que pasar por diferentes fases de procesamiento para su buen manejo y organización. El análisis espacial es el fin común de los usuarios en esta etapa. Dependiendo del problema espacial al que se desee responder y del volumen de la información, se necesitarán ordenadores más o menos potentes para poder gestionar la data geográfica.
- c) Salida de datos:** se pueden generar salidas en formato digital y papel con informaciones temáticas varias y representaciones que dependerán de lo que desee reflejar el usuario.

- **Aplicaciones Generales de los SIG**

Los distintos campos de aplicación de los SIG dependen básicamente del área de la investigación que se mantenga en curso, bien sea en el campo medio ambiental, en la ordenación del territorio, urbana, u otra. Este se utiliza para obtener desde un inventario de recursos, hasta para plasmar las acciones y propuestas pertinentes.

La información geográfica con la cual se trabaja en los SIG puede encontrarse en dos tipos de presentaciones o formatos: Raster y Vectorial.

a) Formato Raster

Es aquel en el que la base de datos gráfica está conformada por mapas en formato de celdas, en los cuales cada elemento o píxel corresponde a un área o superficie del terreno. Estos sistemas presentan una estructura bastante sencilla y fácil de manejar, cada elemento de la superficie o píxel presenta

básicamente tres valores, conformado por las coordenadas centrales de la superficie y el correspondiente valor o atributo de dicha superficie, la cual puede estar asociada a una base de datos temática, a través de un código o identificador.

El formato Raster se obtiene cuando se "digitaliza" un mapa o una fotografía o cuando se obtienen imágenes digitales capturadas por satélites. En ambos casos se obtiene un archivo digital de esa información. La captura de la información en este formato se hace mediante los siguientes medios: escáner, imágenes de satélite, fotografía aérea, cámaras de video, entre otros (Tinoco & Roberto).

Este tipo de modelo de datos es especialmente adecuado para variables geográficas, en las cuales se encuentran pocas formas geométricas regulares y se debe describir la forma exacta de las áreas con el mismo valor con muchos polígonos y segmentos. Por tanto, su principal aplicación es la descripción del terreno (Modelos de Elevación Digital, Mapas de Aspecto, Mapas de Pendientes, etc.) (Martinez & Perez, 2002).

2.2.9. Teoría de la tasa de cambio de la FAO.

La tasa de cambio es un indicador de presión que permite conocer la magnitud y velocidad con que se está presentando este proceso, su evaluación es necesaria para conocer la dinámica y magnitud del cambio, así como sus efectos. La mejor forma de cuantificar este proceso es mediante el análisis de la dinámica de la cubierta vegetal relacionándola con el espacio tiempo (Berry et al, 1998. Citado por Velásquez et al, 2002). La

FAO (1996) propone la siguiente formula que expresa el cambio en porcentaje de la superficie del año inicial:

$$tc = \left[\left(\frac{S2}{S1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] * 100$$

Dónde:

Tc= tasa de cambio (en %)

S1= superficie en la fecha inicial

S2= superficie en la fecha final

n= diferencia de años entre fecha inicial y final

2.2.10. Matriz de Confusión

Para la verificación de una imagen clasificada se realiza una matriz de confusión donde primero tomamos puntos de verificación en los cuales conocemos la cobertura real, mediante validación en campo, y la deducida durante la clasificación de la imagen.

Estos se explican a continuación junto con los demás subproductos derivados de la matriz y pueden ser interpretados con ayuda de la **tabla 3**:

- a) Precisión Global de Clasificación.** Se calcula sumando el número de píxeles clasificados correctamente (ubicados en las diagonales) y dividiendo por el número total de píxeles (valor total en la matriz). Se suele expresar en porcentaje, y de manera general sirve para evaluar la validez de la clasificación.

b) Errores de Comisión. Representan píxeles que pertenecen a otra clase que están etiquetados como pertenecientes a la clase de interés, estos se muestran en las filas de la matriz, a excepción de las diagonales que son píxeles correctamente clasificados.

c) Errores de Omisión. Representan píxeles que representan clases de verdad en el suelo, pero la técnica no los clasificó en la clase adecuada, se muestran en las columnas, excepto las diagonales.

Tabla 3

Ejemplo de Matriz de Confusión expresada en píxeles.

		Forestal	Industrial	Urbano	Agua
Áreas clasificadas	Forestal	68	7	3	0
	Industrial	12	112	15	10
	Urbano	3	9	89	0
	Agua	0	2	5	56
Precisión global		325/391		83.12%	

Nota: Fuente: Congalton, 1991.

d) Coeficiente Kappa (k). Mide el acuerdo entre la clasificación y los píxeles de realidad en el terreno. Los valores de k representan la concordancia perfecta, mientras que un valor de 0 no representa ningún acuerdo (Harris, 2020). Podría decirse este es el parámetro más importante ya que determina cualitativamente la veracidad del clasificador. La fórmula es:

$$k = \frac{P_O - P_C}{1 - P_C}$$

Donde $p_o - p_c$ representa la diferencia entre las sumatorias de las concordancias observadas y la sumatoria de concordancias atribuibles al azar; esto dividido entre la diferencia entre el total de observaciones y la sumatoria de concordancias atribuibles al azar P_c (Cerde & Villaroel del P, 2008).

Los valores de concordancia de la clasificación se miden de acuerdo a la tabla x determinada por Landis & Koch en 1977, donde indican concordancias casi perfectas a partir de valores entre 0,81 y 1,00 (Landis & Koch, 1997).

Tabla 4

Valores de concordancia Coeficiente Kappa.

Estadística Kappa	Fuerza de Acuerdo
<0.00	Pobre
0.00 - 0.20	Leve
0.21 - 0.40	Aceptable
0.41 - 0.60	Moderado
0.61 - 0.80	Sustancial
0.81 - 1.00	Casi Perfecta

Fuente: (Landis & Koch, 1997).

2.2.11. Mapas de uso de suelo

Los mapas son herramientas para transmitir una determinada información geográfica empleando un lenguaje gráfico, al momento de crear un mapa debemos presentar la información acorde a los destinatarios y sus objetivos. La cartografía se divide en Cartografía base y cartografía temática. La cartografía temática se apoya en la cartografía base y se centra en la representación de un tema concreto (una variable espacial dada), de índole social, física,

política, cultural, geográfica. Aun así, la cartografía temática se representa con ayuda de un mapa base (Olaya, 2014).

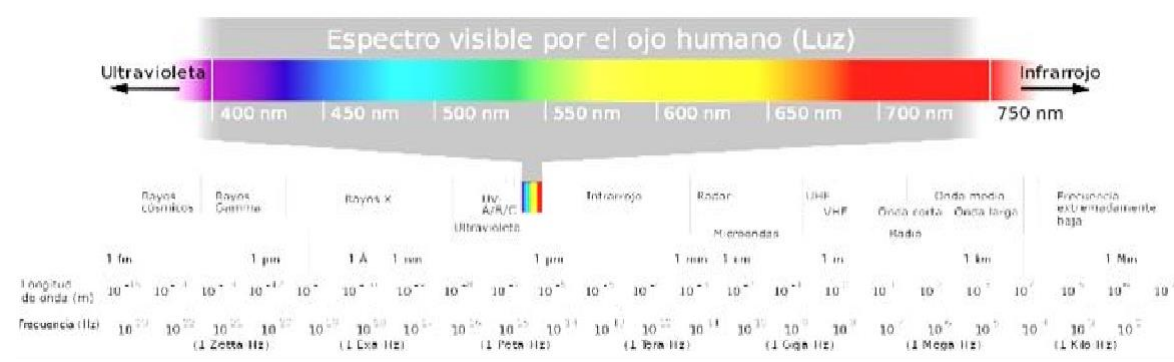
2.2.12. Componentes de la teledetección

Sensor: son los que detectan la energía que del espectro de radiación electromagnético emitido por un cuerpo.

Luz visible – Espectro visible. Es la única parte del espectro que el ojo puede observar, el sol emite la luz visible, el cual se observa de color blanco, pero en realidad es una combinación de colores del arcoíris.

Figura 9

Espectro visible por el ojo humano (luz).



Fuente: MasterSig, 2018.

Flujo de energía: es la radiación electromagnética detectada por los sensores.

Centro de recepción: la imagen obtenida por el sensor se transmite a la tierra en forma de imagen digital.

2.2.13. Bosques

En el Protocolo de Kioto, señala que el bosque es la “superficie mínima de tierras de 0,05 y 1,0 hectáreas, y cuenta con una cubierta coposa entre 10% y 30% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima in situ de 2 hasta 5 metros a su madurez” (UNFCCC, 2001).

Los bosques cumplen una valiosa función reguladora clave en “todos los procesos vinculados con el ambiente, suelo, aire, agua, clima, paisaje y con la vida en general” (FAO, 2016).

2.2.14. Análisis Prospectivo

Menciona que los estudios que se realizan tienen la finalidad de prevenir lo que puede ocurrir, es una técnica que apoya en las decisiones para una buena planificación, en este estudio sirve para tomar decisiones para el uso sostenible de los recursos naturales, facilitando un ordenamiento territorial según las actividades que se realizan.

2.2.15. Tipos de Cobertura

Se describen solo aquellas coberturas que fueron identificadas en la región Ucayali con el presente estudio, para lo cual la numeración presentada responde a la de la leyenda CORINE Land Cover, Nivel II (GOREU, 2016):

- **Tejido urbano continuo**

Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el

suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. (GOREU, 2016).

- **Área de extracción de minería e hidrocarburos**

Son áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales metálicos y no metálicos a cielo abierto. (GOREU, 2016).

- **Cultivo permanente de palma aceitera**

La **palma aceitera** es una planta perenne, cultivada por su alta productividad de aceite. La especie tiene tres variedades: Dura, tenera y pisífera; de ellas la variedad tenera es la que se utiliza comercialmente para la extracción del aceite y es un cruce entre las otras dos variedades. (GOREU, 2016).

- **Bosque denso alto**

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros. (GOREU, 2016).

- **Bosque abierto alto**

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a 15 metros. (GOREU, 2016).

- **Bosque fragmentado**

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad de bosque natural. (GOREU, 2016).

- **Vegetación secundaria o en transición**

Es aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. (GOREU, 2016).

- **Áreas arenosas naturales**

Son terrenos bajos y planos constituidos principalmente por suelos arenosos, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de arbustos ralo y bajo. Se encuentran conformando playas de ríos y bancos de arena de los ríos. (GOREU, 2016).

- **Afloramientos rocosos**

Son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación o ralmente instalada, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes y acantilados. (GOREU, 2016).

- **Tierras desnudas**

Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. (GOREU, 2016).

- **Áreas quemadas**

Son las zonas afectadas por incendios recientes, donde los materiales carbonizados todavía están presentes. Estas zonas hacen referencia a los territorios afectados por incendios localizados tanto en áreas naturales como seminaturales, tales como bosques, cultivos y arbustos. (GOREU, 2016).

- **Áreas pantanosas**

Esta cobertura comprende las tierras bajas, que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año, pueden estar constituidas por zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación y depresiones naturales donde la capa freática aflora de manera permanente o estacional. (GOREU, 2016).

- **Ríos**

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río. Se considera como unidad mínima cartografiable aquellos ríos que presente un ancho del cauce mayor o igual a 50 metros. (GOREU, 2016).

- **Lagunas y lagos naturales permanentes**

Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río o con el mar. En las planicies aluviales se forman cuerpos de agua denominados ciénagas, que están asociadas con las áreas de desborde de los grandes ríos. Las ciénagas pueden contener pequeños islotes arenosos y lodosos, de formas irregulares alargadas y fragmentadas. (GOREU, 2016).

2.2.16. Clasificación No Supervisada (Clasificación IsoDATA)

Este método de clasificación trata de definir las clases espectrales presentes en la Imagen. Este método asume que los Niveles Digitales de la imagen se agrupan en una serie de conglomerados que se corresponden con grupos de píxeles con un comportamiento espectral homogéneo y que, por ello, deberían definir unas clases informacionales de interés. Estas clases espectrales no pueden ser asimiladas siempre a las categorías temáticas que se pretende deducir por lo que el usuario debe interpretar el significado temático de dichas categorías espectrales.

La clasificación No Supervisada de ISODATA calcula los promedios de clase distribuidos uniformemente en el espacio de datos y agrupa iterativamente los píxeles restantes utilizando técnicas de distancia mínima. Cada iteración recalcula los medios y reclasifica los píxeles con respecto a los nuevos medios. Todos los píxeles se clasifican en la clase más cercana a menos que se especifique una desviación estándar o un umbral de distancia, en cuyo caso algunos píxeles pueden clasificarse si no cumplen los criterios seleccionados. Este proceso continúa hasta que el número de píxeles en cada clase cambia en menos del umbral de cambio de píxeles seleccionado o se alcanza el número máximo de iteraciones (MasterSig, 2018).

2.2.17. Clasificación Supervisada (*Maximun Likelihood Classification*)

La clasificación de máxima probabilidad supone que las estadísticas para cada clase en cada banda se distribuyen normalmente y calcula la probabilidad de que un determinado píxel pertenezca a una clase específica. Cada píxel se asigna a la clase que tiene la mayor probabilidad (es decir, la máxima verosimilitud). Este método mide la probabilidad de que un píxel pertenezca a una clase, y se vale del promedio y la desviación estándar de cada clase para el cálculo (MasterSig, 2018).

2.2.18. Post - Clasificación (*Matriz de Confusión*)

Para evaluar la precisión de una clasificación de imágenes, se realiza mediante la creación 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.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. *Aprovechamiento sostenible*

Utilización de los bienes y servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, a través de instrumentos de gestión, con lo cual se mantienen las posibilidades de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras (Decreto Supremo N° 021-2015-MINAGRI).

2.3.2. *Cambio de uso actual de la tierra*

Procedimiento por el cual se ubica e identifica, bajo criterios ambientales, un área con

cobertura boscosa que presenta CUM para cultivos anuales, permanentes o de pastoreo, con la finalidad de realizar actividades agrícolas o pecuarias (Decreto Suprema N° 021-2015-MINAGRI).

2.3.3. Centro poblado

Es todo lugar del territorio nacional rural o urbano, identificado mediante un nombre y habitado con ánimo de permanencia, y según sus atributos, pueden categorizarse como: caserío, pueblo, villa, ciudad y metrópoli (reglamento de la Ley de Demarcación territorial N° 27795).

2.3.4. Centros urbanos informales

Conjunto de manzanas determinadas y vías trazadas, que no constituyen una habitación urbana. Se caracteriza por contar con construcciones parcialmente consolidadas y cuyos lotes de vivienda han sido individual y directamente adquiridos por cada uno de los integrantes del centro urbano informal (reglamento de la Ley de Demarcación territorial N° 27795).

2.3.5. Conservación

Se define como la gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras (reglamento de la Ley de Demarcación territorial N° 27795).

2.3.6. Deforestación

En el numeral 5.15 del artículo 5 del Reglamento para la Gestión Forestal de la Ley N° 29763, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, define que la

deforestación como “la eliminación (perdida) de la cobertura forestal de un bosque natural por causas antrópicas o de la naturaleza”.

2.3.7. Degradación

Pérdida de la calidad del bosque respecto a uno o más elementos del ecosistema forestal, reduciendo su capacidad para proporcionar productos o servicios (Decreto Supremo N° 018- 2015-MINAGRI).

2.3.8. Desbosque

Consiste en el retiro de la cobertura forestal mediante cualquier método que conlleve la pérdida del estado natural del recurso forestal, para el desarrollo de actividades productivas que no tengan como finalidad el manejo forestal sostenible (Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI).

2.3.9. Estudios de diagnóstico y zonificación

Comprenden estudios territoriales que orientan el proceso de demarcación y organización territorial estableciendo la viabilidad de las acciones de demarcación territorial en el ámbito territorial de cada región (Decreto Supremo N° 022-2016-VIVIENDA).

2.3.10. Firmas Espectrales

Se refiere a la radiación reflejada en función de la longitud de onda. Existen diferentes tipos de superficies, como el agua, la tierra desnuda o la vegetación, reflejan la radiación de manera distinta en varios canales (Corrales y Ochoa, 20186).

2.3.11. *Habilitación para fines agropecuarios*

Consiste en la ejecución de obras civiles, construcciones e instalaciones que posibilite disponer de los recursos naturales (suelo, agua y planta) para el desarrollo de alguna actividad de cultivo y/o de crianza sostenible (R.M. N° 581-2015).

2.3.12. *Imágenes Satelitales*

Los satélites de observación de recursos naturales orbitan a unos 700 km de altura en sentido Norte – Sur, y a medida que el satélite avanza en su órbita, va registrando líneas de pequeños elementos, las que, ubicadas una al lado de la otra, forman cuadros llamados imágenes satelitales (Gonzaga, 2015).

2.3.13. *Poseiones informales*

El Reglamento de Formalización de la Propiedad, aprobado mediante Decreto Supremo N° 013-99-MTC, lo define como asentamientos humanos, pueblos jóvenes, barrios marginales, barriadas, programas de vivienda municipales, centros poblados y toda otra forma de posesión, ocupación o titularidad informal de predios con fines urbanos, cualquiera sea su denominación.

2.3.14. *Teledetección*

Ciencia y arte de obtención de información de un objeto, área o fenómeno a través del análisis de los datos adquiridos mediante algún dispositivo que no está en contacto físico con el objeto, área o fenómeno investigado, el cual se desarrolla la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra (Arenas y Cienfuegos, 2016).

2.3.15. Territorio

Describe al suelo, subsuelo y sobresuelo, con base física, sociocultural, económica, política, dinámica y heterogénea, formada por las áreas urbanas y rurales, e integrante interactiva del sistema ambiental (R.M. N° 581-2015-MINAGRI). Por parte de sus poseedores antes del 31 de diciembre de 2004 (R.M. N° 581-2015-MINAGRI).

2.3.16. Uso del suelo

Se refiere al destino dado por la población al territorio, en el ámbito urbano y rural, para satisfacer las necesidades de vivienda, esparcimiento, producción, comercio, culturales, circulación y de acceso a los servicios (D.S. N° 004-2011-VIVIENDA).

2.3.17. Uso potencial del suelo

Destino propuesto para su área del territorio por un programa de desarrollo regional sustentable y el consecuente desarrollo territorial. Desde el punto de vista agronómico el uso potencial se refiere a los sistemas de producción aconsejables para lograr la mejor productividad permanente, preservando la integridad del recurso (D.S. N° 004-2011-VIVIENDA).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

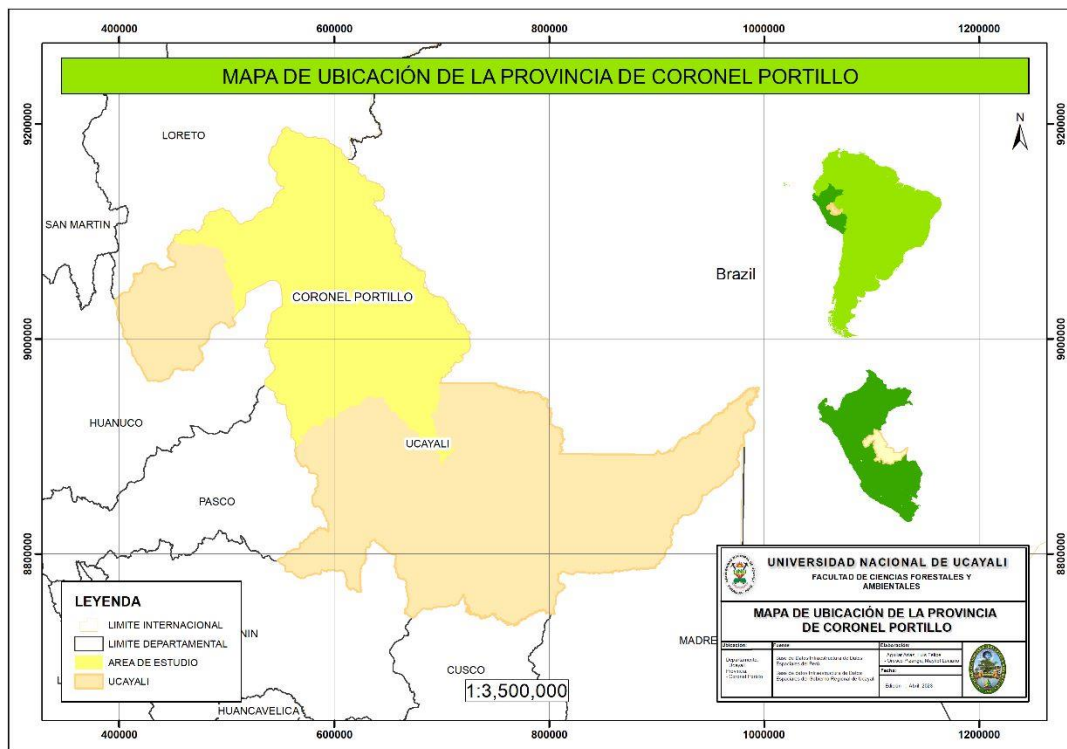
3.1. Ubicación, población y muestra

3.2.5. Ubicación del área de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en la Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali. Coronel Portillo es una de las cuatro provincias que conforman el departamento de Ucayali, Ucayali limita al norte con Loreto, al este con Brasil, al sur con Madre de Dios y Cusco, al suroeste con Junín y al oeste con Pasco y Huánuco. Con 102 199, 28 km² es el segundo departamento más extenso, por detrás de Loreto y con 10,42 hab/km² es el tercero menos densamente poblado.

