

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACION

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**“ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA
MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES SATELITALES DESDE EL AÑO 2008 AL
2017”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR

SÁNCHEZ SALDAÑA MIGUEL ENRIQUE

ASESOR

DR. ZAMORA TALAVERANO NOÉ SABINO JORGE

JURADO

DR. GALARZA ZAPATA EDWIN JAIME

MG. GÓMEZ ESCRIBA BENIGNO PAULO

MG. GUILLÉN LEÓN ROGELIA

ING. ROJAS LEÓN GLADYS

LIMA - PERU

2019

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mis padres Alberto Sánchez Pérez y Dora Saldaña Montoya, porque fueron las fuerzas que me levantaron cuando ya no podía más, fueron los que creyeron en mí cuando perdía las esperanzas, por cada palabra de ánimo en el momento exacto, por sus vidas de las cuales Dios me dio el privilegio de disfrutar.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a Dios por su amor y todas las bendiciones en mi vida, por regalarme la familia que tengo, y los amigos que puso a mí alrededor.

Un agradecimiento especial para el Dr. Ing. Noé Zamora Talaverano, por la ayuda brindada, por la paciencia y consejos, los cuales fueron fundamentales para realizar la presente tesis.

Agradezco a mis informantes a la Mg. Rogelia Guillén León, Ing. Gladys Rojas León, Mg. Walter Benjamín Zúñiga Díaz y al Mg. Benigno Paulo Gómez Escriba, quienes se tomaron el tiempo necesario para corregir detalles de esta Tesis.

Gracias también a la Universidad Nacional Federico Villarreal y la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo que me permitió formarme como profesional en sus aulas.

RESUMEN

El objetivo general es determinar el grado de deforestación a partir del uso de imágenes satelitales en la Cuenca del Río Cumbaza en el marco temporal del 2008 – 2017: a) Elaborar un análisis de las áreas de bosques deforestadas de 2008-2017 en la Cuenca del Río Cumbaza, b) Cuantificar la superficie e índice de deforestación en la Cuenca del Río Cumbaza de 2008-2017, c) Proponer alternativas para la recuperación de los bosques deforestados dentro de la Cuenca del Río Cumbaza.

Se aplicó el método de sistema de información geográfica, lo que nos permitió conocer la deforestación de los últimos 10 años en la Cuenca del Río Cumbaza.

Se determinó la deforestación del periodo 2008 al 2016, encontrándose que la pérdida de bosques primarios en este periodo es de 5924.57 Ha, lo que representa una pérdida de 658.29 Ha/año.

Para poder hacer frente a la deforestación dentro de la Cuenca del Río Cumbaza es necesario el apoyo tanto de los gobiernos locales e instituciones públicas y privadas que trabajan dentro del área de la Cuenca del Río Cumbaza.

Se concluye que la Cuenca del Río Cumbaza durante el periodo 2008 al 2016 se ha visto afectado por la actividad antrópica que afecta a los bosques, con repercusiones para la población y el paisaje.

Palabras Claves: Cuenca Hidrográfica, Bosques, Deforestación, Uso de Suelos, Teledetección, Landsat.

ABSTRACT

The general objective is to determine the degree of deforestation from the use of satellite images in the Cumbaza River Basin within the time frame of 2008 - 2017: a) Prepare an analysis of the deforested forest areas of 2008-2017 in the Basin of the Cumbaza River, b) Quantify the area and rate of deforestation in the Cumbaza River Basin 2008-2017, c) Propose alternatives for the recovery of deforested forests within the Cumbaza River Basin.

The geographic information system method was applied, which allowed us to know the deforestation of the last 10 years in the Cumbaza River Basin.

Deforestation was determined in the period 2008 to 2016, finding that the loss of primary forests in this period is 5924.57 Ha, which represents a loss of 658.29 Ha / year.

In order to cope with deforestation within the Cumbaza River Basin, support is needed from both local governments and public and private institutions that work within the Cumbaza River Basin area.

It is concluded that the Cumbaza River Basin during the period 2008 to 2016 has been affected by anthropogenic activity that affects the forests, with repercussions for the population and the landscape.

Key Words: Hydrographic Basin, Forests, Deforestation, Land Use, Remote Sensing, Landsat.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2. ANTECEDENTES	4
1.3. OBJETIVOS	9
-Objetivo Generales	9
-Objetivos Especificos	9
1.4. JUSTIFICACIÓN	9
1.5. HIPÓTESIS	9
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN	10
2.1.1. CUENCA HIDROGRÁFICA	10
2.1.2. BOSQUES	19
2.1.3. DEFORESTACIÓN	28
2.1.4. USO DE SUELO	29
2.1.5. TELEDETECCIÓN ESPACIAL	31
2.1.6. IMÁGENES LANDSAT	38
III. MÉTODO	40
3.1. Tipo de Investigacion	
¡Error! Marcador no definido.	
3.1.1. Método	40
3.1.2. Tipo de Investigación	40
3.1.3. Nivel de Investigación	40