Figura 10

Mapa de Ubicación y Localización de la provincia de Coronel Portillo.



3.2.6. Población y muestra

Se consideró como población la provincia de Coronel Portillo, que comprende una extensión de 3 840 265.645 Ha (38 402.65645 Km²). El tamaño de muestras fue en diferentes puntos de entrenamiento, que se realizaron para representar los diferentes usos que se va determinar en el territorio. Según la metodología empleado por el servidor Geobosques (MINAM, 2017), se estimada que un área de 900 m² es relativo a una representación vectorial de un punto, por lo cual, las muestras se precisan como puntos de análisis.

Ecuación 1

Cálculo de muestra para variable categórica

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población o universo

Z = Nivel de confianza (Tomando un 95% de confiabilidad) (Z = 1.96)

p = Probabilidad a favor (p = 0.5)

q = Probabilidad en contra (q = 0.5)

E = Error de muestreo (15%) (0.0225)

$$n = \frac{1.96^2 * (0.5 * 0.5) * 3840265.64503}{(0.15^2 * (3840265.64503 - 1)) + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)}$$

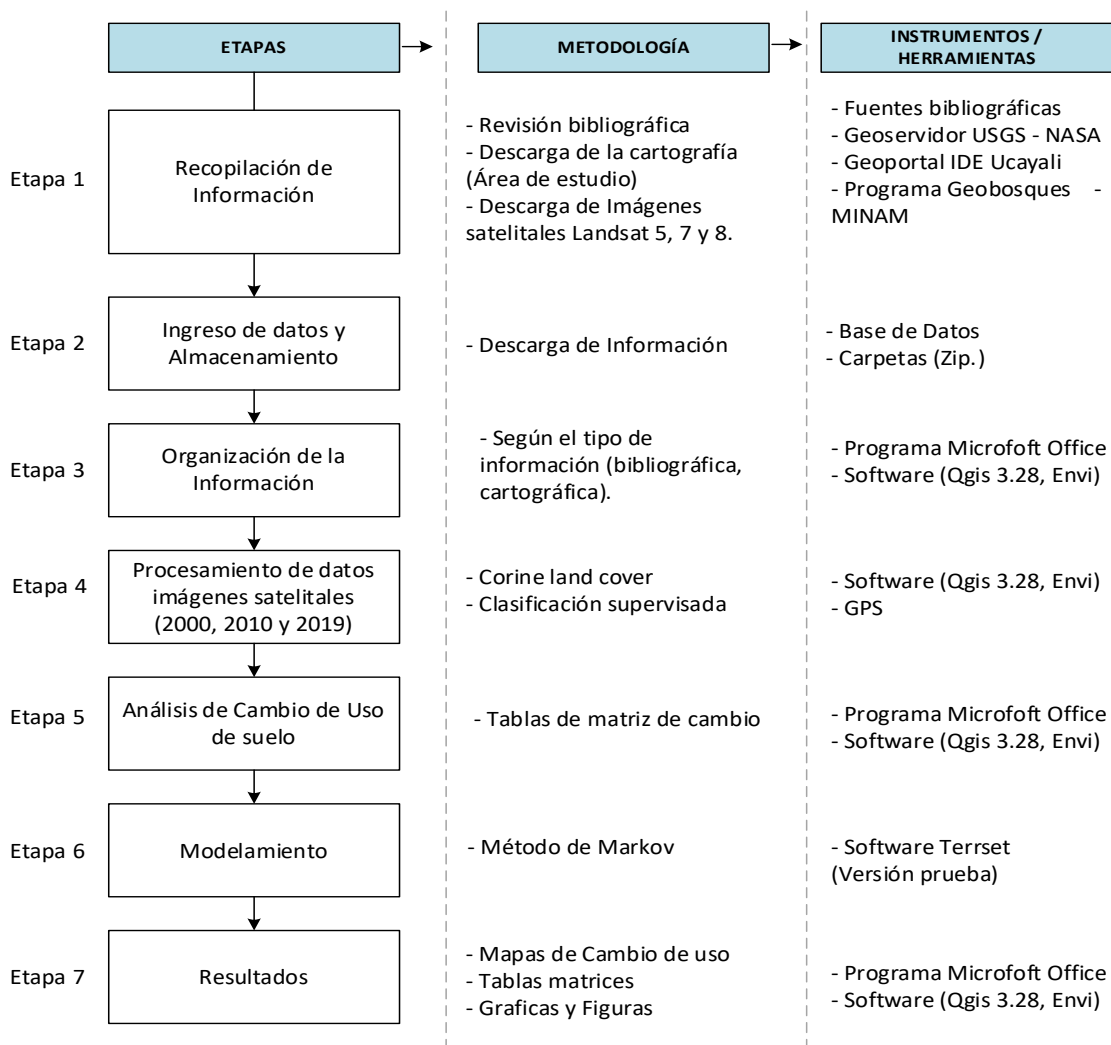
$$n = 42.66$$

Mediante el desarrollo de esta fórmula se estima el tamaño de la muestra que será de **43** puntos en total, dependiendo de la cantidad de coberturas de análisis, se distribuyó los puntos de manera aleatoria.

3.2. Método de la investigación

El presente estudio fue de tipo cualitativo y descriptivo – analítico no experimental, porque se analizó los atributos numéricos de cambio de uso del suelo en la provincia de Coronel Portillo para el periodo 2000, 2010 y 2019. Se identificaron los tipos de cobertura existentes empleando la metodología CORINE Land Cover (AIDER) adaptada al Perú, se realizó el procesamiento de información y el análisis de cambio de uso correspondiente a dos periodos (2000 – 2010) y (2010 – 2019) a través de la aplicación de técnicas de teledetección y finalmente se realizó el modelamiento de cambio de uso de suelo al año 2030 utilizando el método de Márkov.

3.3. Diseño de la Investigación



3.3.1. Instrumentos de recolección de datos

Materiales

- Lápiz
- Borrador
- Tablero de campo
- Libreta de campo
- Hojas bond

Equipos

- Programa QGIS 3.28 (versión de Prueba para estudiantes)
- Programa de Modelamiento Terrset (Versión prueba a solicitud)
- Microsoft Office 2019
- GPS Garmin Map 62
- Laptop Core i7/ 16gb de RAM/ 3tb de HDD/+ 1 monitor de 29"
- Cámara fotográfica
- Impresora

3.3.1.1. Recopilación de información bibliográfica y cartográfica

Se realizó la búsqueda de información de portales web, del ministerio del ambiente, ministerio de agricultura, a nivel regional se realizó la revisión de planes regionales sobre ocupación de territorio, problemáticas territoriales, entre otros. Así mismo también se realizó la descarga de información del área político administrativo de la Provincia de Coronel Portillo, saneados mediante ley, disponibles en la infraestructura de datos espaciales (IDER – Ucayali) e información complementaria para el procesamiento de datos.

3.3.1.2. Recopilación de imágenes satelitales.

Se obtuvieron las imágenes satelitales del geoservidor USGS Earth Explorer administrados por la NASA, de los satélites Landsat 5, 7 y 8 correspondiente a los años 2000, 2010 y 2019 de las Provincia de Coronel Portillo.

Tabla 5.

Imágenes satelitales utilizadas de la provincia de Coronel Portillo año 2000.

IMAGEN SATELITAL - LANDSAT 7	FECHA	PATH/ROW	FUENTE
LE07_L1TP_005066_20000708_20170211_01_T1	8/07/2000	Path: 5 Row:66	https://earthexplorer.usgs.gov/
LE07_L1TP_005067_20000114_20170215_01_T1	14/01/2000	Path: 5 Row:67	https://earthexplorer.usgs.gov/
LE07_L1TP_006065_20001003_20170209_01_T1	3/01/2000	Path: 6 Row:65	https://earthexplorer.usgs.gov/
LE07_L1TP_006066_20000901_20170210_01_T1	1/09/2000	Path: 6 Row:66	https://earthexplorer.usgs.gov/
LE07_L1TP_006067_20000816_20170210_01_T1	16/08/2000	Path: 6 Row:67	https://earthexplorer.usgs.gov/
LE07_L1TP_007065_20000908_20170210_01_T1	8/09/2000	Path: 7 Row:65	https://earthexplorer.usgs.gov/
LE07_L1TP_007066_20000908_20170210_01_T1	8/09/2000	Path: 7 Row:66	https://earthexplorer.usgs.gov/

Tabla 6.*Imágenes satelitales utilizadas de la provincia de Coronel Portillo año 2010.*

IMAGEN SATELITAL - LANDSAT 5	FECHA	PATH/ROW	FUENTE
LT05_L1TP_005066_20100930_20161012_01_T1	30/09/2010	Path: 5 Row:66	https://earthexplorer.usgs.gov/
LT05_L1TP_005067_20100930_20161012_01_T1	30/09/2010	Path: 5 Row:67	https://earthexplorer.usgs.gov/
LT05_L1TP_006065_20100516_20161015_01_T1	16/05/2010	Path: 6 Row:65	https://earthexplorer.usgs.gov/
LT05_L1TP_006066_20100516_20161015_01_T1	16/05/2010	Path: 6 Row:66	https://earthexplorer.usgs.gov/
LT05_L1TP_006067_20100820_20161014_01_T1	20/08/2010	Path: 6 Row:67	https://earthexplorer.usgs.gov/
LT05_L1TP_007065_20101014_20161012_01_T1	14/10/2010	Path: 7 Row:65	https://earthexplorer.usgs.gov/
LT05_L1TP_007066_20100928_20161013_01_T1	28/09/2010	Path: 7 Row:66	https://earthexplorer.usgs.gov/

Tabla 7.*Imágenes satelitales utilizadas de la provincia de Coronel Portillo año 2019.*

IMAGEN SATELITAL - LANDSAT 8	FECHA	PATH/ROW	FUENTE
LC08_L1TP_005066_20190806_20190820_01_T1	6/08/2019	Path: 5 Row:66	https://earthexplorer.usgs.gov/
LC08_L1TP_005067_20190806_20190820_01_T1	6/08/2019	Path: 5 Row:67	https://earthexplorer.usgs.gov/
LC08_L1TP_006065_20190914_20190917_01_T1	14/09/2019	Path: 6 Row:65	https://earthexplorer.usgs.gov/
LC08_L1TP_006066_20190712_20190719_01_T1	12/07/2019	Path: 6 Row:66	https://earthexplorer.usgs.gov/
LC08_L1TP_006067_20190712_20190719_01_T1	12/07/2019	Path: 6 Row:67	https://earthexplorer.usgs.gov/
LC08_L1TP_007065_20191210_20191217_01_T2	10/12/2019	Path: 7 Row:65	https://earthexplorer.usgs.gov/
LC08_L1TP_007066_20191210_20191217_01_T2	10/12/2019	Path: 7 Row:66	https://earthexplorer.usgs.gov/

- **Características de la imagen de satélite Landsat para el desarrollo de la investigación**

Tabla 8.

Rango de bandas del Landsat 5.

SATÉLITE - LANDSAT 5		
Bandas Landsat	Longitudes de onda (um)	Resolución
Banda 1 - Blue	0.45 - 0.52	30 m
Banda 2 - Green	0.52 - 0.60	30 m
Banda 3 - Red	0.63 - 0.69	30 m
Banda 4 - Near Infrared	0.76 - 0.90	30 m
Banda 5 - Mid Infrared	1.55 - 1.75	30 m
Banda 6 - Thermal Infrared	10.40 - 12.50	30 m
Banda 7 - Mid Infrared	2.08 - 2.35	30 m

Tabla 9.

Rango de bandas del Landsat 7.

SATÉLITE - LANDSAT 7		
Bandas Landsat	Longitudes de Onda (um)	Resolución
Band 1 (Blue)	0.452 - 0.518	30 m
Band 2 (Green)	0.528 - 0.609	30 m
Band 3 (Red)	0.626 - 0.693	30 m
Band 4 (NIR)	0.776 - 0.904	30 m
Band 5 (SWIR)	1.567 - 1.784	30 m
Band 6 (Thermal) Infrared	10.45 - 12.42	30 m
Band 7 (SWIR)	2.097 - 2.349	15 m

Tabla 10.

Rango de bandas del Landsat 8.

SATÉLITE - LANDSAT 8		
Bandas Landsat	Longitudes de Onda (um)	Resolución
Banda 1 - Aerosol costero	0.43 - 0.45	30 m
Banda 2 - Azul	0.45 - 0.52	30 m
Banda 3 - Verde	0.53 - 0.59	30 m
Banda 4 - Rojo	0.64 - 0.67	30 m
Banda 5 - Infrarojo cercano (NIR)	0.85 - 0.88	30 m
Banda 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30 m
Banda 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30 m
Banda 8 - Pancromático	0.50 - 0.68	15 m
Banda 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30 m
Banda 10 - Infrarojo térmico (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 m
Banda 10 - Infrarojo térmico (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 m

3.3.2. Ingreso de datos y almacenamiento

Una vez completado la descarga de información, se procedió a crear carpetas y una nueva base de datos.

3.3.3. Organización de la información

En esta etapa es donde se procede a clasificar la información según el tipo de archivo y formato utilizando programas Microsoft Office y software QGIS.

3.3.4. Procesamiento de Imágenes satelitales (2000 – 2019)

Para este proceso se iniciará con los siguientes procedimientos que se presentan a continuación:

Figura 11.

Flujograma de trabajo de imágenes satelitales (ver página siguiente).

FLUJOGRAMA DE TRABAJO DE LAS IMÁGENESATELITALES



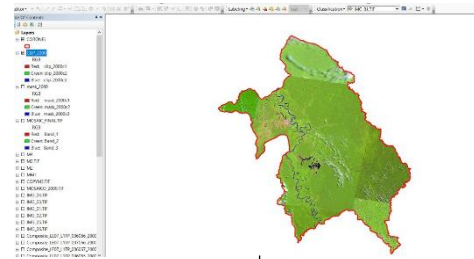
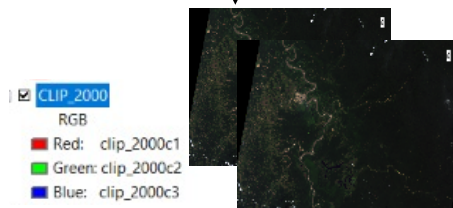
1. Descarga de imágenes de USGS Landsat 5,7,8 (L1T)

Se han usado imágenes (2000, 2010 y 2019). Las mejores imágenes fueron seleccionadas.

Combinación de Bandas RGB

2. Composición de bandas

En este proceso se realizó la combinación de bandas Landsat 5 y 7 (Bandas 3, 2, 1) y en el Landsat 8 (4, 3 y 2).



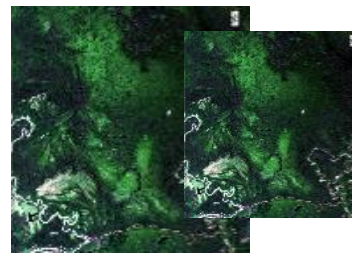
3. Mosaico y Clip

Se realizó el mosaico de las imágenes Landsat por cada año correspondiente para posterior realizar el recorte del área de estudio.

Calibración

5. Calibración Radiométrica

La corrección radiométrica es una de las vías para tratar los valores de píxel de una imagen satélite para obtener valores de intensidad homogéneos equilibrando histogramas o corrigiendo imperfecciones presentes en los píxeles.



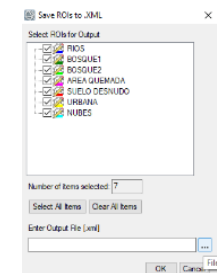
4. Corrección Atmosférica

Proceso donde se eliminan los efectos de aerosoles y la radiancia intrínseca que se introduce en el sensor y se ve reflejado en la imagen, el objetivo de este proceso es obtener una imagen rectificadas de calidad.



6. Creación de la Región de Interés (ROI)

Son muestras seleccionadas de un Raster, ejemplo: áreas de bosques; el ROI procesa con algunas herramientas ENVI, como extraer estadísticas para la clasificación.



3.3.4.1. Procesamiento de clasificación supervisada

Para el presente estudio se utilizó la metodología CORINE LAND COVER nivel II, de acuerdo al estudio realizado por AIDER sobre los tipos de cobertura de uso del territorio de la región Ucayali se encontró 08 tipos de cobertura al Nivel II, dichas coberturas se muestran en la tabla 11 (anexo 02).

Tabla 11.

Tipos de cobertura de uso del territorio en la región Ucayali.

Descripción	Superficie	
	Ha	%
Áreas urbanizadas	9,502.15	0.090
Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	158.786	0.002
Áreas Agrícolas	164,756.29	1.568
Bosque	9,967,819.13	94.857
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	74,321.52	0.707
Áreas sin o con poca vegetación	2,683.95	0.026
Áreas húmedas continentales	122,348.10	1.164
Aguas Continentales	166,678.91	1.586
Total	10,508,268.84	100

Fuente: AIDER, 2013.

Teniendo en cuenta sobre los tipos de coberturas identificadas se procedió a realizar la clasificación supervisada en el área de estudio (Maximum Likelihood Parameters). Realizando varias pruebas de testeo y procesamiento de datos hasta lograr un porcentaje de exactitud que sea aceptable y confiable.

Figura 12.

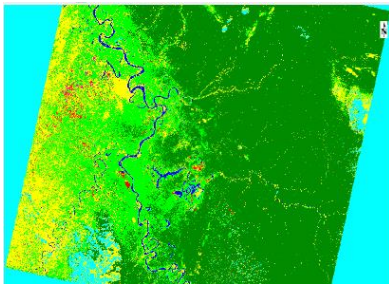
Flujograma de trabajo de la clasificación supervisada (ver página siguiente).

PROCESO DE CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

1. Proceso de Clasificación Supervisada

Es un algoritmo paramétrico, asume las distribuciones estadísticas particulares de las clases consideradas. El clasificador de Máxima Probabilidad es uno de los más utilizados.

Maximun Likelihood Parameters



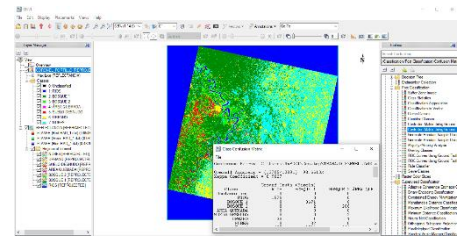
2. Proceso de Post Clasificación

Se utiliza el análisis de la mayoría / minoría para aplicar a una imagen de clasificación. Utiliza el análisis mayoritario para cambiar pixeles espurios dentro de una clase única grande a esa clase.

3. Proceso de Verificación

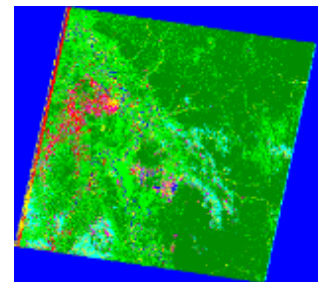
Se puede calcular imágenes de máscara de error para cada clase de muestra qué píxeles se clasificaron incorrectamente. Los píxeles clasificados correctamente tienen un valor de 0 y los píxeles clasificados incorrectamente tienen un valor de 1.

Confusión Matrix Using Group



4. Resultados preliminares en Ráster

Se obtiene la clasificación supervisada con la validación dentro de los parámetros



5. Conversión de Ráster a Vectorial

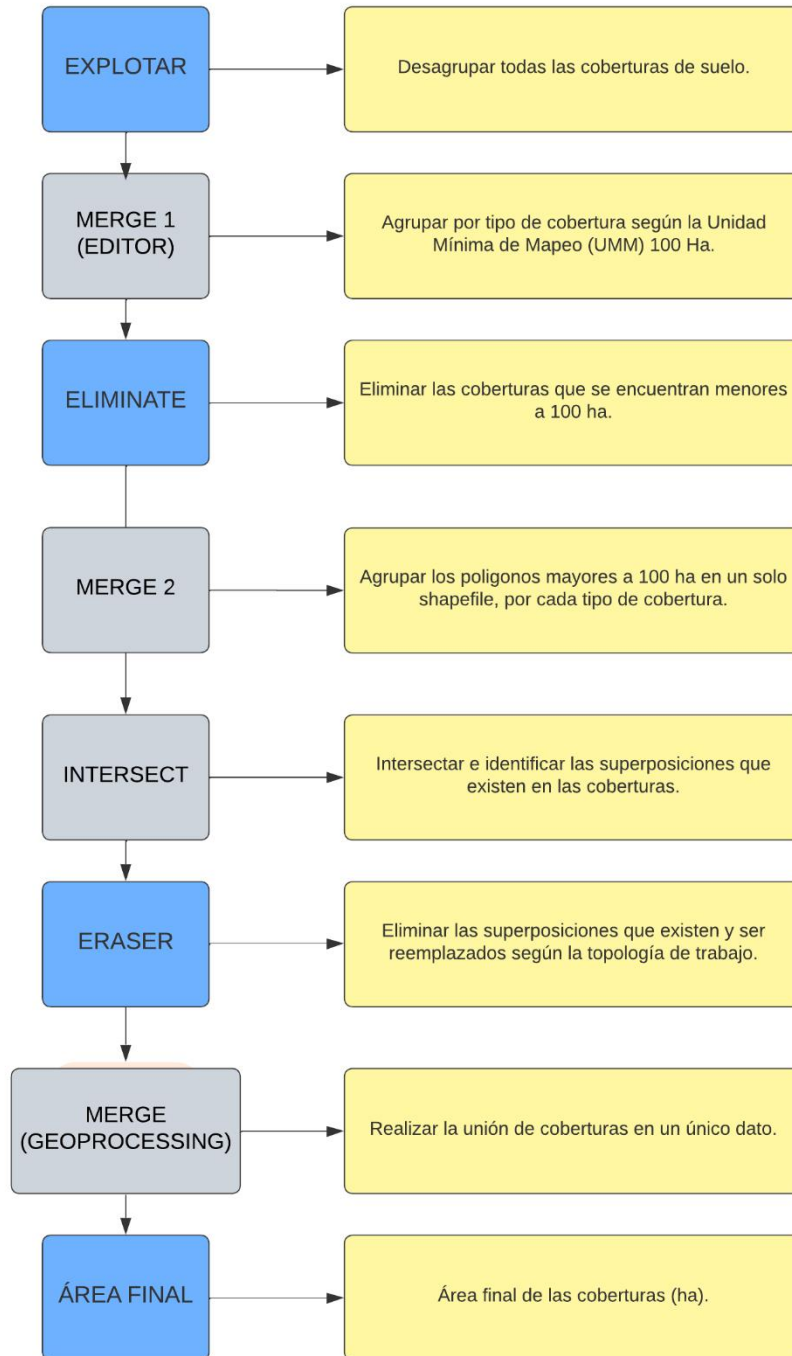
La información procesada y clasificada son de formato ráster y se realizó la conversión al formato vectorial para el tratamiento y análisis de datos finales

3.3.4.2. Tratamiento de Datos Vectoriales

El análisis se basó en el siguiente proceso.

Figura 13.

Flujograma para el procesamiento de datos.



3.3.5. Análisis de cambio de uso de suelo

Se utilizaron tablas de matrices de cambio, análisis del cambio de uso. Los periodos de análisis fueron en los años (2000 - 2010) y (2010 – 2019), se determina la superficie de cambio en hectareas (ha) y en porcentaje (%) por tipo de cobertura existente.

3.3.6. Modelamiento

3.3.6.1. Método de Markov

El criterio a tomar en cuenta para este método es que nos genera posibilidades de cambio de uso de suelo en periodos que se desea trabajar, Markov proporciona potencial modelo descriptivo a futuro para el análisis del cambio de uso de suelo y distribución de los mismos. Las Cadenas de Markov permiten conocer las probabilidades de que los pixeles se mantengan en una u otra clasificación de espacio ocupado o vacío. Una forma sencilla y eficiente de discretizar las categorías es codificar/filtrar como 1 al espacio ocupado y 0 al espacio vacío.

Markov de primer orden con el ejemplo, donde se tienen tres categorías de uso de la tierra 1, 2 y 3. Si iniciamos en el uso (1) que puede ser considerado como el estado natural, no intervenido, el sistema puede cambiar al uso (2), un estado intervenido con actividades agrícolas o al uso (3), actividades urbanas y sus relacionados; también se puede dar el caso de que no cambie y permanezca en el uso (1) inicial. El proceso entonces se puede describir como una serie de valores de estado del sistema: 2,3,3,1,2,1,3,2, α .

3.3.6.2. Variables de incidencia en el cambio de uso de suelo.

Para la creación de variables de incidencia de cambio de uso de suelo es necesario contar con la siguiente información: Pendiente, vías principales, vías secundarias, ríos, centros poblados, variables significativas seleccionadas según el coeficiente de Cramers (tabla 12)

Tabla 12.

Variables de incidencia de cambio de uso de suelo

Variables	Descripción	Fuente
Pendiente	Pendiente (%)	Elaboración propia a partir del (DEM).
Distancia a Vías Principales	Red vial departamental	Elaboración propia a partir de base de datos GOREU
Distancia a Vías Secundarias	Carreteras y caminos.	Elaboración propia a partir de base de datos GOREU
Distancia a Rios	Ríos principales y secundarios	Elaboración propia a partir de base de datos GOREU
Distancia a Centros Poblados	Centros poblados y Comunidades Nativas	Elaboración propia a partir de base de datos GOREU

- **Pendiente**

Inicia con la descarga de imágenes Alos Parsar DEM, posterior a ello se realizó el mosaico de para cubrir la provincia de coronel portillo, con esta información se dio inicio al procesamiento y uso de la herramienta “Slope” para generar el raster de pendiente en porcentajes.

- **Distancia a: Vías principales, carreteras, caminos, ríos y centros poblados.**

Se realizó el cálculo de las distancias de cada uno de los componentes mencionados

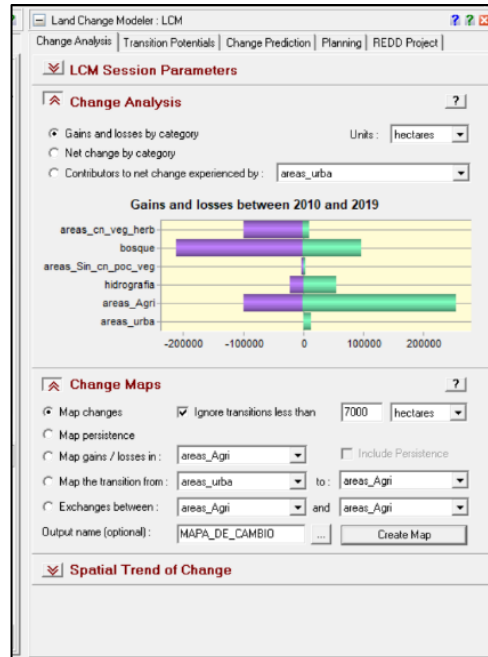
desde un formato vectorial hacia un formato raster, es por ello que se utilizó la herramienta de “Euclidean Distance” de la extensión “Spatial Analyst Tools”.

3.3.6.3. Proceso prospectivo de análisis de cambio

En el análisis se utilizó de la herramienta Land Change Modeler (LCM) presente en el programa TerrSet, se realizó el análisis de cambio entre los años 2010 y 2019 de los tipos de cobertura identificados: áreas urbanizadas, áreas agrícolas, hidrografía, áreas sin o con poca vegetación, bosques y áreas con vegetación herbácea, La herramienta utiliza también variables de incidencia de cambio de uso “Drivers” en la Figura 14 muestra el análisis de pérdidas y ganancias de coberturas en hectáreas (ha).

Figura 14.

Uso de la herramienta "Land Change Modeler" modelo de cambio de uso de suelo.

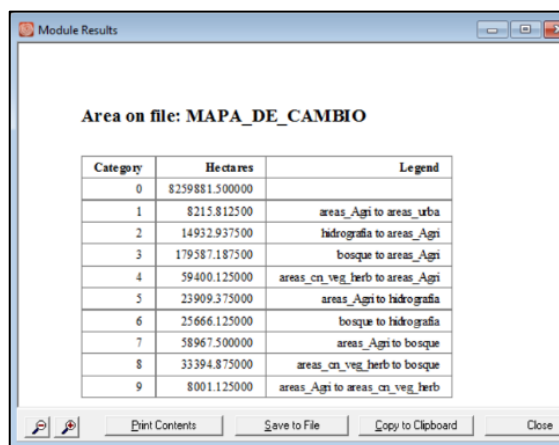


En la figura 15, se muestra el resultado numérico del mapa de cambio de uso, observándose 09 categorías, la tendencia espacial de los mapas de cambio nos va permitir

determinar el comportamiento tendencial de cambio de uso de suelo al 2030.

Figura 15.

Resultado en hectáreas del mapa de cambio entre los años 2010 y 2019.

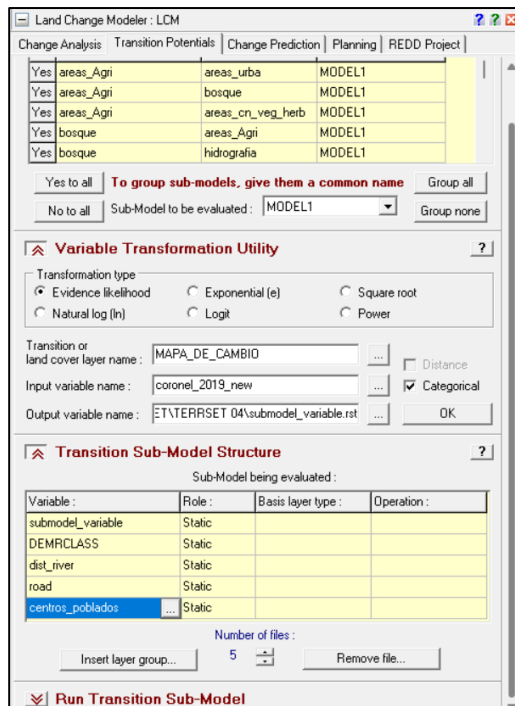


Category	Hectares	Legend
0	8259881.500000	
1	8215.812500	areas_Agri to areas_urbanas
2	14932.937500	hidrografia to areas_Agri
3	179587.187500	bosque to areas_Agri
4	59400.125000	areas_cn_veg_herb to areas_Agri
5	23909.375000	areas_Agri to hidrografia
6	25666.125000	bosque to hidrografia
7	58967.500000	areas_Agri to bosque
8	33394.875000	areas_cn_veg_herb to bosque
9	8001.125000	areas_Agri to areas_cn_veg_herb

En la figura 16, se observa la creación del modelo potencial de transición aplica dos metodologías durante este proceso: Redes Neuronales y Regresión Logística, por lo tanto, es necesario contar con parámetros mínimos, el modelo de transición entre los diferentes usos de suelo y las variables de incidencia en el cambio de uso. Se definió el submodelo “model1” de coberturas con mayor incidencia de cambio, el mapa de cambio (2010 – 2019) donde muestran las transiciones, creando así el mapa de modelo de transición. Las variables utilizadas en el modelo fueron: Pendiente, red vial departamental, carreteras y caminos, red hidrográfica, centros poblados rurales y urbanos.

Figura 16.

Creación del Submodelo y asignación de variables. (Véase en la página siguiente)



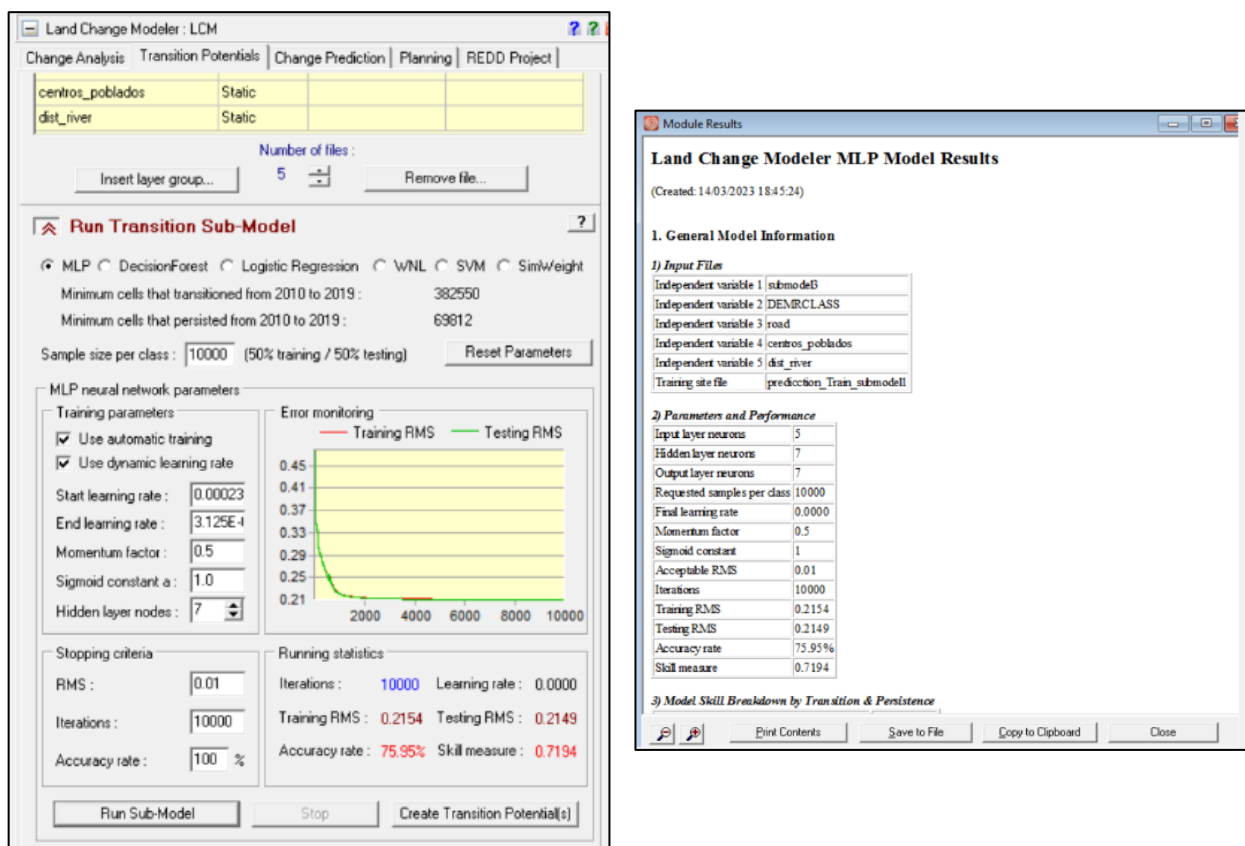
La utilización de variables para el modelo se deduce de la siguiente manera: Pendiente, contemplan las zonas altas y bajas por lo cual en las zonas más altas presentan zonas de difícil acceso y por tanto el cambio de uso es menor; Distancia de redes viales, permite el acceso y movilización de personas para el desarrollo de una actividad económica que pueden ocasionar cambios en la cobertura vegetal; Distancia a ríos, facilitan el acceso a lugares de bosques primarios donde no hay presencia de habitantes; Distancia a centros poblados, están relacionados con los accesos viales permite que se desarrollen actividades económicas de expansión que en su mayoría está relacionado con la actividad agrícola.

En la figura 17, se muestra la ejecución del sub modelo Neural Network Parameter – MLP con la finalidad de crear mapas potenciales de transición, los resultados obtenidos fueron de una tasa precisión de exactitud al 75.95 % (Accuracy rate) y un testeo al 0.2154 (Training RMS), indica que para que el resultado sea de un modelo aceptable o idóneo, es necesario

que la tasa de precisión debe ser mayor al 75 % y el Training RMS menor a 0.25 (Eastman, 2012).

Figura 17.

Resultado de Tasa de precisión y exactitud.



De acuerdo a los resultados, el mapa potencial de transición de bosque a áreas agrícolas tendrá una mayor tendencia de crecimiento en zonas que tienen influencia de acceso de vías departamentales, carreteras y caminos, también por las redes hidrográficas que permiten el acceso a lugares no poblados.

En la figura 18 y 19 muestra el proceso de predicción de cambio “Change Prediction” al año 2030 utilizando “Markov chain” cadenas de Markov.

Figura 18.

Aplicación de las Cadenas de Márkov en el modelo de Predicción.

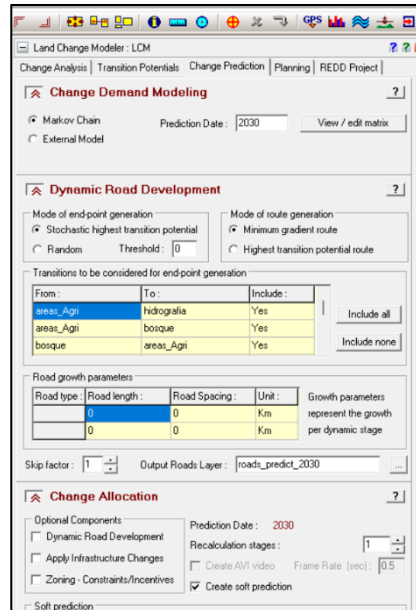


Figura 19.

Matriz de probabilidad de cambio de cobertura al año 2030.

The screenshot shows the 'Transition Probabilities Grid' dialog box. It displays a matrix of probabilities for changing from one land cover type to another. The 'Given' column lists the current land cover types, and the 'Probability of changing to' columns list the target land cover types.

Given:	areas_urba	areas_Agri	hidrografia	areas_Sin_cl	bosque	areas_cn_ve
areas_urba	0.9997	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
areas_Agri	0.0365	0.5717	0.1028	0.0001	0.2608	0.0281
hidrografia	0.0085	0.1492	0.7709	0.0000	0.0655	0.0059
areas_Sin_cn_poc_veg	0.0554	0.5376	0.2960	0.0000	0.0994	0.0116
bosque	0.0006	0.0617	0.0100	0.0011	0.9255	0.0011
areas_cn_veg_herb	0.0275	0.5271	0.0574	0.0001	0.3524	0.0355

En la figura 20 muestra el resultado del proceso de predicción “Mapa de cambio de uso al año 2030” determinándose el área de coberturas existentes en los próximo 11 años.