3.2. ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL	41
3.2.1. Ámbito Temporal: Del año 2008 al 2017	41
3.2.2. Ámbito Espacial:	41
3.3. VARIABLES	41
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	41
3.4.1. Población	41
3.4.2. Muestra:	41
3.5. Instrumentos	
¡Error! Marcador no definido.	
3.5.1. Equipos:	42
3.5.2. Materiales:	42
3.5.3. Software:	42
3.6. PROCEDIMIENTOS	43
3.6.1. Fase Inicial de Gabinete	43
3.6.2. Fase Final de Gabinete	43
3.7. ANÁLISIS DE DATOS	43
IV. RESULTADOS	44
4.1. ANÁLISIS DE LAS ÁREAS DEFORESTADAS DEL 2008-2017 EN LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA.	44
4.2. ÍNDICE DE DEFORESTACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA DEL 2008-2017	60
4.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	63
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
VI. CONCLUSIONES	72
VII. RECOMENDACIONES	73
VIII. REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS	74
IX. ANEXOS	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de Cuencas Hidrográficas por el Sistema de Drenaje y Conducción Final	11
Tabla 2: Clasificación de Cuencas Hidrográficas por su Balance Hídrico	12
Tabla 3: Variables Dependientes e Independientes	41
Tabla 4: Escenas de imágenes de satélite Landsat 5 y 8 - 2008 a 2017	60
Tabla 5: Área de bosques primarios según años (Ha)	61
Tabla 6: Porcentaje de bosque según años	62
Tabla 7: Distritos dentro de la Cuenca del Río Cumbaza	64
Tabla 8: Arboles para la Reforestación de la Cordillera Escalera	65
Tabla 9: Cantidad de Plantones para Donar	67
Tabla 10: Costo para la Reforestación	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuenca Hidrográfica	10
Figura 2: Espectro Electromagnético	36
Figura 3: Niveles de Teledetección	37
Figura 4: Cronograma del Programa Landsat	39
Figura 5: Cuenca del Río Cumbaza – 2008	51
Figura 6: Cuenca del Río Cumbaza – 2009	52
Figura 7: Cuenca del Río Cumbaza – 2010	53
Figura 8: Cuenca del Río Cumbaza – 2011	54
Figura 9: Cuenca del Río Cumbaza – 2013	55
Figura 10: Cuenca del Río Cumbaza – 2014	56
Figura 11: Cuenca del Río Cumbaza – 2015	57
Figura 12: Cuenca del Río Cumbaza – 2016	58
Figura 13: Cuenca del Río Cumbaza – 2017	59

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis se desarrolla con el objetivo de realizar un análisis del grado de deforestación en el marco temporal de los años 2008 - 2017 en la Cuenca del Río Cumbaza con el uso de imágenes satelitales.

Para dicho trabajo fue necesario el uso del Sistema de Información Geográfica (ArcGIS 10.3), con el cual se procesó las imágenes satelitales obtenidas gratuitamente de la página Earth Explorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos o USGS, las imágenes descargadas fueron de tipo Landsat 5 y Landsat 8.

En el capítulo I se describió y formuló el problema, donde se estableció: Conocer el grado de deforestación de la Cuenca del Río Cumbaza, desde las imágenes satelitales que se pudo conseguir; asimismo se hace referencia a trabajos realizados en la misma línea de investigación, y se plantearon los objetivos e hipótesis, donde el tema principal es reconocer y analizar el grado de deforestación en la Cuenca del Río Cumbaza entre los años 2008 – 2017.

En el capítulo II se realizó el marco teórico, donde se hace la descripción de las definiciones más importantes que se debe conocer para este trabajo, como es la información de la cuenca hidrográfica, con lo que nos da idea del área en donde se desarrolla la tesis, e información sobre deforestación y teledetección para reconocer que exactamente se desea desarrollar y como se realizará dicho trabajo.

En el capítulo III se desarrolló el método utilizado, el cual es el método cuantitativo ya que se reconoce el grado de deforestación en la Cuenca a través de imágenes por lo que no se interviene en la cuenca misma, asimismo se mencionó el tipo y nivel de investigación, la cual es aplicada y exploratoria respectivamente, ya que se desarrolla una investigación básica para

adquirir un conocimiento específico, y de esta manera se puedan desarrollar otros estudios en el futuro, también se define lo que se trabajará en el ámbito temporal 2008 – 2017 y el ámbito espacial que es la Cuenca del Río Cumbaza, así como las variables , esto con la finalidad de conocer la deforestación tanto en hectáreas como en porcentaje, asimismo se mencionó las herramientas y equipos que se utilizó.

En el capítulo IV se analiza los resultados obtenidos a través de las imágenes satelitales, donde se puede apreciar que, en realidad, si hay una disminución de los bosques en la Cuenca del Río Cumbaza, con un índice de deforestación de 749.97 Ha cada año, ya que se realizó un pequeño plan para combatir dicho problema, con ayuda del sector público y privado, y la población en general.

En el capítulo V se menciona las discusiones, algunos datos y definiciones de otros trabajos que difieren o tienen similitud a esta tesis, como es el caso del trabajo presentado por el PEHCBM, donde se observa que el área de la cuenca es mayor al determinado en la presente investigación.

En el capítulo VI y VII se realizó las conclusiones y recomendaciones respectivamente, donde se menciona que, la deforestación es un problema real en la Cuenca del Río Cumbaza, por lo que se espera que este trabajo sea el primero de muchos que se realicen para mejorar su estado actual.

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Descripción del Problema

Al recorrer y observar el área de la Cuenca de Cumbaza ubicada en el departamento de San Martín la pregunta impuesta resalta inmediatamente, ya que la deforestación en los últimos años es fácil de visualizar.

Según datos del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) desde el año 2001 al 2014 el departamento de San Martín es el departamento que más bosques perdió en el Perú, lo cual fue de 359956 hectáreas. (INEI, 2016)

Somos nosotros el factor principal para que ocurra este problema, ya que necesitamos viviendas, alimentos y contamos con otras necesidades, las mismas que para que puedan ser suplidas, origina que se requiera áreas de tierras, y para conseguirlas se opta por deforestar bosques.

Se conoce que, la cuenca de Cumbaza alberga al distrito de Tarapoto, perteneciente a la provincia de San Martín, una de las ciudades más importantes del departamento de San Martín. Observándose algunos datos importantes sobre la misma, tenemos que:

Según el último censo realizado en el Perú la provincia de San Martín era la más poblada del departamento de San Martín, con una población de 161132 habitantes casi 45000 más que la segunda provincia más poblada, y dentro de la provincia de San Martín, el distrito más poblado es Tarapoto con una población de 68295 habitantes, el cual hace que tenga una densidad poblacional de 1504.63 hab/km², siendo el distrito con mayor densidad poblacional, y con mayor tasa de crecimiento promedio anual dentro de la provincia con 5.68%. (Municipalidad Provincial de San Martín, 2011)

Formulación del Problema

Problema Principal

- ¿Cómo el uso de las imágenes satelitales en un periodo de 10 años permite determinar el grado de deforestación?

Problema Secundario

- ¿Cuál es el grado de deforestación en la cuenca del Río Cumbaza en el marco temporal del 2008 - 2017?
- ¿Cómo las imágenes satelitales permiten determinar el grado de deforestación en la Cuenca del Río Cumbaza?

1.2. ANTECEDENTES

Monitoreo de la Deforestación mediante Técnicas Geomáticas en una Porción de la Región Centro – Norte de México. (Miranda Aragón, 2013)

Su investigación se realizó en las diferentes zonas biogeográficas del estado de San Luis de Potosí (Altiplano, Centro, Media y Huasteca) y tiene como propósito estimar la deforestación mediante técnicas geomáticas, analizar sus causas y determinar las zonas más susceptibles a sufrir este fenómeno con el fin de ser una herramienta en la toma de decisiones para el fomento forestal a nivel estatal.

Para ello se apoyó de las estadísticas sobre la deforestación a nivel mundial y con respecto a su país, ya que estos ayudan a comprender sus probables causas.

Para realizar la investigación, estudió los procesos de deforestación mediante la intersección espacial de mapas temáticos de vegetación y uso de suelo, generados por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) durante el periodo 1993 – 2007. Realizó también, el análisis de la tendencia de la precipitación vs

NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada) durante el periodo 2000 – 2010 mediante el uso de imágenes satelitales del tipo MODIS MCD43A4 (500 m, resolución espacial).

Análisis con Imágenes Satelitales de los Recursos Forestales en el Trópico Húmedo de Chiapas: Un Estudio de caso en Marqués de Comillas. (Castillo Santiago, 2009)

Su investigación busca explicar la contribución de los factores de cambio de uso de suelo y de la estructura y composición de la vegetación leñosa en el proceso de emisiones de CO₂ en un sistema tropical húmedo.

Para desarrollar la investigación, estimó la extensión de los tipos de vegetación en el área de estudio, donde analizó sus estructuras, composición y diversidad arbórea de los bosques maduros y secundarios presentes en un paisaje forestal antropizado, esto se realizó mediante la interpretación visual de dos imágenes SPOT-5 multiespectrales.

Analizó también, la dinámica de cambio en la cobertura de suelo y elaboro un modelo explícito de escenarios futuros de cambio en la cobertura y estimación de emisiones de CO₂; para la reconstrucción histórica se apoyó de dos imágenes de satélite Landsat TM, con las que calculó la tasa de deforestación anual (TDA) para realizar la estimación de escenarios futuros; asimismo para estimar las emisiones de CO₂ se aplicaron modelos de cambio de cobertura y el modelo de biomasa en toda el área de estudio.

Análisis Multisectorial de Imágenes Satelitales en Estudios Ambientales. (Coutiño Román, 2013)

La investigación mencionada aplicó una metodología de análisis multitemporal digital de imágenes satelitales de la Presa Valle de Bravo que permitió conocer cualitativamente la calidad del agua, ya que se trata de un cuerpo de agua destacado pues forma parte del Sistema Cutzamala que abastece de agua potabilizada a una parte del Distrito Federal y Estado de México.

Para la investigación utilizó tanto los datos obtenidos a través de campañas de muestreo que se realizaron entre los años 2010 y 2011, y la información generada mediante la aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) a través del cual realizó un análisis de las imágenes digitales obtenidas mediante la percepción remota, la cual se eligió el del satélite Landsat 7 ETM+, todo esto con la finalidad de presentar cómo se lleva a cabo un monitoreo de la calidad del agua empleando la percepción remota.

Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal del Municipio del Distrito Central Años 1987 y 2006. (Hernández Rodríguez, 2012)

En la investigación analizó los cambios ocurridos en la cobertura vegetal del Municipio del Distrito Central, dicho análisis lo realizó mediante el análisis Multitemporal de las dinámicas de cambio sobre la cobertura de la tierra durante un intervalo de tiempo de 19 años, para ello utilizó dos imágenes satelitales TM y ETM+, años 1987 y 2006 obtenidas por los sensores Landsat 5 TM y Landsat 7 ETM+, con estos materiales clasificó digitalmente las principales coberturas del suelo (Bosques de Coníferas, Bosques Mixto, Matorrales, Suelo Desnudo, Cuerpos de Agua y Urbano).

El resultado de la investigación muestra que más del 50 % de las clases establecidas en la clasificación sufrieron pérdidas en su área.

Análisis de Patrones de Cambio de Cobertura Vegetal en el Área Tropical Costera de Tulum. (Ramírez Forero, 2012)

La investigación presenta un análisis de patrones de cambio de cobertura que tuvieron lugar en el Municipio de Tulum durante el periodo de 1993 al 2000, mediante el empleo de imágenes satelitales Landsat 5, analizando los patrones de cambio de cobertura presentes en la zona.

Se llevaron a cabo dos metodologías complementarias para el modelado que permitieron analizar los cambios en la cobertura y estimar algunas métricas de paisaje que también son indicadores de los cambios y perturbaciones del paisaje del área de estudio. Primero una detección de cambios con el algoritmo Iterativo de Detección de Alteración Multivariada (IR-MAD) que permite realizar pequeños cambios. Segundo una clasificación supervisada de las imágenes con el algoritmo Maquinas de Soporte Vectorial (MSV) para generar los datos necesarios para el cálculo de diferentes índices de paisajes.

Los resultados de la investigación mostraron cambios en la cobertura vegetal y alta fragmentación en ciertas áreas, dando indicios del estado de conservación. Se evidencia el aumento gradual en la fragmentación de las áreas de bosque y el consiguiente aumento de las áreas transformadas.

Análisis Espacio – Temporal del Cambio de Uso de Suelo por Expansión Urbana-Migración-Deforestación en el Suelo de Conservación del Distrito Federal. (Aquino Illescas, 2013)

Su investigación da paso al análisis de la composición urbana, dinámica forestal y la inmigración de personas del Suelo de Conservación de la Ciudad de México que está caracterizado por diversos cambios en el uso de suelo como resultado de la expansión urbana.