Figura 20.

Mapa de predicción de cambio de uso de suelo "Projected Land Cover 2030".

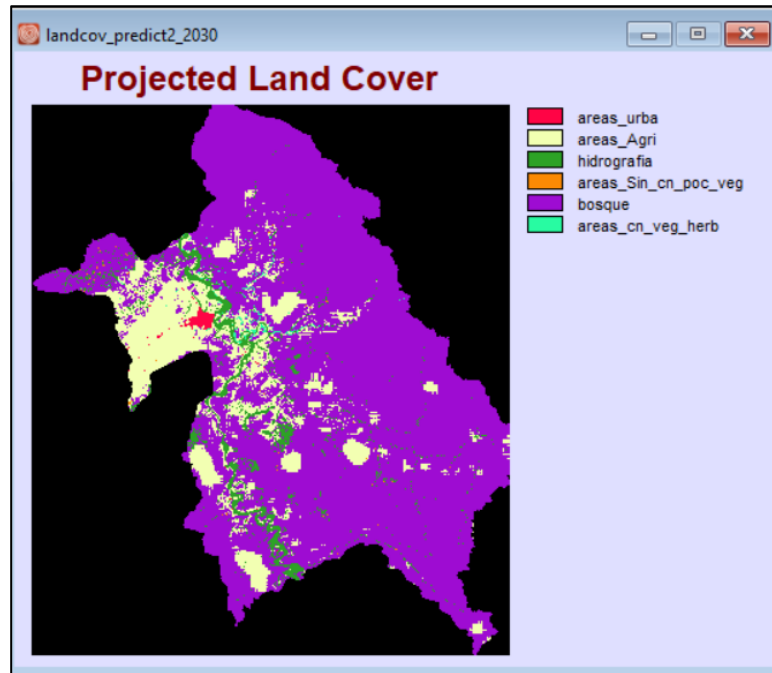


Figura 21.

Resultado en Hectáreas (ha) por tipo de cobertura al año 2030.

The screenshot shows a software window titled "Module Results" displaying a table of land cover area data. The table is titled "Area on file: landcov_predict2_2030" and has three columns: "Category", "Hectares", and "Legend".

Category	Hectares	Legend
0	4831687.062500	
1	14186.812500	areas_urba
2	575850.312500	areas_Agri
3	189350.750000	hidrografia
4	3695.437500	areas_Sin_cn_poc_veg
5	3041849.812500	bosque
6	15336.375000	areas_cn_veg_herb

Los resultados muestran que el enfoque de análisis con Cadenas de Markov espaciales ofrece información valiosa y una visión alterna al enfoque tradicional de crecimiento con regiones, se enfoca principalmente en el crecimiento de la mancha urbana con pixeles en mapas binarios en base rasters.

En las Cadenas de Markov espaciales lo más destacable es su análisis espacio-temporal, que es muy difícil de encontrar en técnicas que proyectan mapas o que realizan crecimiento en estos. El poder que tienen las Cadenas de Markov es el tiempo, es lo que se aprovecha para sólo agregar el espacio con una regla de difusión aleatoria en la distribución. Se generan proyecciones a lo largo de 14 años, a partir de los mapas de la ciudad disponibles. (Jimenez López, 2019)

3.3.6.5. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó la estadística descriptiva (medida de dispersión), aplicando los programas Microsoft Excel, ENVI 5,3(versión prueba), QGIS 3.28 y el Modulo Land Change Modeler (LCM) del Software Terrset. (Tuesta, 2017)

En el primer objetivo, sobre analizar y cuantificar el cambio de uso del suelo (bosque a deforestación) entre 2000, 2010 y 2019, en la provincia de coronel portillo - Ucayali, se aplicó modelos predictivos para la clasificación de imágenes de satélite Landsat-8 para el año 2019, cuantificación y promedios de cambio de cobertura de bosque a deforestación, a través de una clasificación multiespectral supervisada en base al método de SAM (Spectral Angle Mapper), con la combinación de bandas 6, 5, 4 (Rashmi, Addamani, Venkat y Ravikiran 2014). Seguidamente se realizó la validación mediante una matriz de confusión (cuya exactitud fue medida mediante el índice de Kappa) (Cerdeja y Villarroel 2008; Landis y Koch 1977).

En lo que respecta al segundo objetivo, se realizó el análisis de cambio de uso de suelo utilizando las matrices de transición y para el tercer objetivo se realizó el modelamiento de análisis de cambio de uso de suelo con para el año 2030, se aplicó el modelo predictivo del método de Cadenas de Markov, disponible en el software TerrSet (versión demo a solicitud) - Clark Labs, Clark University USA. Este proceso “simula la predicción del estado en un sistema en un tiempo determinado a partir de dos estados precedentes” (t_0 y t_1). Se realizó la simulación a un tiempo futuro de 11 años.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del cambio de uso de suelo en los periodos (2000 – 2010) y (2010 – 2019) en la provincia de Coronel Portillo – Ucayali.

En la tabla 13, se observa la cobertura de suelo analizado entre los años 2000-2019. Los resultados muestran una disminución de la cobertura bosques; asimismo, se observa un aumento progresivo de áreas urbanizadas, áreas agrícolas, hidrografía, áreas sin o con poca vegetación y áreas con vegetación herbácea. El presente comportamiento, indica una variabilidad en las coberturas de suelo del área de estudio, y es concordante con lo mencionado en su estudio de investigación de Bardales (2019), debido al débil control de la ocupación informal de tierras, depredación y explotación de las áreas agrícolas y extracción de recursos forestales. El aumento de las áreas clase áreas urbanizadas se relaciona con el crecimiento poblacional de los distritos registrada en el censo del año 2017 (INEI, 2018) y la inmigración a los distritos que corresponden a la provincia de Coronel Portillo.

Tabla 13.

Cobertura del suelo en hectáreas del periodo 2000-2019, según metodología Corine Land Cover.

Clases	Cobertura de Suelo en los años 2000, 2010 y 2019					
	2000		2010		2019	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Áreas Urbanizadas	1660.37	0.04	1777.14	0.05	14188.52	0.37
Áreas Agrícolas	50147.5	1.31	262029.92	6.82	418912.47	10.91
Hidrografía	61874.71	1.61	112888.04	2.94	146274.69	3.81
Áreas sin o con poca vegetación	-	-	3599.35	0.09	3692.28	0.10
Bosques	3726582.4	97.04	3355787.27	87.38	3241868.45	84.42
Áreas con vegetación herbácea	-	-	104183.94	2.71	15329.23	0.40
Total	3,840,265.03	100	3,840,265.66	100	3,840,265.65	100

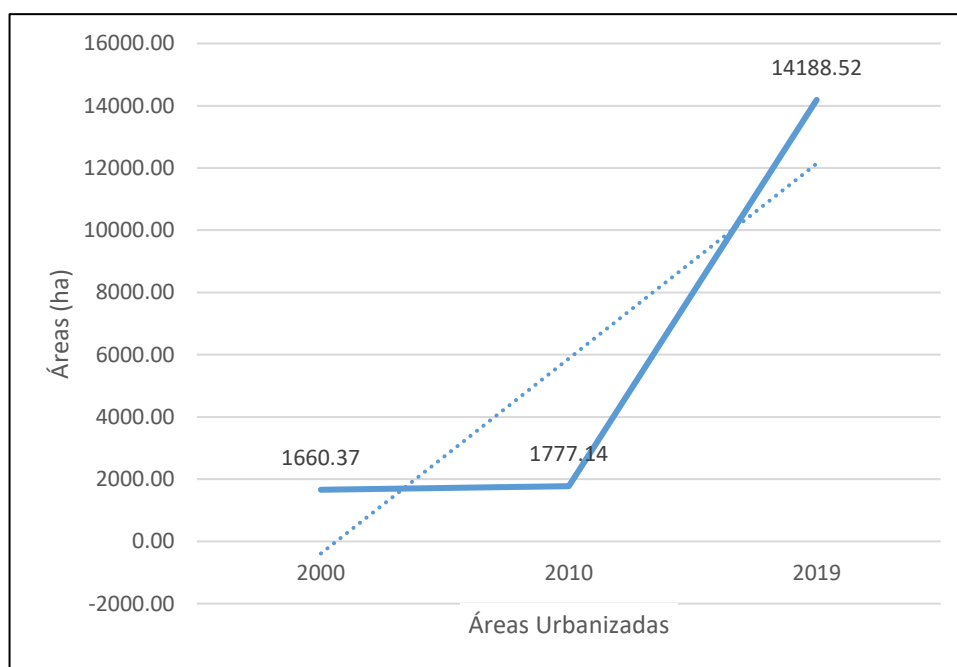
4.1.1. Análisis tendencial de acuerdo al tipo de cobertura

4.1.1.1. Áreas urbanizadas

En la figura 13 se muestra la evidencia de la extensión en hectáreas de áreas urbanizadas, la cual no presenta un comportamiento lineal, registrándose la menor extensión en el año 2000 con 1,660.37 ha y la mayor extensión referente en el año 2019 con 14,188.52 ha; y a partir del año 2000 al 2010 se puede evidenciar un leve incremento de las áreas urbanizadas.

Figura 22.

Evolución de la extensión de Áreas Urbanizadas.

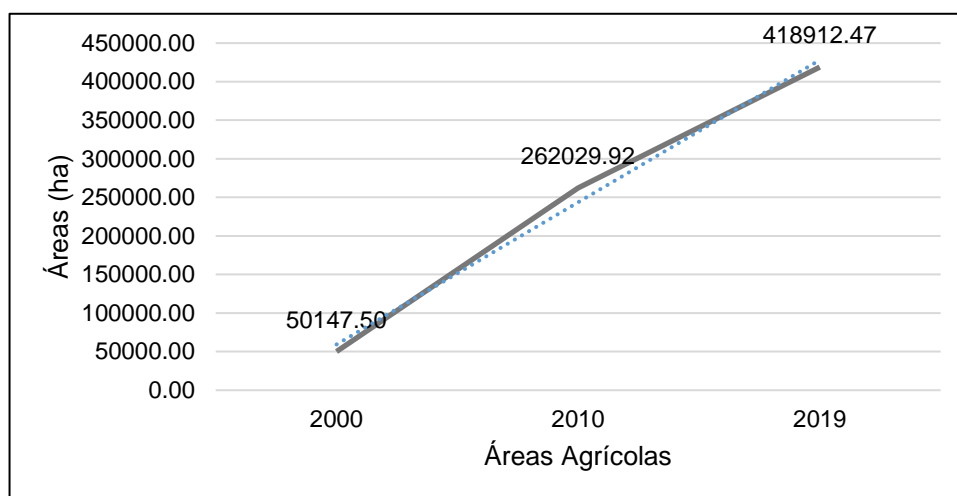


4.1.1.2. Áreas agrícolas

En la figura 14 se evidencia la evolución de la extensión en hectáreas de áreas Agrícolas. Se observa un aumento significativo de 82,558.03 ha de las áreas durante los años 2000-2019 por los cambios que existen en las diferentes coberturas de suelo, esto se correlaciona con los resultados obtenidos en las matrices.

Figura 23.

Evolución de la extensión en hectáreas de Áreas Agrícolas.

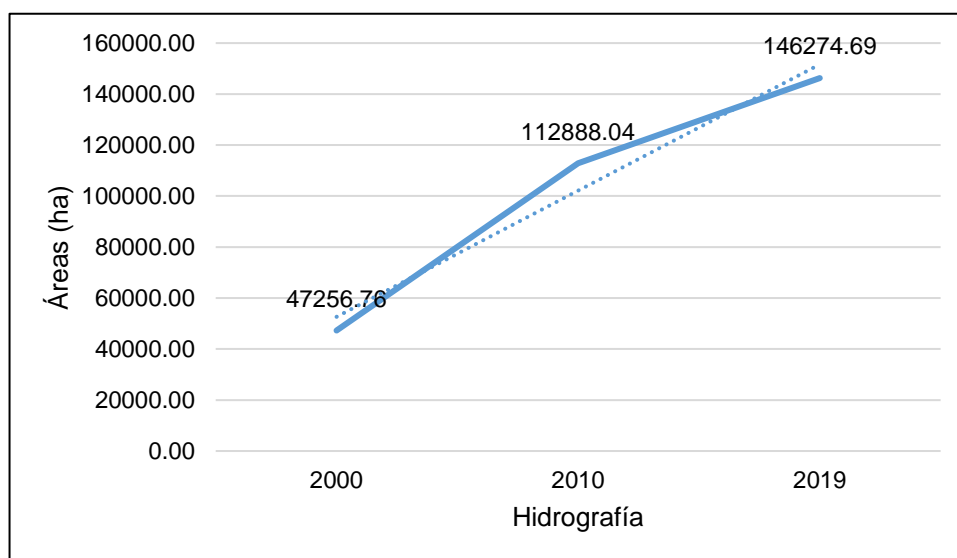


4.1.1.3. Hidrografía

En la figura 15 se evidencia la evolución de la extensión en hectáreas de hidrografía, la cual presenta un comportamiento lineal progresivo, en donde se registra la menor extensión en el año 2000 con 47,256.76 ha y la mayor extensión en el año 2019 con 146,274.69 ha; se puede observar que del año 2000 al 2019 hubo un incremento de 99,017.93 ha.

Figura 24.

Evolución de la extensión en hectáreas de Hidrografía.

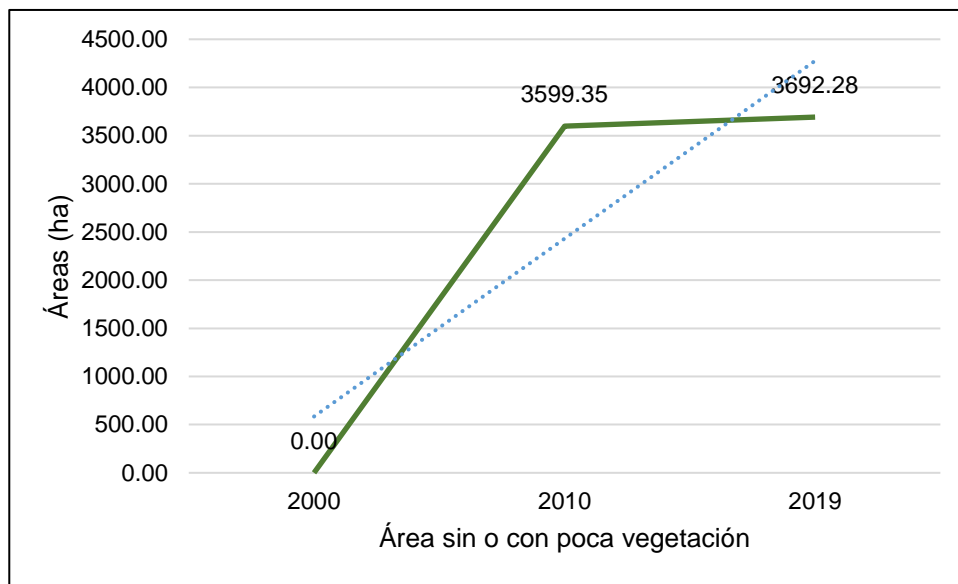


4.1.1.4. Áreas sin o con poca vegetación

En la figura 16 se evidencia la evolución de la extensión en hectáreas de áreas sin o con poca vegetación, se puede observar el cambio en los años 2010 a 2019, y se puede deducir un aumento de las extensiones alargo de los años. Se registra una mayor extensión en el año 2019 de 3,692.28 ha.

Figura 25.

Evolución de la extensión en hectáreas de Áreas sin o con poca vegetación.

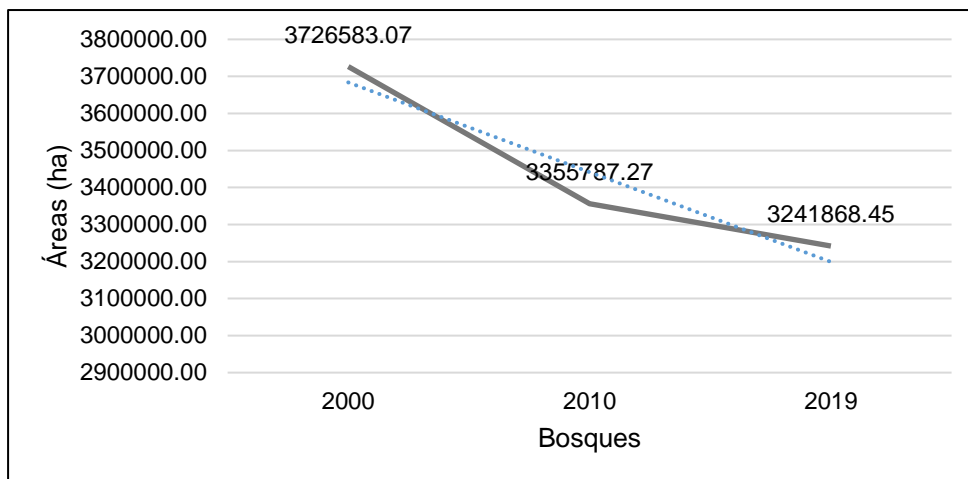


4.1.1.4. Bosques

En la figura 17 se evidencia la evolución de la extensión en hectáreas de cobertura bosque, se observa que en el año 2000 existía 3,726,583.07 ha.; en el año 2010 se registró una disminución de esta cobertura, teniendo 3,355,787.27 ha.; y el año 2019 se registró 3,241,868.45 ha. En términos generales se puede observar una disminución de cobertura de bosque, siendo esta clase de cobertura afectada por el cambio de uso de suelo, y quienes están contribuyendo son las coberturas de áreas agrícolas, hidrografía y áreas urbanizadas.

Figura 26.

Evolución de la extensión en hectáreas de Bosques.

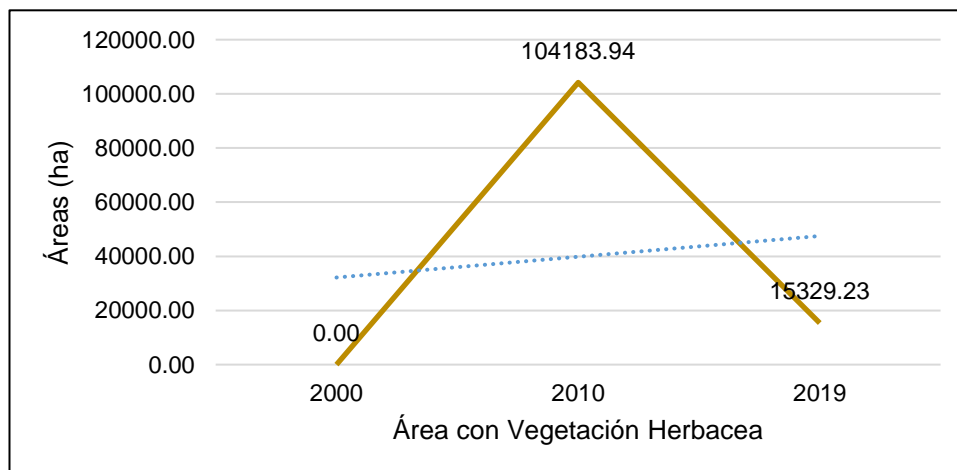


4.1.1.4. Áreas con vegetación herbácea

En la figura 18 se evidencia la evolución de la extensión en hectáreas de áreas con vegetación herbácea. Engeneral, se observa una disminución de las áreas con vegetación herbácea con una menor extensión en el año 2019. Este comportamiento se debe que durante los años de estudio se registraron que dichas áreas fueron destinadas o convertidas en áreas urbanizadas, áreas agrícolas, hidrografía y área sin o con poca vegetación, como se observa en las tablas 11 y 12.