Para el análisis de la composición urbana y forestal, y la dinámica migratoria del Suelo de Conservación, se combinó imágenes satelitales con datos censales.

Para el propósito de la investigación, se recopiló, procesó y analizó información proveniente de los Censos de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de los años 1990, 2000 y 2010, con el fin de resaltar aspectos socio-demográficos y socio-económicos del Suelo de Conservación del Distrito Federal (SCDF), también utilizó imágenes de satélite Landsat 5 TM y cartografía digital de la zona de estudio.

La investigación llegó a concluir que, en el transcurso del tiempo, la expansión urbana ha venido acrecentando su expansión en los últimos años, lo que generó pérdida de suelo agrícola y presión a la vegetación arbórea por parte de campesinos por la cercanía que algunos bosques tienen con las áreas agrícolas y pastizales.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo Generales

- Determinar el grado de deforestación a partir del uso de imágenes satelitales en la Cuenca del Río Cumbaza en el marco temporal del 2008 – 2017.

Objetivos Específicos

- Elaborar un análisis de las áreas de bosques deforestadas del 2008-2017 en la Cuenca del Río Cumbaza.
- Cuantificar la superficie e índice de deforestación en la Cuenca del Río Cumbaza del 2008-2017.
- Proponer alternativas para la recuperación de los bosques deforestados dentro de la Cuenca del Río Cumbaza.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Analizar el problema de la deforestación en la Cuenca del Río Cumbaza, tiene la iniciativa de dar a conocer: las causas que la originan, cuáles son la más graves y cuales pueden tener un manejo distinto para evitar la deforestación excesiva y conservar la mayor cantidad de bosques; dar opciones de cultivos alternativos, con el fin de preservar nuestros bosques y al mismo tiempo la fauna que viven en ella; tomar medidas para que el desarrollo urbano se pueda manejar mejor, y siempre pensando en proteger lo máximo posible nuestras áreas verdes, ya que al mismo tiempo esto ayuda a proteger la red hídrica de la cuenca.

1.5. HIPÓTESIS

La deforestación en la Cuenca del Río Cumbaza aumentó entre los años 2008 – 2017 de manera acelerada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. CUENCA HIDROGRÁFICA

Una cuenca hidrográfica es una porción de terreno delimitada geográficamente por divisorias de aguas, que corresponde a las cimas de las colinas o montañas que rodean los terrenos y sus componentes coluvio-aluviales, laderas abajo. Las cuencas son productos de procesos geomorfológicos. Entre ellos, se incluyen patrones geológicos locales y modificaciones sufridas en la superficie del terreno por procesos fluviales y tectónicos. (Solís, Manejo y Conservación de Suelos, 2001). Ver Figura 1.

Es importante mencionar que una cuenca Hidrográfica es una unidad hidrológica que ha sido descrita y utilizada como una unidad físico-biológica y también, en muchas ocasiones, como una unidad socio-económico-política para la planificación y ordenación de los recursos naturales. (Sheng, 1992)

Figura 1: Cuenca Hidrográfica



FUENTE: (Aquabook, 2016)

A. CLASIFICACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

- *Por el sistema de drenaje y su conducción final*

Son aquellas que aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1: Clasificación de Cuencas Hidrográficas por el Sistema de Drenaje y Conducción Final

POR EL SISTEMA DE DRENAJE Y SU CONDUCCIÓN FINAL	
ARREICAS	Cuando no logran drenar a un río, mar o lago, sus aguas se pierden por evaporación o filtración sin llegar a formar escurrimiento subterráneo.
CRIPTORREICAS	Cuando sus redes de drenaje superficial no tienen un sistema organizado o aparente y corren como ríos subterráneos (caso de zonas Kársticas).
ENDORREICAS	Cuando sus aguas drenan a un embalse o lago sin llegar al mar.
EXORREICAS	Cuando las vertientes conducen las aguas a un sistema mayor de drenaje.

FUENTE: (Faustino & Jiménez, Manejo de Cuencas Hidrográficas, 2010)

Un aspecto importante es el caso de las cuencas hidrogeológicas o hidrológicas de zonas Kársticas y otras donde la escorrentía subsuperficial y subterránea no es correspondiente a la superficial, por lo tanto, las áreas de éstas no son las mismas que su cuenca hidrográfica. La cuenca hidrológica no tiene un límite físico visible.

- **Por su balance hídrico**

Por su balance hídrico (comparando oferta y demanda) se pueden denominar cuencas balanceadas (cuando la oferta y demanda son compatibles), deficitarias (cuando la demanda es mayor que la oferta) y con exceso (cuando la oferta es mayor que la demanda). El uso u objetivo de manejo pueden indicar alguna denominación, por ejemplo, las cuencas municipales para abastecimiento de agua potable, así como las cuencas hidroeléctricas. Cualquier denominación debe contemplar sus objetivos, las implicaciones del concepto empleado y la gestión que se pretende realizar. Una cuenca hidrográfica puede dividirse de diferentes maneras, atendiendo al grado de concentración de la red de drenaje, define unidades menores como subcuencas y microcuencas.

a. Subcuenca. Es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca. Varias subcuencas pueden conformar una cuenca.

b. Microcuenca. Es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de una subcuenca. Varias microcuencas pueden conformar una subcuenca.

Esta clasificación no es única, existen otros criterios relacionados con el tamaño de la cuenca y están relacionados con el número de orden de drenaje y/o con el tamaño del área que encierran. Ver Tabla 2.

Tabla 2: Clasificación de Cuencas Hidrográficas por su Balance Hídrico

UNIDAD	N ^a DE ORDEN	AREA (Km ²)
Microcuenca	1, 2, 3	10 - 500
Subcuenca	4, 5	500 - 2000
Cuenca	6, 7 o más	Más de 2000

FUENTE: (Faustino & Jiménez, Manejo de Cuencas Hidrográficas, 2010)

Esta clasificación es relativa y puede no aplicarse a ciertas condiciones de regiones donde los rangos de las unidades son muy variables en magnitud, por eso muchas veces se deja a criterio de los especialistas quienes de acuerdo a la complejidad, detalles requeridos e importancia puedan distinguir que significa una cuenca grande o pequeña, o que considera una subcuenca o microcuenca. (Faustino & Jiménez, Manejo de Cuencas Hidrográficas, 2010)

B. DEGRADACIÓN DE UNA CUENCA:

La degradación de una cuenca hidrográfica es la pérdida de valor en el tiempo, incluyendo el potencial productivo de tierras y aguas, acompañada de cambios pronunciados en el comportamiento hidrológico de un sistema fluvial que se traduce en una peor calidad, cantidad y regularidad en el tiempo, del caudal hídrico. La degradación de una cuenca hidrográfica procede de los efectos recíprocos, de las características fisiográficas, el clima y el uso inadecuado de las tierras (destrucción indiscriminada de los bosques, cultivos inadecuados, alteración de suelos y pendientes por la minería, movimiento de animales, construcción de caminos, etc.). La degradación de una cuenca ocasiona a su vez una degeneración ecológica acelerada, menores oportunidades económicas y mayores problemas sociales.

C. PRINCIPALES PROBLEMAS DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Los principales problemas de las cuencas varían, la mayor parte de ellos están interrelacionados y no pueden separarse fácilmente, pueden agruparse de la forma siguiente:

- ***Socioeconómicos***

Pobreza rural en las tierras altas, lo que motiva la emigración a centros urbanos superpoblados y/o la destrucción de los recursos de la cuenca.

Uso inapropiado de las tierras (tierras de ladera, cultivos, agricultura migratoria, sin un barbecho apropiado, sobrepastoreo, etc.) que se traduce en la degradación de las tierras y otros recursos de la cuenca.

Deforestación, con el consiguiente incremento de los riesgos de inundaciones estacionales y/o sequías, aguas abajo.

- ***Técnicos e Institucionales***

Actividades de desarrollo mal planificado y ejecutado (camino, viviendas, minería, recreación, etc.) que dañan los cursos de agua y contaminan el ambiente natural.

- ***Naturales***

Desastres naturales (tormentas intensas, deslizamientos de tierras, incendios naturales, etc.) que perjudican las condiciones de la cuenca.

Erosión del suelo, natural y acelerada que ocasiona grandes depósitos de sedimentos en los embalses, canales de riego y otras instalaciones públicas. (Sheng, 1992)

D. CUENCA COMO UN SISTEMA

La cuenca hidrográfica concebida como un sistema dentro del medio ambiente, está compuesta por las interrelaciones de los subsistemas social, económico, demográfico y biofísico (biótico y físico). La cuenca hidrográfica se puede definir dentro de las perspectivas de los sistemas como: “Un sistema de relaciones sociales y económicas cuya base territorial y ambiental es un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar”, o conversamente como “Un territorio caracterizado por un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar y cuyas modificaciones se deben a la acción o interacción de los subsistemas sociales y económicos que encierra”. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996)

Se explica que de la magnitud en calidad y cantidad de las interacciones (o intersecciones) de los mencionados subsistemas surge la dimensión de su cobertura y nivel de complejidad, es decir, el grado de sobreposición de los subsistemas entre si determinan el nivel de interdependencia de los subsistemas o el grado de conflicto de los diferentes intereses concurrentes en el sistema. En relación al sistema social se define como un grupo humano que busca una imagen prospectiva y relativamente independiente, que ocupa un territorio, comparte una cultura, y tiene dentro de este grupo a la mayoría de sus asociaciones. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996)

Dentro de los subsistemas de mayor relevancia dentro de una cuenca podemos citar los siguientes: el social, el económico, el demográfico y el biofísico.

- ***Subsistema Social:***

Para recolectar la información de este subsistema, como son los elementos: niveles de educación, tipos de conocimiento y nivel de actitudes; pautas de conducta, referidos a las actividades principales del medio. Aspectos institucionales, es decir, la forma como está organizada la comunidad; las clases sociales o estratificación social y la tecnología referida a las técnicas de producción de la tierra. El contexto institucional político-administrativo-legal y desarrollo, es una importante información para definir las futuras gestiones y el desarrollo del sistema mayor. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996)

- ***Subsistema Económico:***

Se utiliza la estadística y también la encuesta y la fotografía aérea; de donde se toman los siguientes elementos, tipo de cultivos, tamaño de la propiedad y tenencia de la tierra, consumo, número de predios, costo de insumos, rubros de inversión, valor del recurso y sistemas de producción. Este subsistema debe determinar cómo funciona la cuenca en los

aspectos de producción actual y cuales seria las posibilidades futuras, debe permitir diseñar las estrategias para el desarrollo sustentable. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996)

- ***Subsistema Biofísico:***

La información para este subsistema se toma parcialmente con la encuesta y sensores remotos (fotografías e imágenes), complementada con información tomada de otros estudios recientes en la cuenca. En este subsistema se toman los elementos: atmosfera, clima, suelo, subsuelo, tierra, hidrología, vegetación y fauna doméstica básicamente. Este subsistema es alterado principalmente por la acción antrópica entre las cuales podemos citar: tala de bosques y vegetación natural, inadecuado establecimiento de cultivos, disposición de basuras, desechos de cosechas y aplicación de agroquímicos en suelos y corrientes de agua, escurrimiento de aguas de uso agrícola y domestica sobre suelos expuestos a contaminación, movimiento de tierra inadecuados para el establecimiento de obras civiles, quemas de vegetación en suelos de altas pendientes para establecimiento de cultivos. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996)

- ***Subsistema Demográfico:***

Este subsistema reviste especial incorporación ya que comprende la estructura poblacional y sus cambios. La información de este subsistema se toma mediante la aerofotografía, encuesta, y censos poblacionales; es referida básicamente a los siguientes elementos: tamaño, densidad, distribución y ocupación incluyendo la población económicamente activa. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996)

E. MANEJO DE CUENCAS

El Manejo de una cuenca es alcanzar un uso verdaderamente racional de los recursos naturales, en especial el agua, el bosque y el suelo, considerando al hombre y la comunidad como un agente protector o destructor. (Ramakrishna, 1997)