Figura 27.

Evolución de la extensión en hectáreas de Áreas con Vegetación herbácea y/o arbustivo.



4.1.2. Cambio de uso de suelo

4.1.2.1. Durante el periodo 2000 – 2010

Para identificar las áreas que presentaron cambios a otro tipo de cobertura, se realizó una matriz de tabulación cruzada para los años propuestos.

En la tabla 14, se muestran los cambios por hectárea de los distintos tipos de coberturas entre los años 2000 — 2010. De la tabla, se puede observar que desde el año 2000, el 22% de la superficie total de áreas urbanizadas, el 18% de la superficie total de la cobertura hidrografía y el 6% de la superficie total de la cobertura de bosques se convirtieron en áreas agrícolas para el año 2010. Por otro lado, el 2% de la cobertura bosques consideradas se han convertido en tierras agrícolas para el año 2010 y el 47% de la cobertura de áreas agrícolas se ha convertido en áreas con vegetación herbácea. Se observa cambios importantes para las coberturas de hidrografía, áreas agrícolas y bosques, debido que parte de las superficies que lo conformaban se convirtieron en coberturas como áreas agrícolas e hidrografía, que, de acuerdo a la definición, son tierras para el desarrollo de cultivos y la hidrografía por los cambios meándricos que son muy dinámicos en la Amazonía.

Tabla 14.

Cambios producidos por área entre los años 2000 y 2010 en la provincia de Coronel Portillo.

Año 2000	Año 2010						Área total 2010 (ha)
	Áreas Urbanizadas	Áreas Agrícolas	Hidrografía	Área sin o con poca vegetación	Bosques	Área con vegetación herbácea	
	1	2	3	4	5	6	
Áreas Urbanizadas 10	1095.26	358.65	37.87	77.50	0.03	91.05	1660.36
Áreas Agrícolas 20	248.51	17515.50	2979.98	189.27	5407.30	23807.00	50147.56
Hidrografía 30	-	11094.80	43278.80	488.36	5199.22	1813.53	61874.71
Bosques 50	433.37	233061.00	66591.40	2844.22	3345180.01	78472.40	3726582.40
Área total 2000 (ha)	1777.14	262029.95	112888.05	3599.35	3355786.57	104183.98	3840265.03

4.1.2.1. Durante el periodo 2010 – 2019

En la tabla 15, se muestra los cambios producidos en la superficie total de las clases entre los años 2010 al 2019. Se puede evidenciar márgenes de error aceptables (1.72%) del área total de cada clase de cobertura. De acuerdo a la tabla de la matriz de tabulación, el 58 % del área total de áreas sin o con poca vegetación han sido destinadas para áreas agrícolas, el 57% del área total de áreas con vegetación herbácea se convirtieron en áreas agrícolas, un 3 % del área total de áreas agrícolas y 17% de áreas con vegetación herbácea se han convertido en áreas urbanizadas, en concordancia con el crecimiento urbano y población de la provincia de Coronel Portillo en base al último Censo Nacional (INEI,2017). Mientras que solo el 5% de la cobertura bosque fueron convertidas en áreas agrícolas.

Tabla 15.

Cambios producidos por área entre los años 2010 y 2019 en la provincia de Coronel Portillo.

Año 2010	Año 2019						Área total 2019 (ha)
	Áreas urbanizadas	Áreas Agrícolas	Hidrografía	Áreas sin o con poca vegetación	Bosques	Áreas con vegetación herbácea	
	10	20	30	40	50	60	
Áreas urbanizadas 1	1776.68	0.00	0.46	-	-	-	1777.14
Áreas Agrícolas 2	8210.58	162873.27	23915.62	14.93	59015.54	7999.98	262029.92
Hidrografía 3	730.23	14932.01	90961.22	0.00	5705.37	559.20	112888.03
Áreas sin o con poca vegetación 4	181.69	2100.25	1061.22	0.00	229.07	27.12	3599.35
Bosques 5	909.28	179607.16	25680.80	3674.75	3143525.95	2389.32	3355787.27
Áreas con vegetación herbácea 6	2380.05	59399.80	4655.37	2.60	33392.51	4353.62	104183.94
Área total 2010 (ha)	14188.52	418912.48	146274.68	3692.28	3241868.45	15329.23	3840265.64

4.1.3. Tasa de Deforestación y Cambio de uso de suelo

La deforestación calculada para la presente investigación se desarrolló solo con la clase de cobertura denominada bosques, aplicando la fórmula propuesta por la FAO (2015).

La tabla 16 muestra la tasa anual de cambio de las áreas deforestadas de la provincia de Coronel Portillo para el periodo 2000-2019. Los resultados del cálculo de tasa anual de cambio entre los años 2000 y 2010, indica que existe una pérdida promedio de 74,159.16 ha/año, lo que representa una tasa anual de deforestación de -1.05%. Respecto al año 2000 y 2010, se observa una pérdida de bosque de 370,795.80 ha, con una pérdida anual de 74,159.16 ha/año y tasa de cambio de -1.04%. Para los años 2010 y 2019, se obtuvo una pérdida de cobertura de 113,918.82 ha, con una pérdida anual de 22,783.76 ha/año, resultando en una tasa anual de deforestación -0.38% y tasa de cambio de -0.38%. Por último, en los años 2019 y 2030, en un análisis de la prospectiva de cambio de uso de suelo al año 2030, se calculó una pérdida de 238.55 ha, siendo este último el periodo en el que se observó menos pérdida por año, con una superficie 47.71 ha/año, una tasa de deforestación anual de -10.00% y una tasa de cambio de -9.52%. En referencia a los datos obtenidos, la dinámica del cambio es compleja y se puede atribuir a factores socioambientales y de tenencia de la tierra o acciones antrópicas como las causas principales, además, que existe déficit en iniciativa por parte del estado para controlar la deforestación a nivel nacional, por ejemplo, el reporte del Plan Nacional de Acción Ambiental Perú 2011-2021, respecto a la acción estratégica de reducción en 100% de la tasa anual promedio de deforestación del periodo 2000-2021, solo se registró un avance al 2018 de 0.23%.

Tabla 16.

Tasa anual de cambio (TDA) de las áreas deforestadas en la provincia de Coronel Portillo en el periodo 2000-2019.

Año	Superficie cubierta de bosque natural (ha)	Superficie deforestada (ha)	Promedio anual de superficie deforestada (ha/año)	Tasa anual de deforestación (%)	Tasa de cambio (%)
2000	3,726,583.07	-370,795.80	-74,159.16	-1.05	-1.04
2010	3,355,787.27				
2010	3,355,787.27	-113,918.82	-22,783.76	-0.38	-0.38
2019	3,241,868.45				

En la tabla 17 se muestra las tasas de cambio (TDA) en el periodo 2000-2010. Las clases de coberturas que evidenciaron disminución son de la clase bosques, mientras que las coberturas de áreas agrícolas e hidrografía presentaron un aumento de 17.98% y 6.20%, seguida de áreas urbanizadas en menor proporción.

Tabla 17.

Cobertura del suelo y tasa anual de cambio (TDA) en el periodo 2000-2010.

Clasificación – Corine Land Cover	Año 2000		Año 2010		Tasa de cambio %
	ha	%	ha	%	
Áreas Urbanizadas	1,660.37	0.04	1777.14	0.05	0.68
Áreas Agrícolas	50,137.50	1.31	262029.92	6.82	17.98
Hidrografía	61,874.71	1.61	112888.04	2.94	6.20
Áreas Sin o Con Poca vegetación	-	-	3599.35	0.09	-
Bosques	3,726,583.07	97.04	3355787.27	87.38	-1.04
Áreas con Vegetación Herbácea	-	-	104183.94	2.71	-
Área total	3 840 265.64	100.00	3 840 265.66	100.00	

En la tabla 18 se muestra la cobertura del suelo y la tasa anual de cambio durante el periodo de los años 2010-2019. Se registraron disminución de la cobertura de las clases bosques con 0.38% y áreas con vegetación herbácea con 19.18%, sin embargo, la tasa de cambio fue significativamente alta para áreas con vegetación herbácea, asimismo, se observa un aumento de las coberturas de áreas urbanizadas con 25.96%, áreas agrícolas con 5.35%, hidrografía con 2.92% y áreas sin o con poca vegetación con 0.28%.

Tabla 18.

Cobertura del suelo y tasa anual de cambio (TDA) en el periodo 2010-2019.

Clasificación – Corine Land Cover	Año 2010		Año 2019		Tasa de cambio %
	ha	%	ha	%	
Áreas Urbanizadas	1777.14	0.05	14188.52	0.37	25.96
Áreas Agrícolas	262029.92	6.82	418912.47	10.91	5.35
Hidrografía	112888.04	2.94	146274.69	3.81	2.92
Áreas Sin o Con Poca vegetación	3599.35	0.09	3692.28	0.10	0.28
Bosques	3355787.27	87.38	3241868.45	84.42	-0.38
Áreas con Vegetación Herbácea	104183.94	2.71	15329.23	0.40	-19.18
Área total	3 840 265.66	100.00	3 840 265.65	100.00	

En la tabla 19 se muestra la cobertura del suelo y la tasa anual de cambio en el periodo 2019-2030. Estos resultados son del análisis prospectivo de cambio de uso de suelo de las coberturas al año 2030, se puede observar que las coberturas que presentaron un aumento de tasa son áreas agrícolas con 3.60%, hidrografía con 2.91%, áreas sin o con poca vegetación con 0.01% y áreas con vegetación herbácea con 0.01, mientras que se registraron una disminución de la cobertura bosques con 0.71%, áreas urbanizadas no presenta tasa de cambio.

Tabla 19.*Cobertura del suelo y tasa anual de cambio (TDA) en el periodo 2019-2030.*

Clasificación – Corine Land Cover	Año 2010		Año 2019		Tasa de cambio %
	ha	%	ha	%	
Áreas Urbanizadas	14188.52	0.37	14186.81	0.37	0.00
Áreas Agrícolas	418912.47	10.91	575850.21	15.00	3.60
Hidrografía	146274.69	3.81	189350.75	4.93	2.91
Áreas Sin o Con Poca vegetación	3692.28	0.10	3695.44	0.10	0.01
Bosques	3241868.45	84.42	3041849.81	79.21	-0.71
Áreas con Vegetación Herbácea	15329.23	0.40	15336.38	0.40	0.01
Área total	3 840 265.66	100.00	3 840 265.65	100.00	

Figura 28.

Mapa de análisis de cambio de cobertura de la provincia de Coronel Portillo, año 2000.

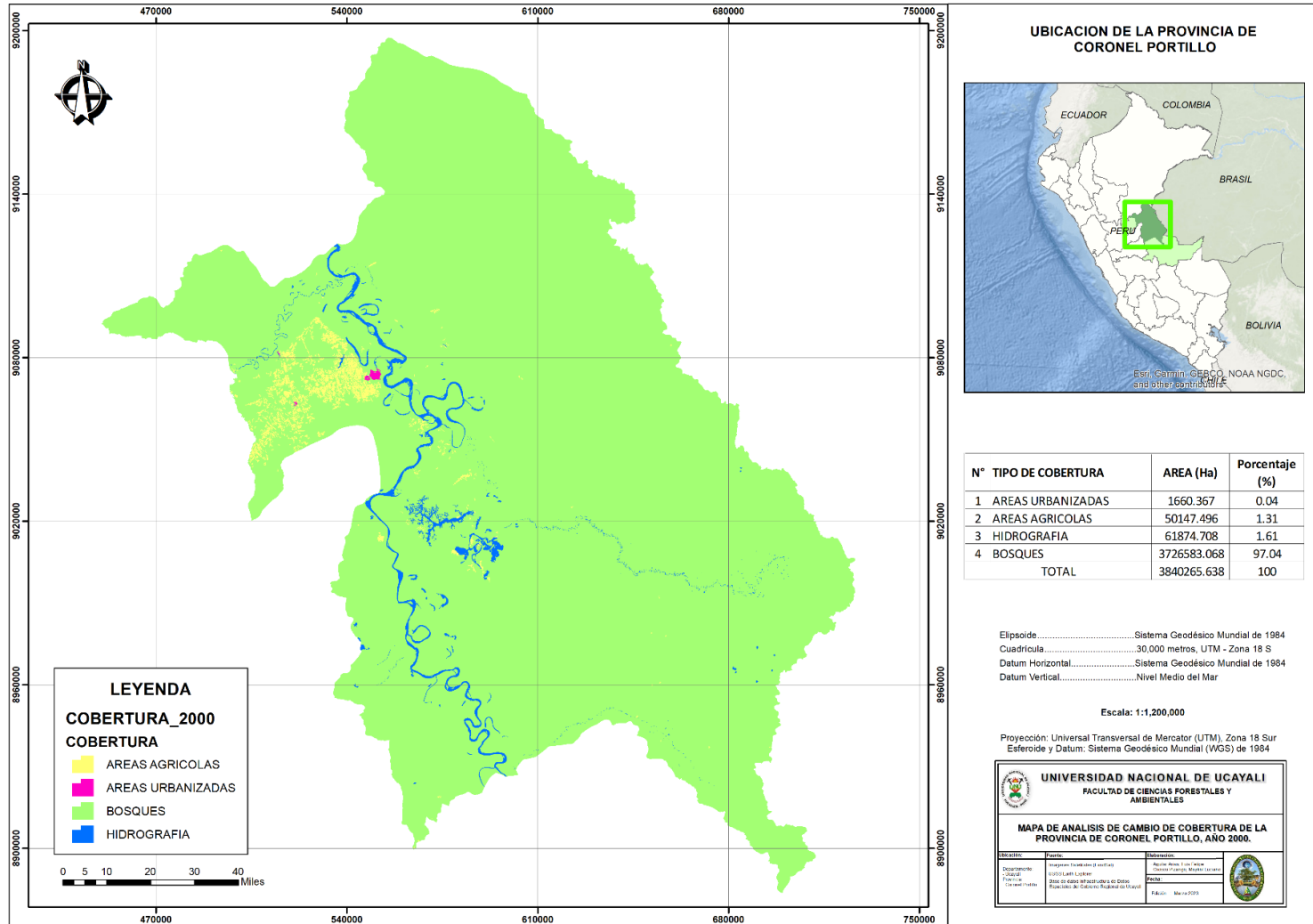


Figura 29.

Mapa de análisis de cambio de cobertura de la provincia de Coronel Portillo, año 2010.

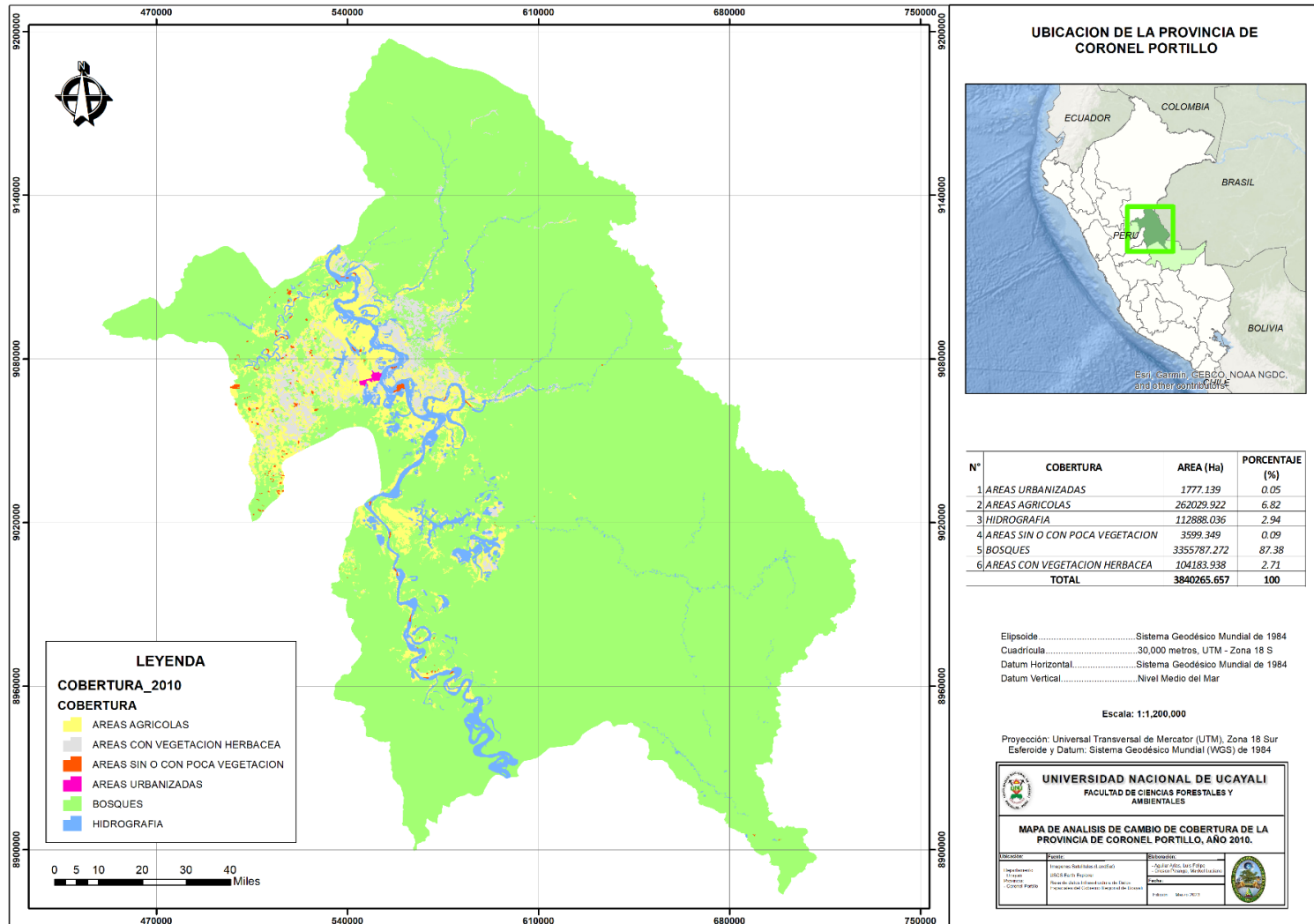
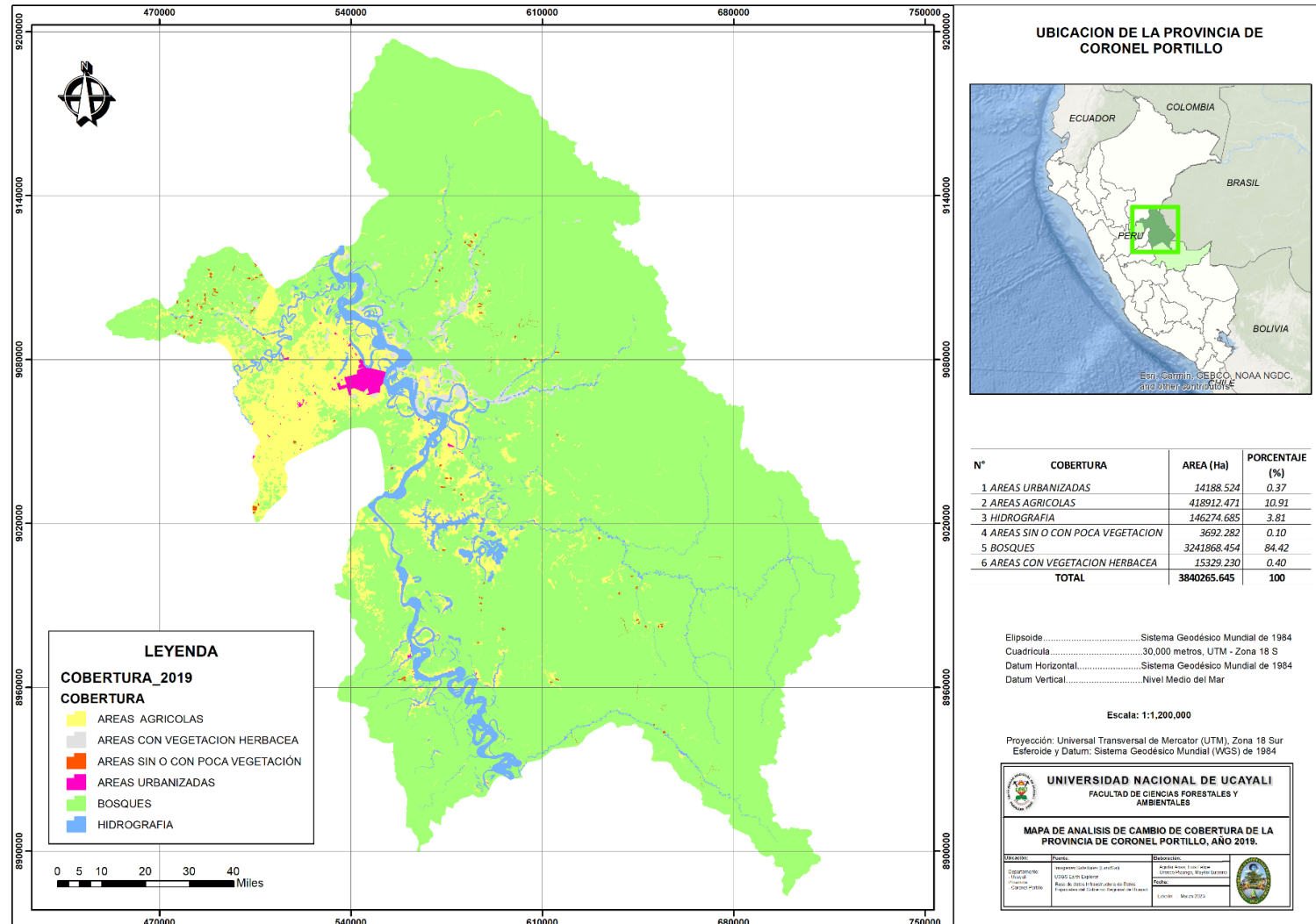


Figura 30.

Mapa de análisis de cambio de cobertura de la provincia de Coronel Portillo, año 2019.







4.2. Validación del modelo de cambio de uso de suelo para los periodos 2000, 2010 y 2019 a partir del mapa de uso de suelo generado por sensores remotos

Los errores de omisión y comisión expresan dos enfoques del mismo problema; los primeros se refieren a una definición imperfecta de la categoría y los segundos, a una delimitación excesivamente amplia, la primera está en relación inversa con los errores de omisión, mientras la segunda lo está con los de comisión” (Barandela 1987; Cortijo y Erez de la Blanca 1996).

En la tabla 20 se muestra la matriz de confusión de las coberturas del suelo en el año 2000 donde se utilizó una muestra referencial de un total de 5 puntos por cobertura para dicha validación obteniendo el siguiente resultado: en las áreas urbanizadas corresponden 4 puntos que fueron clasificados de manera correcta y 1 punto correspondió a la cobertura bosques; en áreas agrícolas, se clasificaron los 5 puntos correctamente; lo mismo sucedió con la cobertura hidrografía, los 5 puntos se clasificaron de manera correcta; por último, la cobertura bosques se clasificaron 5 puntos correctamente. De esta manera se obtiene un total de 20 puntos en las 4 coberturas, de todos estos puntos, se considera 1 punto como error de comisión.

Tabla 20.

Matriz de Confusión - índice de Kappa año 2000.

Clasificación	Simbología	Áreas Urbanizadas	Áreas Agrícolas	Hidrografía	Bosques	Total	Error de Comision
Áreas Urbanizadas		4	0	0	0	4	0
Áreas Agrícolas		0	5	0	0	5	0
Hidrografía		0	0	5	0	5	0
Bosques		1	0	0	5	6	1
Total		5	5	5	5	20	
Error de Omision		1	0	0	0		

En la tabla 21 se muestra el índice de Kappa del año 2000, se puede evidenciar una precisión global o concordancia esperada de (0.95) o 95% y una proporción esperada de (0.25) o 25%, obteniendo que el resultado final del coeficiente de Kappa es de (0.93) o 93.33%.

De acuerdo a los rangos del coeficiente kappa (κ) en el presente estudio para el año 2000, representa el (0,9333), esto corresponde una fuerza de concordancia casi perfecta (0,81 – 1,00) según lo establecido en el rango del índice de Kappa, por lo que se deduce que nos encontramos ante una correcta clasificación de las categorías, y que simplifica la comprensión del área de estudio (Cerdea y Villarroel 2008).

Tabla 21.

Índice de Kappa año 2000.

	Item	Índice	%
Po: Precisión global o concordancia esperada	Po	0.95	95
Pe: Proporción esperada	Pe	0.25	25
	K	0.93	93.33

En la tabla 22 se puede evidenciar el porcentaje de error de comisión y omisión por tipo de cobertura del año 2000, se muestra que en la cobertura de bosques hay un error de comisión de 16.67%, en las áreas urbanizadas se determinó un error de omisión de 20%, teniendo como resultado una precisión global de 95% y un índice de Kappa de 93.33%.







Tabla 22.*Porcentaje de error de comisión y omisión por tipo de cobertura año 2000.*

Clases	Error de comisión (%)	Error de Omisión (%)	Precision Global	Precision Global (%)	Indice de Kappa	Indice de Kappa (%)
Áreas Urbanizadas	0	20				
Áreas Agrícolas	0	0	0.95	95	0.93	93.33
Hidrografía	0	0				
Bosques	16.67	0				

En la tabla 23 se muestra la matriz de confusión de las coberturas del suelo en el año 2010 donde se utilizó una muestra referencial de un total de 5 puntos por cobertura para dicha validación obteniendo el siguiente resultado: en las áreas urbanizadas corresponden 4 puntos que fueron clasificados de manera correcta y 1 punto correspondió a la cobertura de áreas agrícolas; para áreas agrícolas, se clasificaron los 3 puntos de manera correcta, 1 punto correspondió a áreas urbanizadas y otro a la cobertura de hidrografía; para la cobertura hidrografía, los 5 puntos se clasificaron de manera correcta; con respecto a la cobertura de áreas sin o con poca vegetación, se clasificaron 3 puntos correctamente; la cobertura bosques se clasificaron 5 puntos correctamente, 2 puntos correspondieron a la cobertura de áreas sin o con poca vegetación; y por último áreas con vegetación herbácea, se clasificaron 5 puntos de manera correcta, 2 puntos correspondieron a la cobertura de áreas agrícolas. De esta manera se obtiene un total de 30 puntos en las 6 coberturas de suelo, de todos estos puntos, se considera 6 puntos como error de omisión y 6 puntos como error de comisión.

Tabla 23.

Matriz de Confusión - índice de Kappa año 2010.

Clasificación	Simbología	Áreas Urbanizadas	Áreas Agrícolas	Hidrografía	Áreas sin o con poca vegetación	Bosques	areas con vegetación herbácea	total	error de comision
Áreas Urbanizadas		4	0	0	0	0	0	4	0
Áreas Agrícolas		1	3	1	0	0	0	5	2
Hidrografía		0	0	4	0	0	0	4	0
Áreas sin o con poca vegetación		0	0	0	3	0	0	3	0
Bosques		0	0	0	2	5	0	7	2
Áreas con vegetación herbácea		0	2	0	0	0	5	7	2
Total		5	5	5	5	5	5	30	
Error de Omisión		1	2	1	2	0	0		

En la tabla 24 se muestra el índice de Kappa del año 2010, se puede evidenciar una precisión global o concordancia esperada de (0.80) o 80% y una proporción esperada de (0.17) o 17%, obteniendo que el resultado final del coeficiente de Kappa es de (0.76) o 76.00%.

De acuerdo a los rangos del coeficiente kappa (κ) en el presente estudio para el año 2010, representa el (0.76), esto corresponde una fuerza de concordancia sustancial (0,61 – 0,80) según lo establecido en el rango del índice de Kappa, véase en la tabla 4. El presente resultado de la investigación, entra en concordancia para el año 2010 con la clasificación del índice de Kappa en el río Neshuya, realizada por Córdova y Sánchez (2020).

Tabla 24.*Índice de Kappa año 2010.*

	Item	Índice	%
Po:			
Precisión global o concordancia esperada	Po	0.8	80
Pe:			
Proporción esperada	Pe	0.17	16.67
	K	0.76	76.00

En la tabla 25 se puede evidenciar el porcentaje de error de comisión y omisión por tipo de cobertura del año 2010, se muestra que en la cobertura de áreas urbanizadas hay un error de omisión de 20%; en la cobertura de áreas agrícolas, existe error de comisión de 40% y error de omisión de 40%; en hidrografía, se registra un error de omisión de 20%; en áreas sin o con poca vegetación, existe un error de omisión de 40%; mientras que en la cobertura bosques, se registra un error de comisión de 28.57%; por último en áreas con vegetación herbácea, se registra un error de comisión de 28.57%, teniendo como resultado una precisión global de 80% y un índice de Kappa de 76.00%.







Tabla 25.*Porcentaje de error de comisión y omisión por tipo de cobertura año 2010.*

Clases	Error de comisión (%)	Error de Omisión (%)	Precisión Global	Precisión Global (%)	Índice de Kappa	Índice de Kappa (%)
Áreas Urbanizadas	0	20				
Áreas Agrícolas	40	40				
Hidrografía	0	20				
Áreas sin o con poca vegetación	0	40	0.8	80	0.76	76.00
Bosques	28.57	0				
Áreas con vegetación herbácea	28.57	0				

En la tabla 26 se muestra la matriz de confusión de las coberturas del suelo en el año 2019 donde se utilizó una muestra referencial de un total de 5 puntos por cobertura para dicha validación obteniendo el siguiente resultado: en las áreas urbanizadas corresponden 5 puntos que fueron clasificados de manera correcta; para áreas agrícolas, se clasificaron los 5 puntos de manera correcta, 1 punto correspondió a hidrografía y otro a la cobertura de áreas con vegetación herbácea; para la cobertura hidrografía, los 4 puntos se clasificaron de manera correcta y 1 punto se clasificó como áreas agrícolas; con respecto a la cobertura de áreas sin o con poca vegetación, se clasificaron 5 puntos correctamente; la cobertura bosques se clasificaron 5 puntos de manera correcta; y por último áreas con vegetación herbácea, se clasificaron 4 puntos correctamente. De esta manera se obtiene un total de 30 puntos en las 6 coberturas de suelo, de todos estos puntos, se considera 2 puntos como error de omisión y 2 puntos como error de comisión.

Tabla 26.

Matriz de Confusión - Índice de Kappa año 2019.

Clasificación	Simbología	Áreas Urbanizadas	Áreas Agrícolas	Hidrografía	Áreas sin o con poca vegetación	Bosques	Áreas con vegetación herbácea	Total	Error de Comisión
Áreas Urbanizadas		5	0	0	0	0	0	5	0
Áreas Agrícolas		0	5	1	0	0	1	7	2
Hidrografía		0	0	4	0	0	0	4	0
Áreas sin o con poca vegetación		0	0	0	5	0	0	5	0
Bosques		0	0	0	0	5	0	5	0
Áreas con vegetación herbácea		0	0	0	0	0	4	4	0
Total		5	5	5	5	5	5	30	
Error de Omisión		0	0	1	0	0	1		

En la tabla 27 se muestra el índice de Kappa del año 2019, se puede evidenciar una precisión global o concordancia esperada de (0.93) o 93.33% y una proporción esperada de (0.17) o 16.67%, obteniendo que el resultado final del coeficiente de Kappa es de (0.92) o 92.00%.

De acuerdo a los rangos del coeficiente kappa (κ) en el presente estudio para el año 2000, representa el (0.92), esto corresponde una fuerza de concordancia casi perfecta (0,81–1,00) según lo establecido en el rango del índice de Kappa, véase en la tabla 4.

Tabla 27.

Índice de Kappa año 2019.

	Item	Índice	%
Po: Precisión global o concordancia esperada	Po	0.93	93.33
Pe: Proporción esperada	Pe	0.17	16.67
	K	0.92	92.00

En la tabla 28 se puede evidenciar el porcentaje de error de comisión y omisión por tipo de cobertura del año 2019, se muestra que en la cobertura de áreas agrícolas hay un error de comisión de 28.57%; en la cobertura de hidrografía, existe error de omisión de 20%; en hidrografía; por último, en áreas con vegetación herbácea, se registra un error de omisión de 20%, teniendo como resultado una precisión global de 93.33% y un índice de Kappa de 92.00%.

Tabla 28.*Porcentaje de error de comisión y omisión por tipo de cobertura año 2019.*

Clases	Error de comision (%)	Error de Omision (%)	Precision Global	Precision Global (%)	Indice de Kappa	Indice de Kappa (%)
Áreas Urbanizadas	0	0				
Áreas Agrícolas	28.57	0				
Hidrografía	0	20				
Áreas sin o con poca vegetación	0	0	0.93	93.33	0.92	92.00
Bosques	0	0				
Áreas con vegetación herbácea	0	20				

4.3. Determinación de la dinámica en el proceso de cambio de uso de suelo para el año 2030, a través del método de predicción de las cadenas de Markov.

Según los resultados obtenidos del análisis de cambio de uso de suelo de los años 2010 y 2019 como insumo básico para desarrollar el análisis prospectivo al año 2030 se realizó la predicción para los 11 años, es decir desde el 2019 al 2030.

Para el modelo prospectivo se registró cambios de uso de suelo como se detalla a continuación: en la cobertura de áreas agrícolas 575 850.31 (has) siendo la cobertura de mayor incremento; así mismo, en la cobertura bosques presentó una superficie total de 3 041 489.81 (has), siendo la cobertura con una mayor pérdida en el cambio de uso de suelo de la provincia de Coronel Portillo.

En la tabla 29, se muestra los cambios producidos en la superficie total de las clases entre los años 2019 al 2030. Se puede evidenciar márgenes de error aceptables (0.20%) del área total de cada clase de cobertura. De acuerdo a la tabla de la matriz de tabulación, el 10% del área total de áreas agrícolas han sido destinadas para hidrografía, un 6% del área total de la cobertura bosques se han convertido en áreas agrícolas y 2.5% de áreas con vegetación herbácea se han convertido en áreas agrícolas, en concordancia con el crecimiento urbano y población de la provincia de Coronel Portillo en base al último Censo Nacional (INEI, 2017). De acuerdo prospectiva de cambio de uso de suelo al año 2030, se proyecta tener una pérdida anual de 18 000 ha por año; esta información que se asimila a la proyección promedio que presenta el programa Geobosques (2023), 18 000 ha de pérdida de bosque de manera anual que se presenta desde el año 2019 al 2021.

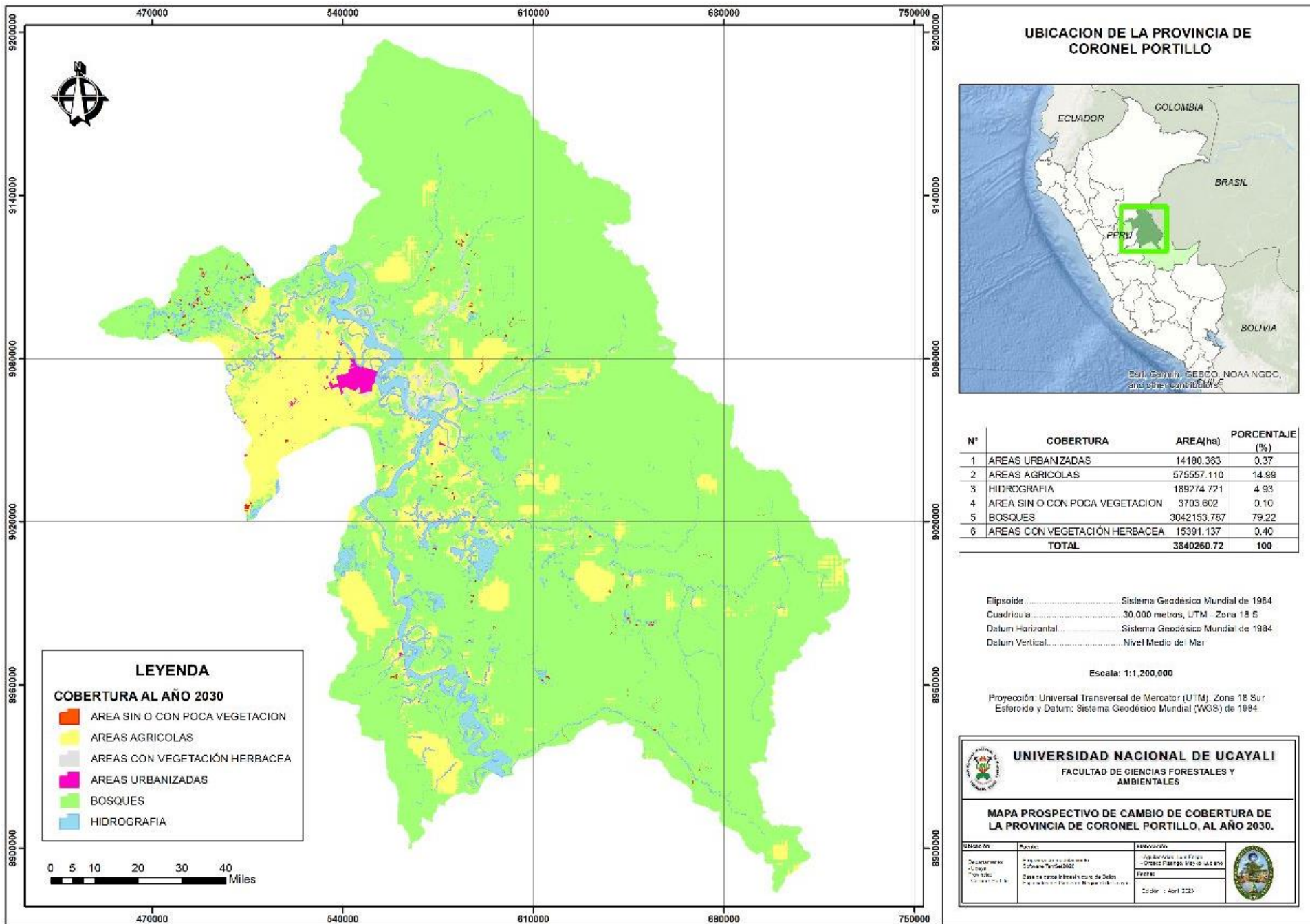
Tabla 29.

Cambios producidos por área entre los años 2019 y 2030 en la provincia de coronel Portillo.

Año 2019	Año 2030						Área total 2030 (ha)
	Áreas urbanizadas	Áreas Agrícolas	Hidrografía	Áreas sin o con poca vegetación	Bosques	Áreas con vegetación herbácea	
	10	20	30	40	50	60	
Áreas urbanizadas 1	14109.18	68.05	8.18	0.00	1.88	0.94	14188.224
Áreas Agrícolas 2	61.03	370413.23	42531.91	101.15	5315.50	467.20	418890.012
Hidrografía 3	7.48	1288.60	142861.01	0.00	2046.17	63.44	146266.695
Áreas sin o con poca vegetación 4	0.00	57.22	39.89	3428.11	166.52	0.05	3691.795
Bosques 5	1.38	203321.75	3740.06	174.11	3034146.16	299.88	3241683.347
Áreas con vegetación herbácea 6	1.09	385.83	85.20	0.06	297.40	14559.49	15329.073
Área total 2019 (ha)	14180.167	575534.680	189266.252	3703.427	3041973.631	15390.987	3840265.64

Figura 31.