El manejo de cuencas consiste en aprovechar y conservar los recursos naturales en función de las necesidades del hombre, para que pueda alcanzar una adecuada calidad de vida en armonía con su medio ambiente. Se trata de hacer un uso apropiado de los recursos naturales para el bienestar de la población, teniendo en cuenta que las generaciones futuras tendrán necesidad de esos mismos recursos, por lo que habrá que conservarlos en calidad y cantidad. (Ramakrishna, 1997)

El manejo adecuado de una cuenca trata de evitar que los Recursos Naturales: agua, suelo, flora y fauna, se degraden, eliminen o contaminen, considerando, al mismo tiempo. (Ramakrishna, 1997)

F. ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE CUENCAS

Las estrategias se pueden ajustar en función a la vocación de la cuenca, al dominio de la población urbana e intereses económicos. En algunos países existen leyes y mecanismos que particularizan el funcionamiento de la cuenca, en otros casos los procesos de descentralización orientan el poder político y administrativo a nivel de las autoridades locales (municipio), algunas estrategias se describen a continuación: (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996)

- ***Participación ciudadana***

Mediante el cual se logra el respaldo popular y democrático para viabilizar las diferentes acciones, estos procesos deben ser promovidos de abajo hacia arriba y en todos los niveles humanos, desde la familia, grupos, comités, juntas, asociaciones, tanto para los intereses

rurales y urbanos. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996)

- ***Extensión y educación ambiental:***

Por este medio se debe lograr la formación y cambios de actitudes favorables con la conservación ambiental y producción sostenida. Los maestros y extensionistas en sus respectivos ámbitos de competencia deben crear las condiciones para el desarrollo de una animación cultural compatible con el manejo sostenible de la cuenca y la calidad de vida. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996).

- ***Organización descentralizada:***

Para facilitar la toma de decisiones y asignación de responsabilidades, formando el poder social en las comunidades locales. Según la tipología de productores, beneficiarios, comunidades urbanas, empresas y público en general, se definirán las formas y métodos adecuados a las expectativas de lograr una acción homogénea para el desarrollo de la cuenca. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996).

- ***Coordinación interinstitucional local:***

Bajo esta modalidad la organización y administración municipal logrará la concertación de intereses y la articulación de procesos y responsabilidades existentes y en proyección. Permitirá optimizar recursos y hacer más eficientes la administración de la cuenca. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996).

- ***Mecanismos y alternativas financieras***

Por estos medios los líderes y gerentes capacitados en la gestión municipal deben lograr las máximas oportunidades y crear nuevas opciones, potencializando la vocación y capacidad de la cuenca, sus recursos, actividades económicas y servicios. Tanto en el medio rural como en el urbano se deben proponer alternativas de valor agregado a la producción primaria,

capitalizar el servicio y aprovechar las externalidades inherentes a la cuenca (energía, turismo, agroindustria, comercio, etc.). (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996).

- ***Ordenamiento territorial:***

Mediante este proceso la acción municipal logrará una zonificación que garantice la seguridad ciudadana y el aprovechamiento racional de los recursos de las cuencas (forestal, agua, minería, materiales de construcción, turismo, recreación, etc.). Este ordenamiento debe contemplar las necesidades futuras y el crecimiento poblacional de acuerdo a la capacidad de carga y tecnificación posible en la cuenca. La intervención debe ser de finca en finca, considerando que la célula de funcionamiento de la cuenca es la finca, y que muchas fincas bien manejadas con una visión integrada, producirán el manejo adecuado de la cuenca. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996).

- ***Comercialización y valor agregado:***

Aunque esta puede ser parte de alternativas financieras, es conveniente crear las bases, capacitar y facilitar un mercadeo oportuno, con libertad y competitivo. Se deben enfatizar acciones para identificar alternativas de valor agregado a la producción y servicios primarios tanto de la ciudad como del campo. (Faustino, Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales, 1996).

2.1.2. BOSQUES

Según el MINAM los bosques son complejos ecosistemas de seres vivos que incluyen microorganismos, vegetales y animales que se influyen mutuamente y se subordinan al ambiente dominante de unos árboles que se extienden en áreas mayores a media hectárea, superan (o pueden superar) los dos metros de altura y tienen una cubierta de más de 10% del

área que ocupan. (Ministerio del Ambiente (MINAM); Ministerio de Agricultura (MINAG), 2011)

Las diferentes legislaciones forestales presentan una falta de uniformidad en la conceptualización del bosque. Es común utilizar la definición de bosque adoptada por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático y más concretamente en los Acuerdos de Marrakech, que definen bosques como un terreno con superficie mínima entre 0.05 y 1.0 Hectáreas, con una cubierta de copas (o nivel de densidad equivalente) de más de 10% a 30% con árboles con el potencial para alcanzar una altura mínima de 2 a 5 metros en su madurez in situ. Además de lo anterior, a nivel centroamericano es posible citar las siguientes definiciones: (Rojas & Iza, 2009)

- La Ley Forestal de Costa Rica define al bosque como aquel “ecosistema nativo o autóctono, intervenido o no, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales, que ocupa una superficie de dos o más hectáreas, caracterizado por la presencia de árboles maduros de diferentes edades, especies y porte variado, con uno o más doseles, que cubran más del setenta por ciento de esa superficie y donde existan más de sesenta árboles por hectárea de quince o más centímetros de diámetro medido a la altura del pecho (DAP)”, el cual no incluye las plantaciones forestales debido a que estas últimas se refieren a terrenos cultivados de una o más especies forestales, razón por la cual la mayoría de autores sostienen que ésta no es una adecuada definición. Sin embargo, y para efectos de legislación sobre Cambio Climático, la resolución SINAC-R-174 publicada en La Gaceta del 14 de junio de 2005 utiliza una definición distinta de bosque: aquel que cumple con los parámetros de cobertura de copa (30%); área de parche forestal (1 hectárea) y altura de los árboles en sitio (5 metros). (Rojas & Iza, 2009)