Mapa Prospectivo de Cambio de uso de suelo de la provincia de Coronel Portillo al año 2030 (ver página siguiente).



UBICACION DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO



N°	COBERTURA	AREA(ha)	PORCENTAJE (%)
1	AREAS URBANIZADAS	14180.363	0.37
2	AREAS AGRICOLAS	575557.110	14.99
3	HIDROGRAFIA	189274.721	4.93
4	AREA SIN O CON POCA VEGETACION	3703.602	0.10
5	BOSQUES	3042153.787	79.22
6	AREAS CON VEGETACIÓN HERBACEA	15391.137	0.40
TOTAL		3840260.72	100

Elipsoide: Sistema Geodésico Mundial de 1984
 Cuadrícula: 30.000 metros, UTM - Zona 18 S
 Datum Horizontal: Sistema Geodésico Mundial de 1984
 Datum Vertical: Nivel Medio de Mar

Escala: 1:1.200.000

Proyección: Universal Transversal de Mercator (UTM), Zona 18 Sur
 Esteiroide y Datum: Sistema Geodésico Mundial (WGS) de 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
 FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

MAPA PROSPECTIVO DE CAMBIO DE COBERTURA DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, AL AÑO 2030.

Ubicación:	Fecha:	Elaboración:	
Desarrollado por: C. J. J. J.	Elaborado por: C. J. J. J.	Revisado por: C. J. J. J.	
Fecha: C. J. J. J.	Fecha: C. J. J. J.	Fecha: C. J. J. J.	

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En el análisis de cambio de uso de suelo para el periodo (2000 – 2010), se determinó las coberturas que presentaron un mayor incremento de áreas fue las áreas agrícolas, seguido por área con vegetación herbácea e hidrografía, mientras la cobertura bosque es la que presentó una disminución significativa. En el análisis para el periodo (2010 – 2019), se determinó que la cobertura de áreas agrícolas sigue en incremento, seguido de hidrografía y áreas urbanizadas, en la provincia de Coronel Portillo.

En la validación de los modelos de cambio de uso de suelo, se registró para el año 2000 una precisión global o concordancia esperada de 95% y teniendo como resultado un índice de Kappa con una fuerza de acuerdo casi perfecta de 93.33%; mientras que para el año 2010 se obtuvo una precisión global o concordancia esperada de 80% y teniendo como resultado un índice de Kappa con fuerza de acuerdo sustancial de 76.00%; y por último para el año 2019 se obtuvo una precisión global o concordancia esperada de 93.33% y teniendo como resultado un índice de Kappa con una fuerza de acuerdo casi perfecta de 92.00%.

Para el modelo prospectivo se determinó la dinámica del proceso de cambio registrándose que la cobertura de mayor incremento es áreas agrícolas distribuidos en lugares con acceso terrestre y fluvial, que hay la posibilidad de desarrollo de cultivos agrícolas. Asimismo, se estimó que la cobertura bosques es la que presentó una disminución considerable en sus áreas.

5.2. Recomendaciones

Para mejorar los resultados de la clasificación supervisada se recomienda acompañar el trabajo con fotografías aéreas u otro tipo de herramienta de teledetección, lo cual pueden garantizar el objetivo deseado y reducir el error de la asignación y toma de muestras en las áreas de entrenamiento de las imágenes satelitales seleccionadas para el presente estudio.

Evaluar los costos sociales, económicos y ambientales de los impactos que genera el cambio de uso de suelo relacionadas con la leyenda CORINE Land Cover Nivel II adaptada para el Perú, con el fin de investigar nuevas clases de cobertura de suelo en el área de estudio, que fue la provincia de Coronel Portillo, lo cual ha demostrado que una clasificación anual es necesario para la toma de decisiones si se deseara implementar en un futuro un correcto ordenamiento ambiental, la falta de información de los cambios de uso de suelo a nivel regional resulta alarmante.

Los cambios de uso de suelo producido en las clases de tipos de coberturas de la provincia de Coronel Portillo, están influenciados por la intervención de las actividades antrópicas principalmente de tipo agrícola, agropecuaria, aprovechamiento forestal y de ocupación de tierras para áreas urbanizadas, Para ello, se debe realizar la adecuada planificación, ordenamiento territorial y la ejecución de acciones que ayuden a controlar o mitigar los impactos negativos generados sobre el aprovechamiento de los recursos naturales en el presente área de estudio, es importante se realice la actualización de los instrumentos de gestión territorial, forestal y considerar la información registrada en la presente investigación. Las autoridades locales deben iniciar un análisis de prospección para poder generar investigaciones que permitan adelantarnos a futuros eventos de deforestación y se pueda generar lineamientos dentro de la Agenda Ambiental.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, A. (2013). Descripción y Corrección de productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission) . Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Bardales, R. G. (2019). "Análisis de cambio de uso del suelo mediante percepción remota en la Vía Vecinal UC-561, entre los años 1985 al 2018, en el distrito de Campoverde, Ucayali, Perú". Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, carrera profesional de Ingeniería Ambiental.
- Blanco, D. (2015). Modelo de simulación del cambio de uso agrícola de la tierra y sus consecuencias ambientales y económicas a largo plazo. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Brava, J., & Digliotti, A. (2000). Teledetección con Imágenes Satelitales: Generalidades. Grupo de Teledetección IAFE. Argentina.
- Briceño Valera, F. (2005). Las cadenas de Markov en el análisis de cambios y asignación de usos de la tierra. *Revista Geográfica Venezolana*, 46(1), 35-45.
- Cabral, P., & Zamyatin, A. (2006). Three land change models for urban dynamics analysis in Sintra-Cascais area.
- Cerda, L. J., & Villaroel del P, L. (2008). Evaluación de la concordancia interobservador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. 54 - 58. Obtenido de Evaluación de la concordancia interobservador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. [Revisthttps://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v79n1/art08.pdf](https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v79n1/art08.pdf)
- Chávez, M., Valera, T., Bejar, C., & Alarcon. (2011). La deforestación en la Amazonia Peruana y Madre de Dios. .
- Chóez, Á. I. (2018). Análisis de cobertura vegetal y bcambio de uso de suelo en el área de influencia del canal de azúcar - Río Verde mediante teledetección. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, carrera de ingeniería

ambiental .

Chuvienco, E. (2006). Teledetección Ambiental: La Observación de la Tierra desde el Espacio. 2da. Ed. Barcelona, España: Ariel.

Congalton, R. G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment. Obtenido de Congalton, R. G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-B](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B)

Córdova, R., & Sánchez, L. (2020). Análisis de la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.

Escandón et al. (2009). Cambio en la cobertura vegetal y uso de suelo. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 28-29. doi:: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.135>

FAO. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)., 163.

FAO. (2015). Evaluación de los Recursos Forestales.

FAO. (2016). El estado de los bosques del Mundo .

GCE. (2011). Manual para el sector del uso de la tierra, cambio de uso de tierra y silvicultura. Recuperado el 28 de Marzo de 2020, de <https://unfccc.int/sites/default/files/11-bis-handbook-on-lulucf-sector.pdf>

Geo Bosques. (abril de 2023). Geobosques. Obtenido de Geobosques: <https://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/perdida.php>

GOREU. (2016). Zonificación Ecológica Económica base para el Ordenamiento Territorial de la Región de Ucayali. Pucallpa: Autoridad Regional Ambienta de Ucayali - Dirección de Gestión del Territorio.

Harris, G. S. (30 de Marzo de 2020). Obtenido de http://www.harrisgeospatial.com/docs/using_envi_Home.html





- Hubeck, J., & Oblitas, D. (2023). Impacto de las políticas públicas en el cambio de uso de suelo entre los años 2000-2019 en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.
- IDEAM. (2007). Metodología Corine Land Cover. Colombia.
- Jimenez López, E. (Mayo - Agosto de 2019). Cadenas de Markov espaciales para simular el crecimiento del Área Metropolitana de Toluca, 2017-2031. *Economía, Sociedad y Desarrollo - SCIELO*, 19(60), 109 - 140.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1997). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*.
- Lopez, G. E. (2006). Patrones de cambio de uso del terreno en la cuenca del lago de Cuitzeo, Tesis para obtener el grado de doctorado en ciencias. Mexico: Universidad Autónoma de México .
- Luna Ochavano, P. A. (2015). Cambio de uso de suelo y su relación con la deforestación. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, carrera profesional de Ingeniería Ambiental.
- Martinez, F., & Perez, R. (Julio de 2002). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la gestión técnica de redes de distribución de agua potable.
- MasterGis. (2019). Obtenido de <https://www.mastergis.com/caracteristicas-sentinel/>
- MINAM. (2013). Plan de Inversión Forestal. Lima.
- MINAM. (2017). Cambio de uso de bosque. Lima.
- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. *Journal of Chemical Information and Modeling*. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Palacio, A. (2017). Implementación de Sistemas de Información Geográfica en la gestión de espacios protegidos. Universitat Rovira i Virgili. Obtenido de <file:///C:/Users/Local%20Pc/Downloads/TESI.pdf>
- Perez Navarro, A., Botella Plana, A., Muñoz Bolas, A., Olivella Gonzales, R., Olmedillas



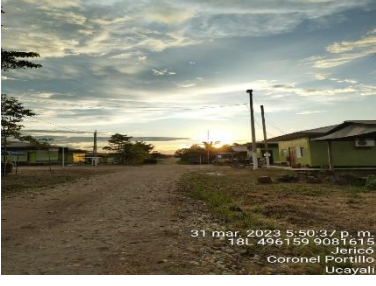

- Hernandez, J., & Rodriguez Lloret, J. (2011). Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y geotelemática (UOC).
- Pineda, O. (2011). Análisis de Cambio de Uso de Suelo mediante percepción remota en el Municipio de Valle De Santiago. Mexico, D.F.: Centro Público de Investigación CONACYT.
- Pinos, N. J. (2016). Prospectiva del uso del suelo y cobertura vegetal en el ordenamiento territorial-Caso cantón Cuenca. Estoa: Revista de la Facultad de arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca.
- Programa Bosques. (2015). Bosque - no bosque y pérdida de bosque Húmedo Amazónico 2000-2014. Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Lima, Perú. Lima, Perú.
- Reyna, A. G. (2014). Análisis de cambio de usos de suelo para los años 1984, 2000 y 2008 de la cuenca del Río Tenancingo, estado de Mexico. . Ciudad de México: Universidad Autónoma del Estado de Mexico.
- Sahagún Sánchez, F. J., & Reyes Hernández, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. cielo, 12(02). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582018000100006
- Sang, L., Zhang, C., Yang, J., & Zhu, D. (2011). Simulation of land use spatial pattern of towns and villages based on CA–Markov model. . Mathematical and Computer Modelling, 938-943.
- SERFOR. (Octubre de 2015). Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla. 4- 5.
- Tapiador, J. (2006). Las Tecnologías de Información Geográfica: criticando al crítico. una respuesta a Horacio Capel. Bibliográfica de Geografía Y Ciencias Sociales, 1-5.

- Tarrillo, V. L. (2019). Análisis de los cambios de cobertura y uso de suelo con imágenes satelitales del distrito de Tacabamba años 2003 y 2018. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela académico profesional de Agronomía.
- Tuesta, R. E. (2017). Prospectiva del cambio de uso de suelo en el distrito de Iberia, Tahuamanu - Madre de Dios, período 2004 - 2030. Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Facultad de Ingeniería, carrera profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente.
- UNFCCC. (2001). Implementation of the Buenos Aires Plan of Action. UNFCCC Document.
- Valdivia, M. L. (2014). Clasificación de la cobertura y uso del territorio para el año 2014 de la provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.
- Valero, J. L. (2015). Estudio multitemporal y análisis prospectivo del cambio de uso de suelo y cobertura vegetal en la microcuenca del río Cristal mediante el uso de autómatas celulares. Bolívar y los Ríos: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, carrera de ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente.
- Vera, E. (2021). Perú: más de 12 mil hectáreas de deforestación y 9 pistas de aterrizaje para narcotráfico en Ucayali. Mongabay.



ANEXOS

Anexo 1. Fichas de Validación de campo – provincia de Coronel Portillo

FICHA DE CAMPO N°01						
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO						
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	31/03/2023	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	512889	DATUM	WGS 84	
		NORTE	9101739			
COORDENADAS CAMPO		ESTE	512889	ZONA UTM	18 S	
		NORTE	9101739			
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:20 a.m.		
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO	
LUGAR DE REFERENCIA	PLANTACIONES OCHO SUR P			DISTRITO	NUEVA REQUENA	
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, presencia en grandes extensiones de cultivos de palma aceitera.					
OBSERVACIONES	Plantaciones de palma aceitera por parte de la empresa OCHO SUR.					
FOTOGRAFÍAS						
NORTE			ESTE			
						
SUR			OESTE			
						
VALIDADO EN CAMPO						

FICHA DE CAMPO N°02					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	31/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	496160	DATUM	WGS 84
		NORTE	9081615		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	496160	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9081615		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	5:50 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	PLANTACIONES OCHO SUR			DISTRITO	NUEVA REQUENA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, presencia en grandes extensiones de cultivos de palma aceitera.				
OBSERVACIONES	Plantaciones de palma aceitera por parte de la empresa OCHO SUR.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>31 mar. 2023 5:50:33 p. m. 18L 496160 9081615 Jericó Coronel Portillo Ucayali</p>			 <p>31 mar. 2023 5:50:27 p. m. 18L 496160 9081614 Jericó Coronel Portillo Ucayali</p>		
SUR			OESTE		
 <p>31 mar. 2023 5:50:37 p. m. 18L 496159 9081615 Jericó Coronel Portillo Ucayali</p>			 <p>31 mar. 2023 5:50:40 p. m. 18L 496160 9081614 Jericó Coronel Portillo Ucayali</p>		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°03					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	515036.40	DATUM	WGS 84
		NORTE	9081250.22		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	515036.40	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9081250.22		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	8:36 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	AREA URBANA			DISTRITO	NUEVA REQUENA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Zona Urbana, con pendiente ligeramente plano				
OBSERVACIONES	Las viviendas se encuentran ligeramente dispersas				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
SUR			OESTE		
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°04					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	513100.08	DATUM	WGS 84
		NORTE	9081750.10		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	513100.08	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9081750.10		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	9:51 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	RIO AGUAYTIA			DISTRITO	NUEVA REQUENA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Hidrografía, Rio Aguaytía				
OBSERVACIONES	Presencia de plataformas de transporte fluvial por parte de la empresa OCHOSUR.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
					
SUR			OESTE		
					
VALIDADO EN CAMPO					









FICHA DE CAMPO N°05					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	514461.93	DATUM	WGS 84
		NORTE	9083284.49		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	514461.93	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9083284.49		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	8:59 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	CARRETERA NUEVA REQUENA			DISTRITO	NUEVA REQUENA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, así como presencia de áreas arbustivas.				
OBSERVACIONES	Presencia de cultivos agrícolas como el cacao, plátano y arroz.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
SUR			OESTE		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°06					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	513722.97	DATUM	WGS 84
		NORTE	9079910.41		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	513722.97	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9079910.41		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:04 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	NUEVA REQUENA			DISTRITO	NUEVA REQUENA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas.				
OBSERVACIONES	Presencia de cultivos agrícolas como el caco y arroz.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE		ESTE			
SUR		OESTE			
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°07					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	521316.47	DATUM	WGS 84
		NORTE	9060360.12		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	521316.47	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9060360.12		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	11:22 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	CARRETERA CAMPO VERDE - HONORIA			DISTRITO	CAMPO VERDE
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, como el cultivo de cítricos y pastizales.				
OBSERVACIONES	Presencia de cultivos agrícolas como el cultivo de cítricos y pastizales.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
SUR			OESTE		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°08					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	520584.19	DATUM	WGS 84
		NORTE	9065212.95		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	520584.19	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9065212.95		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:55 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	CARRETERA CAMPO VERDE - NUEVA REQUENA			DISTRITO	CAMPO VERDE
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, principalmente cultivos de palma aceitera.				
OBSERVACIONES	Presencia de cultivos agrícolas como el cultivo de la palma aceitera.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>19 mar. 2023 10:55:51 8.45662515610456S 74.812988396734W 843' N</p>			 <p>19 mar. 2023 10:55:43 8.456652900204062S 74.81299560517073W 78' E</p>		
SUR			OESTE		
 <p>19 mar. 2023 10:55:56 8.456627042032778S 74.81297532096505W 170' S</p>			 <p>19 mar. 2023 10:55:54 8.456629299918254S 74.81298003684018W 245' SW</p>		
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°09					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	521400.83	DATUM	WGS 84
		NORTE	9063204.54		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	521400.83	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9063204.54		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	11:32 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	AREA URBANA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE			DISTRITO	CAMPO VERDE
COBERTURA Y USO ACTUAL	Área Urbana				
OBSERVACIONES					
FOTOGRAFIAS					
NORTE		ESTE			
SUR		OESTE			
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°10					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	532651.15	DATUM	WGS 84
		NORTE	9072792.54		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	532651.15	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9072792.54		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	12:07 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	ENTRADA DEL KM 19 CFB.			DISTRITO	CAMPO VERDE
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, pastizales				
OBSERVACIONES	Presencia pastizales. Crianza de ganado vacuno.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 			 		
SUR			OESTE		
 			 		
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°11					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	533164.59	DATUM	WGS 84
		NORTE	9070733.39		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	533164.59	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9070733.39		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	11:58 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	ENTRADA DEL KM 19			DISTRITO	CAMPO VERDE
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, pastizales				
OBSERVACIONES	Presencia pastizales. Crianza de ganado vacuno.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
					
SUR			OESTE		
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°12					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS, Luis Felipe			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	528254.77	DATUM	WGS 84
		NORTE	9067754.22		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	528254.77	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9067754.22		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	11:45 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	Km 24, Carretera Federico Basadre			DISTRITO	CAMPO VERDE
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, pastizales				
OBSERVACIONES	Presencia pastizales. Crianza de ganado vacuno.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>19 mar. 2023 11:45:50 8.433631164953113S 74.74332237616181W 1° N</p>			 <p>19 mar. 2023 11:45:53 8.433627979829907S 74.74332581274211W 60° NE</p>		
SUR			OESTE		
 <p>19 mar. 2023 11:46:13 8.43366154935211S 74.7432264033705W 156° SE</p>			 <p>19 mar. 2023 11:45:57 8.433616664260626S 74.74332774057984W 238° SW</p>		
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°13					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	538749.00	DATUM	WGS 84
		NORTE	9085881.00		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	538749.00	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9085881.00		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	16:25 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	CARRETERA YARINACocha-SAN JOSE			DISTRITO	YARINACocha
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas				
OBSERVACIONES	Presencia pastizales				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE		ESTE			
 <p>19 mar 2023 10:16:25 a. m. Altitud: 243.4m Velocidad: 0.0km/h</p>		 <p>19 mar 2023 10:16:33 a. m. 18L 538749 9085881 Altitud: 196.6m Velocidad: 1.2km/h</p>			
SUR		OESTE			
 <p>19 mar 2023 10:16:42 a. m. 18L 538749 9085880 Altitud: 190.7m Velocidad: 1.7km/h</p>		 <p>19 mar 2023 10:16:47 a. m. 18L 538751 9085881 Altitud: 189.7m Velocidad: 1.3km/h</p>			
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°14
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO





RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano		FECHA	19/03/2023	
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	541016.00	DATUM	WGS 84
		NORTE	9083530.00		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	541016.00	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9083530.00		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:48 a.m.	