- La Ley Forestal de Panamá define el bosque natural como “toda formación vegetal leñosa, nativa, con predominio de especies arbóreas o que, por su función y composición, deba considerarse como tal”. Además, establece que los recursos forestales se clasifican en: (Rojas & Iza, 2009)
 - Bosques de producción; son los naturales o artificiales en los que resulte posible aprovechar en forma intensiva y racional con rendimiento sostenido, productos forestales de valor económico; - Bosque de protección: aquellos que sean considerados de interés nacional o regional para regular el régimen de las aguas, proteger cuencas hidrográficas, embalses, poblaciones, cultivos agrícolas, obras de infraestructura de interés público; prevenir y controlar la erosión y los efectos perjudiciales de los vientos; albergar y proteger especies de vida silvestre o contribuir con la seguridad nacional; y – Bosques especiales: aquellos dedicados a preservar áreas de interés científico, histórico, cultural, educacional, turístico y recreacional y otros sitios de interés social y utilidad pública. (Rojas & Iza, 2009)
- La Ley Forestal de El Salvador define al bosque como “el ecosistema donde los árboles son las especies vegetales dominantes y su finalidad primaria es un producto forestal” y, bosque natural como aquel “ecosistema en el que predominan los árboles, originado por regeneración natural si influencia del ser humano”. (Rojas & Iza, 2009)

La FAO, en el documento “Situación de los Bosques del Mundo, 2001” se refiere al bosque como aquél que incluye bosques naturales y plantaciones forestales. Además, señala que con ese término “se designa la tierra con una cubierta de copa de más del 10 por ciento de la zona y una superficie superior a 0.5 ha. Los bosques están determinados por la presencia de árboles y la ausencia de otros usos predominantes de la tierra. Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 5 m. Se incluyen en la categoría de bosque los rodales jóvenes en los que todavía no se han alcanzado una densidad de cubierta de copa del 10 por ciento o

una altura de los árboles de 5 m, pues se trata de zonas desarboladas temporalmente. El término incluye bosques utilizados con fines de producción, protección, conservación o usos múltiples (es decir, bosques que integran parques nacionales, reservas de la naturaleza y otras áreas protegidas), así como masas en tierras de la balanza (por ejemplo, contravientos y fajas protectoras de árboles con una anchura de más de 20 m) y plantaciones de caucho y rodales de alcornoques. El término excluye específicamente los rodales de árboles establecidos principalmente para la producción agrícola, por ejemplo, plantaciones de árboles frutales, y los árboles plantados en sistemas agroforestales”. (Rojas & Iza, 2009)

A. PRINCIPALES TIPOS DE BOSQUES DEL PERÚ

El Perú ocupa el segundo lugar en América del Sur en superficie boscosa con cerca de 72 millones de has., que constituyen aproximadamente el 57% de su territorio. Son uno de sus principales recursos naturales renovables, sea por su extensión o por su importancia económica. No sólo son fuente de especies maderables, alimentos, medicinas, combustibles, etc., sino que producen servicios ambientales como el mantenimiento de las fuentes de agua, el hábitat de la diversidad biológica, regulación del clima, captura de carbono. El escenario que presentan los bosques igualmente sirve para el turismo, recreación o la realización importantes actividades socioculturales de algunos habitantes. Los bosques son de muy diferentes tipos y calidades, tanto por su composición en especies de árboles como por las condiciones climáticas en especial la disponibilidad de agua. (Info Bosques, 2015)

- ***Bosque Seco Costero***

El Bosque seco costero comprende una franja de 100 a 150 kilómetros de ancho, que baja desde el Golfo de Guayaquil hasta el departamento de La Libertad. (MINAM, 2014)

En la costa norte del Perú, el océano cambia de temperatura. En algún punto, allí mismo, la corriente peruana, o de Humboldt, gira hacia el oeste y se lleva lejos su agitación helada. Sin

ese caudal frío, avanzando en dirección norte, el oleaje se hace más cálido. En Piura y Tumbes —los últimos departamentos antes de llegar a la frontera con Ecuador—, las playas son de aguas tibias comparadas con las del resto del país. Es un atributo decisivo. Esa mayor temperatura permite que el sol al fin evapore una cantidad suficiente de la humedad oceánica y se formen nubes lo bastante grandes y pesadas. Entonces, a diferencia del resto de la costa peruana, algo inusual ocurre entre diciembre y marzo. Llueve. A veces de manera tan copiosa que en los surcos del desierto corren arroyos. No lo parece, pero todo aquello es un bosque. Un bosque seco. Más que la ausencia de precipitaciones, el término seco define lo irregular e intempestivo de las lluvias. A veces pasan hasta nueve meses sin que caiga una gota sobre estas frondas, que suponen una transición entre el desierto del sur del Perú y las selvas húmedas costeras de Ecuador y Colombia. Dos tipos de floresta crecen en el bosque seco, una de valle y otra de colina. La diferencia entre ambas es sustancial: los depósitos de agua subterránea, que el algarrobo alcanza en el valle con sus raíces de más de cuarenta metros. No es el único árbol de estos bosques que intenta conjurar la falta de humedad. En las florestas de colina, donde no hay agua ni siquiera en el subsuelo, las ramas se deshacen de las hojas solo para que no transpiren y los tallos se cubren de espinas para impedir que los animales hambrientos se coman su corteza. (MINAM, 2014)

✓ Características:

- Precipitación: 500 mm/año
- Temperatura: 15 – 30 °C
- Altitud: 0 – 1500 m.s.n.m.

- ***Bosque Montano Occidental***

Los Bosques montanos occidentales se ubican en los flancos andinos de los departamentos de Piura y Cajamarca, al norte del país, con pequeñas extensiones en los departamentos de Lambayeque y La Libertad. (MINAM, 2014)

Lejanos e insólitos, cubiertos de nubes y sembrados de ores, árboles, pájaros y mamíferos, los bosques montanos occidentales crecen en un lugar imposible: el flanco estéril de los Andes. La tierra pedregosa de las cumbres occidentales aquí se cubre de un tapete mullido y verde, plagado de insectos, anfibios, roedores y más y más ores con tallos que parecen de goma, blandos y carnosos, suaves, elásticos, reblandecidos por una humedad que no logra evaporarse y que hace germinar las semillas de una vez, cuando recién caen al suelo de musgo. Estos bosques son un oasis del desierto en las alturas. (Info Bosques, 2015; MINAM, 2014)

- ✓ Características:

- Precipitación: 1000 – 2000 mm/año
- Temperatura: 12 – 24 °C
- Altitud: 1800 – 2500 m.s.n.m.