DEPARTAMENTO	UCAYALI	PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	CCNN SAN FRANCISCO	DISTRITO	YARINACocha

COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, Cultivos de camu camu
-------------------------------	--





OBSERVACIONES	Presencia camu camu,
----------------------	----------------------





FOTOGRAFÍAS





NORTE	ESTE
 <p>19 mar 2023 10:48:14 a. m. Altitud: 189.5m Velocidad: 3.6km/h</p>	 <p>19 mar 2023 10:59:39 a. m. Altitud: 193.0m Velocidad: 2.0km/h</p>
SUR	OESTE
 <p>19 mar 2023 10:59:44 a. m. 18L 540764 9083513 Altitud: 190.7m Velocidad: 0.5km/h</p>	 <p>19 mar 2023 11:01:59 a. m. 18L 541016 9083530 Altitud: 189.8m Velocidad: 1.0km/h</p>





VALIDADO EN CAMPO





FICHA DE CAMPO N°15					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	542778.00	DATUM	WGS 84
		NORTE	9081232.00		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	542778.00	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9081232.00		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	11:11 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	SAN JUAN – SAN JOSE			DISTRITO	YARINACOCHA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, Cultivos de camu camu				
OBSERVACIONES	Presencia camu camu,				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
SUR			OESTE		
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°16					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	15/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	543210	DATUM	WGS 84
		NORTE	9076014		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	543210	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9076014		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	11:33 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	KM 10 MARGEN DERECHA			DISTRITO	YARINACOCOA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, pastizales.				
OBSERVACIONES	Presencia pastizales				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>15 abr 2023 11:33:28 a. m. 18L 543210 9076014 Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud:169.4m</p>			 <p>15 abr 2023 11:33:24 a. m. 18L 543210 9076015 Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud:169.9m</p>		
SUR			OESTE		
 <p>15 abr 2023 11:33:36 a. m. 18L 543212 9076008 Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud:169.4m</p>			 <p>15 abr 2023 11:33:34 a. m. 18L 543211 9076009 Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud:169.2m</p>		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°17					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	15/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	542065	DATUM	WGS 84
		NORTE	9075060		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	542065	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9075060		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	11:50 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	Caserío Tushmo			DISTRITO	YARINACocha
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, pastizales.				
OBSERVACIONES	Presencia pastizales antiguos.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
					
SUR			OESTE		
					
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°18					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	15/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	541861	DATUM	WGS 84
		NORTE	9074311		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	541861	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9074311		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	11:53 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	CARRETERA KM 10 INGRESO A CASHIBOCOCHA			DISTRITO	YARINACOCHA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, pastizales.				
OBSERVACIONES	Presencia de áreas agrícolas, pastizales.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>15 abr 2023 11:53:51 a. m. 18L 541861 9074311 Carretera San Juan Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud:174.7m</p>			 <p>15 abr 2023 11:53:49 a. m. 18L 541861 9074311 Carretera San Juan Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud:174.7m</p>		
SUR			OESTE		
 <p>15 abr 2023 11:54:52 a. m.</p>			 <p>15 abr 2023 11:56:03 a. m. 18L 541970 9073912 C.p Villa Primavera Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud:176.7m</p>		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°19					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	19/03/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	551965.00	DATUM	WGS 84
		NORTE	9075065.00		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	551965.00	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9075065.00		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	14:11 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR LA HOYADA			DISTRITO	CALLERIA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas urbanas				
OBSERVACIONES	Presencia de viviendas				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>19 mar 2023 2:11:37 p. m. 18L 551965 9075065 Altitud: 174.7 m Velocidad: 1.4 km/h</p>			 <p>19 mar 2023 2:11:40 p. m. 18L 551965 9075065 Altitud: 174.7 m Velocidad: 0.3 km/h</p>		
SUR			OESTE		
 <p>19 mar 2023 2:11:42 p. m. 18L 551968 9075064 Altitud: 172.8 m Velocidad: 0.7 km/h</p>			 <p>19 mar 2023 2:11:40 p. m. 18L 552071 9075093 Altitud: 173.5 m Velocidad: 0.9 km/h</p>		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°20					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	03/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	658978	DATUM	WGS 84
		NORTE	9084247		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	658978	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9084247		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	13:15 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	Centro Poblado Cantagallo			DISTRITO	CALLERIA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Bosques				
OBSERVACIONES	Presencia de la base militar, rodeado de cobertura boscosa				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>03 abr. 2023 13:15:10 p. m. 18L 658978 9084247 Calleria Coronel Portillo Ucayali</p>			 <p>03 abr. 2023 13:10:11 p. m. 18L 658978 9084248 Calleria Coronel Portillo Ucayali</p>		
SUR			OESTE		
 <p>03 abr. 2023 13:10:28 p. m. 18L 658978 9084249 Calleria Coronel Portillo Ucayali</p>			 <p>03 abr. 2023 13:11:20 p. m. 18L 658978 9084247 Calleria Coronel Portillo Ucayali</p>		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°21					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	03/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	659164	DATUM	WGS 84
		NORTE	9084594		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	659164	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9084594		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	15:30 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	Ingreso al Centro Poblado Cantagallo			DISTRITO	CALLERIA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Bosques				
OBSERVACIONES	Presencia de cobertura boscosa				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
SUR			OESTE		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°22					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	04/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	651809	DATUM	WGS 84
		NORTE	9085820		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	651809	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9085820		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	08:30 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	Laguna la Cashuera			DISTRITO	CALLERIA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Bosques				
OBSERVACIONES	Presencia de cobertura boscosa y quebradas.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
					
SUR			OESTE		
					
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°23					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	01/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	607989	DATUM	WGS 84
		NORTE	9069111		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	607989	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9069111		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	12:02 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	Rio abujao			DISTRITO	CALLERIA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Bosques				
OBSERVACIONES	Presencia de minería ilegal				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE		ESTE			
 <p>01 abr. 2023 12:02:18 a. m. 18L 607989 9069111 Calleria Coronel Portillo Ucayali</p>		 <p>01 abr. 2023 12:02:08 a. m. 18L 607986 9069118 Calleria Coronel Portillo Ucayali</p>			
SUR		OESTE			
 <p>01 abr. 2023 12:03:36 a. m. 18L 607991 9069124 Calleria Coronel Portillo Ucayali</p>		 <p>01 abr. 2023 12:03:12 a. m. 18L 607992 9069124 Calleria Coronel Portillo Ucayali</p>			
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°24					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	15/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	550839	DATUM	WGS 84
		NORTE	9076807		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	550839	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9076807		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:38 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	CASERIO VISTA ALEGRE			DISTRITO	CALLERIA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, cultivos de arrozales.				
OBSERVACIONES	Presencia de áreas agrícolas, cultivos de arroz.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>15 abr 2023 10:38:17 a. m. 18L 550839 9076807 Calleria Coronel Portillo Ucayali Altitud:170,6m</p>			 <p>15 abr 2023 10:39:29 a. m. 18L 550839 9076807 Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud:170,1m</p>		
SUR			OESTE		
 <p>15 abr 2023 10:38:12 a. m. 18L 550837 9076808 Calleria Coronel Portillo Ucayali Altitud:169,2m</p>			 <p>15 abr 2023 10:38:07 a. m. 18L 550837 9076809 Calleria Coronel Portillo Ucayali Altitud:169,2m</p>		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°25					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	15/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	552656	DATUM	WGS 84
		NORTE	9075204		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	552656	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9075204		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:53 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR PACACOCHA			DISTRITO	CALLERIA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas				
OBSERVACIONES	Presencia de cultivos de plátano				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE		ESTE			
 <p>15 abr 2023 10:53:22 a. m. 18L 552656 9075204 552656 9075204 Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud: 179.8m</p>		 <p>15 abr 2023 10:56:01 a. m. 18L 552780 9075496 Coronel Portillo Ucayali Altitud: 169.7m</p>			
SUR		OESTE			
 <p>15 abr 2023 10:53:19 a. m. 18L 552649 9075199 552649 9075199 Pucallpa Coronel Portillo Ucayali Altitud: 213.9m</p>		 <p>15 abr 2023 10:56:05 a. m. 18L 552776 9075480 Coronel Portillo Ucayali Altitud: 171.7m</p>			
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°26					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	06/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	549117	DATUM	WGS 84
		NORTE	9067871		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	549117	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9067871		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:16 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR MANANTAY			DISTRITO	MANANTAY
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas urbanas y áreas agrícolas				
OBSERVACIONES	Presencia de viviendas y áreas agrícolas				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>6 abr 2023 10:16:39 a. m. 18L 549117 9067871 Altitud:155.0m Velocidad:1.1km/h</p>			 <p>6 abr 2023 10:16:45 a. m. 18L 549119 9067869 Altitud:160.0m Velocidad:0.6km/h</p>		
SUR			OESTE		
 <p>6 abr 2023 10:16:47 a. m. 18L 549118 9067870 Altitud:160.5m Velocidad:0.4km/h</p>			 <p>6 abr 2023 10:16:53 a. m. 18L 549117 9067869 Altitud:162.6m Velocidad:0.8km/h</p>		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°27					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	06/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	550242	DATUM	WGS 84
		NORTE	9068786		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	550242	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9068786		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:33 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR MANANTAY			DISTRITO	MANANTAY
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas urbanas y áreas agrícolas				
OBSERVACIONES	Presencia de viviendas y áreas agrícolas				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>6 abr 2023 10:33:25 a. m. 18L 550242 9068786 Altitud:174.1m Velocidad:0.3km/h</p>			 <p>6 abr 2023 10:31:33 a. m. 18L 550228 9068766 Altitud:173.6m Velocidad:0.5km/h</p>		
SUR			OESTE		
 <p>6 abr 2023 10:31:37 a. m. 18L 550231 9068770 Altitud:173.7m Velocidad:0.6km/h</p>			 <p>6 abr 2023 10:34:52 a. m. 18L 550167 9068522 Altitud:381.7m Velocidad:15.4km/h</p>		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°28					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	06/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	550129	DATUM	WGS 84
		NORTE	9068483		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	550129	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9068483		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:35 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR MANANTAY			DISTRITO	MANANTAY
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas				
OBSERVACIONES	Presencia de áreas agrícolas				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>6 abr 2023 10:35:08 a. m. 18L 550129 9068483 Altitud:359.0m Velocidad:0.3km/h</p>			 <p>6 abr 2023 10:35:11 a. m. 18L 550131 9068483 Altitud:354.5m Velocidad:0.2km/h</p>		
SUR			OESTE		
 <p>6 abr 2023 10:35:15 a. m. 18L 550131 9068479 Altitud:342.3m Velocidad:0.7km/h</p>			 <p>6 abr 2023 10:35:18 a. m. 18L 550131 9068479 Altitud:339.0m Velocidad:0.0km/h</p>		
VALIDADO EN CAMPO					




FICHA DE CAMPO N°29					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	06/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	549633	DATUM	WGS 84
		NORTE	9068451		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	549633	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9068451		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:43 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR MANANTAY			DISTRITO	MANANTAY
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas urbanas y áreas agrícolas				
OBSERVACIONES	Presencia de viviendas y áreas agrícolas				
FOTOGRAFIAS					
NORTE		ESTE			
 <p>6 abr 2023 10:43:09 a. m. 18L 549633 9068451 Altitud:177.3m Velocidad:0.0km/h</p>		 <p>6 abr 2023 10:43:06 a. m. 18L 549632 9068451 Altitud:177.2m Velocidad:1.3km/h</p>			
SUR		OESTE			
 <p>6 abr 2023 10:43:00 a. m. 18L 549629 9068452 Altitud:186.7m Velocidad:6.3km/h</p>		 <p>6 abr 2023 10:43:03 a. m. 18L 549629 9068451 Altitud:178.6m Velocidad:3.4km/h</p>			
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°30					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	13/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	554778	DATUM	WGS 84
		NORTE	9066240		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	554778	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9066240		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:09 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	CASERIO PUCALLPILLO			DISTRITO	MANANTAY
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, cultivos de camu camu.				
OBSERVACIONES	Presencia de plantaciones de camu camu.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE		ESTE			
					
SUR		OESTE			
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°31					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	06/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	549537	DATUM	WGS 84
		NORTE	9067775		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	549537	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9067775		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:45 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR MANANTAY			DISTRITO	MANANTAY
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas				
OBSERVACIONES	Presencia de áreas agrícolas				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>6 abr 2023 10:45:29 a. m. 18L 549537 9067774 Altitud: 165.2m Velocidad: 3.9km/h</p>			 <p>6 abr 2023 10:45:32 a. m. 18L 549537 9067775 Altitud: 165.4m Velocidad: 2.4km/h</p>		
SUR			OESTE		
 <p>6 abr 2023 10:45:35 a. m. 18L 549539 9067774 Altitud: 165.5m Velocidad: 2.4km/h</p>			 <p>6 abr 2023 10:45:41 a. m. 18L 549538 9067776 Altitud: 166.6m Velocidad: 0.0km/h</p>		
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°32					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	06/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	549117	DATUM	WGS 84
		NORTE	9067871		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	549117	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9067871		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:16 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	SECTOR MANANTAY			DISTRITO	MANANTAY
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas urbanas y áreas agrícolas				
OBSERVACIONES	Presencia de viviendas y áreas agrícolas				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE		ESTE			
 <p>6 abr 2023 10:16:39 a. m. 18L 549117 9067871 Altitud:155.0m Velocidad:1.1km/h</p>		 <p>6 abr 2023 10:16:45 a. m. 18L 549119 9067869 Altitud:160.0m Velocidad:0.6km/h</p>			
SUR		OESTE			
 <p>6 abr 2023 10:16:47 a. m. 18L 549118 9067870 Altitud:160.5m Velocidad:0.4km/h</p>		 <p>6 abr 2023 10:16:53 a. m. 18L 549117 9067869 Altitud:162.6m Velocidad:0.8km/h</p>			
VALIDADO EN CAMPO					





FICHA DE CAMPO N°33					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	13/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	574894	DATUM	WGS 84
		NORTE	9057965		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	574894	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9057965		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	10:03 a.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	MASISEA			DISTRITO	MASISEA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Hidrografía y áreas agrícolas				
OBSERVACIONES	Presencia de áreas agrícolas a la rivera del rio Ucayali				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>13 abr. 2023 10:03:02 a. m. 18L 574894 9057965 Coronel Portillo Ucayali</p>			 <p>13 abr. 2023 10:03:22 a. m. 18L 574899 9057955 Coronel Portillo Ucayali</p>		
SUR			OESTE		
 <p>13 abr. 2023 10:02:52 a. m. 18L 574893 9057969 Coronel Portillo Ucayali</p>			 <p>13 abr. 2023 10:02:03 a. m. 18L 574894 9057965 Coronel Portillo Ucayali</p>		
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°34					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	19/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	576087	DATUM	WGS 84
		NORTE	9048680		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	576087	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9048680		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	03:01 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	MASISEA			DISTRITO	MASISEA
COBERTURA Y USO ACTUAL	AREA URBANA				
OBSERVACIONES	Presencia de viviendas				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>19 abr. 2023 3:01:31 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud:171.5m Número de índice: 18</p>			 <p>19 abr. 2023 2:51:05 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud:236.1m Número de índice: 6</p>		
SUR			OESTE		
 <p>19 abr. 2023 2:51:19 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud:235.9m Número de índice: 7</p>			 <p>19 abr. 2023 2:52:18 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud:235.9m Número de índice: 8</p>		
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°35					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	19/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	576973	DATUM	WGS 84
		NORTE	9048507		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	576973	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9048507		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	02:53 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	MASISEA			DISTRITO	MASISEA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas Urbanizadas				
OBSERVACIONES	Presencia de viviendas continuas				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>19 abr. 2023 2:53:48 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud: 229.6m Número de índice: 12</p>			 <p>19 abr. 2023 2:53:44 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud: 231.7m Número de índice: 11</p>		
SUR			OESTE		
 <p>19 abr. 2023 2:53:32 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud: 235.5m Número de índice: 10</p>			 <p>19 abr. 2023 2:53:22 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud: 236.6m Número de índice: 9</p>		
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°36					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	OROSCO PIZANGO, Maykol Luciano			FECHA	19/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	575833	DATUM	WGS 84
		NORTE	9049088		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	575833	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9049088		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	3:00 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	MASISEA			DISTRITO	MASISEA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas urbanizadas				
OBSERVACIONES	Centro Educativo				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
 <p>19 abr. 2023 2:54:40 p. m. Número de índice: 13</p>			 <p>19 abr. 2023 3:00:39 p. m. Altitud: 193.5m Número de índice: 14</p>		
SUR			OESTE		
 <p>19 abr. 2023 3:00:46 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud: 181.2m Número de índice: 16</p>			 <p>19 abr. 2023 3:01:08 p. m. Urb Barrio Alto Sector 1 Comunidad de Masisea Coronel Portillo Ucayali Altitud: 175.2m Número de índice: 17</p>		
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°37					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	19/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	576289	DATUM	WGS 84
		NORTE	9051896		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	576289	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9051896		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	12:56 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	MASISEA			DISTRITO	MASISEA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas agrícolas, cultivos de plátano				
OBSERVACIONES	Presencia de cultivos agrícolas y pastizales				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE		ESTE			
					
SUR		OESTE			
					
VALIDADO EN CAMPO					

FICHA DE CAMPO N°38					
PUNTOS DE INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE USO ACTUAL DEL SUELO					
RESPONSABLE	AGUILAR ARIAS Luis Felipe			FECHA	19/04/2023
COORDENADAS GABINETE	PUNTO	ESTE	576917	DATUM	WGS 84
		NORTE	9048404		
COORDENADAS CAMPO		ESTE	576917	ZONA UTM	18 S
		NORTE	9048404		
ALTURA CAMPO (m.s.n.m)	ALTURA		HORA	04:12 p.m.	
DEPARTAMENTO	UCAYALI			PROVINCIA	CORONEL PORTILLO
LUGAR DE REFERENCIA	MASISEA			DISTRITO	MASISEA
COBERTURA Y USO ACTUAL	Áreas de cultivos agrícolas y áreas con vegetación herbácea				
OBSERVACIONES	Presencia de cultivos agrícolas y vegetación herbácea.				
FOTOGRAFÍAS					
NORTE			ESTE		
					
SUR			OESTE		
					
VALIDADO EN CAMPO					

Anexo 2. Propuesta de la Leyenda CORINE Land Cover adaptada para el Perú.

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
1. Áreas Artificializadas	1.1. Áreas 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	
	1.3. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	1.3.1. Areas de extracción de minería e hidrocarburos	
		1.3.2. Areas de disposición de residuos	
	1.4. Áreas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1 Áreas verdes urbanas	
1.4.2 Instalaciones recreativas			
2. Áreas Agrícolas	2.1 Cultivos transitorios		
	2.2 Cultivos permanentes		
	2.3 Pastos		
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		
	2.5 Mosaico de áreas agrícolas y áreas mayormente naturales		
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso bajo	
		3.1.2. Bosque abierto bajo	
		3.1.3. Bosque denso alto	
		3.1.4. Bosque abierto alto	
		3.1.5. Bosque fragmentado	
	3.2 Bosques plantados		
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	3.3.1.1 Herbazal denso 3.3.1.2 Herbazal abierto
		3.3.2 Arbustal	3.3.2.1 Arbustal denso 3.3.2.2 Arbustal abierto
		3.3.3 Vegetación secundaria o en transición	3.3.3.1 Vegetación arbustiva / herbácea densa 3.3.3.2 Vegetación arbustiva / herbácea abierta
		3.3.4 Vegetación arbustiva / herbácea	
		3.3.5 Arbustal / área intervenida	
		3.3.6 Herbazal / área intervenida	
		3.3.7 Arbustal-Herbazal/área intervenida	
	3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.1. Áreas arenosas naturales	
		3.4.2 Afloramientos rocosos	
		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	
		4.1.2. 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. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)	
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	
		5.1.3. Lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales	
		5.1.4. Canales	
		5.1.5. Cuerpos de agua artificiales	
	5.2 Aguas costeras	5.2.1. Lagunas costeras	
		5.2.2. Mares y océanos	
		5.2.3. Estanques para acuicultura marina	
6. Nubes	6.1 Nubes		
	6.2 Sombras		