- ***Bosque Montano Nublado***

El bosque montano nublado está localizado en la vertiente oriental de los Andes. Se extiende a lo largo de un eje noreste–suroeste, en el rango altitudinal en que la humedad del aire se condensa y forma nubes. (MINAM, 2014)

De los riscos de los Andes, por entre los pliegues de sus paredes de roca, emerge una fronda de ramas como dedos. Estas ramas son curvadas, desiguales, largas, algunas con anillos de - ores de todos los colores. Parece que atrapan a las nubes, amontonadas sobre sus copas igual que telas de araña. En los Andes del trópico, los más cercanos a la línea del Ecuador, las

nubes se forman entre los 2.000 y los 3.000 metros sobre el nivel del mar, lo que se llama la ‘franja de condensación’, justo el rango de altitud en que las copas de los árboles montanos se abren como reservorios de agua. El nombre de estos montes no es una metáfora, es su descripción más exacta: bosques de niebla. Pocos ecosistemas producen tanta agua dulce, de manera que también podrían llamarse así: bosques de agua dulce. (MINAM, 2014)

✓ Características:

- Precipitación: 3000 – 6000 mm/año
- Temperatura: 6- 24 °C
- Altitud: 2000 – 3600 m.s.n.m.

- ***Bosque Interandino***

Los bosques interandinos están en valles y cañones que interrumpen la Cordillera de los Andes. Al norte se alzan en Cajamarca y Amazonas, por donde transcurre el río Marañón. Al sur del país, las zonas de los ríos Mantaro, Apurímac y Pampas forman el área más extensa en las vertientes orientales. (MINAM, 2014)

En medio de la cordillera de los Andes, entre paredes de roca que miden miles de metros, discurre un valle boscoso y el río que lo nombra: el Marañón, de aguas turbias y veloces, arremolinadas en las gargantas estrechas. En Huari, en los límites de Ancash y Huánuco, el cauce del río se hunde casi dos kilómetros por entre el cañón de piedra. Pocos paisajes del Perú de los bosques se ven tan agrestes, sometidos a sus propias leyes naturales. Los científicos creen que alrededor de cien de sus especies de plantas son endémicas y hasta veintidós de sus aves. Aquí viven el zorro andino, el oso de anteojos, el puma y hasta el jaguar se aventura desde la Amazonía. Las aves se cuentan en miles: águilas, pericos, guacamayos rojos y loros verdes, colibríes, zorzales, gorriones, perdices. (MINAM, 2014)

✓ Características:

- Precipitación: 400 – 1000 mm/año
- Temperatura: 6 – 24 °C
- Altitud: 1800 – 3000 m.s.n.m.

- ***Bosque Húmedo Pre Montano***

Los bosques premontanos se sitúan en el flanco de la vertiente oriental, por encima del rango de altitud de la llanura aluvial amazónica, pero por debajo de los bosques nublados y su cinturón de condensación. (MINAM, 2014)

El bosque pre montano, que crece a mitad de camino de las llanuras amazónicas y las cumbres de niebla, entre 1.600 y 2.000 metros de altura, podría llamarse bosque de los guácharos, esas aves nocturnas que viven en cavernas igual que los murciélagos y que beben aguas azufradas para disolver los frutos aceitosos que se comen. O también podría llamarse bosque del gallito de las rocas, el ave nacional del Perú, al que los niños de la selva llaman Tunqui, en quechua. (MINAM, 2014)

- ✓ Características:

- Precipitación: 2000 – 3000 mm/año
- Temperatura: 20 – 30 °C
- Altitud: 600-2000 m.s.n.m.

- ***Bosque Selva Baja***

La selva baja abarca la llanura de la Amazonía y constituye la mayor parte del territorio del país. Estos bosques se encuentran en altitudes de 100 a 600 msnm. (MINAM, 2014)

El bosque más diverso del planeta crece sobre el suelo más pobre del mundo, uno arcilloso, de una dureza casi impenetrable. Las raíces, incapaces de hundirse en lo profundo, se extienden en todas direcciones, a pocos centímetros de la superficie. Muchas lo hacen por

fuera, alrededor de los troncos más altos, lo mismo que puntales que conjuran el riesgo de que algo los derribe. Parece un contrasentido: las entrañas de la Amazonía son tías y frías como las de un muerto. Lo saben los colonos y los indígenas que alguna vez han cavado el suelo para sembrar maíz o yuca. Las plantas que germinan son débiles y escasas, y poco tiempo después deben talar otra franja de bosque, cuando ya nada crece en sus huertas improvisadas. ¿De dónde entonces le viene la espesura a este desierto que se extiende a pocos centímetros del suelo? El techo del bosque se anuda por encima de los cuarenta y cinco metros y con tanta consistencia que los rayos del sol apenas caen al suelo. En lo recóndito de la selva es casi de noche en pleno día y cada rama lucha por ganar un espacio de luz para sus hojas. Por eso los árboles tienen troncos rectos, para crecer hacia la luz sin tiempo que perder. Unos pocos crecen más allá del dosel y siguen de largo hasta alcanzar los setenta metros, lo mismo que edificios de madera. Son las lupunas y los castaños, los gigantes amazónicos, y los más antiguos. (MINAM, 2014)

Un dato importante es que hay más especies de árboles en una sola hectárea de bosque del llano amazónico que en los bosques de toda Europa y Norteamérica juntos. (MINAM, 2014)

✓ Características:

- Precipitación: 3000 – 6000 mm/año
- Temperatura: 22 – 33 °C
- Altitud: 0 – 600 m.s.n.m.

- ***Bosque Alto Andino***

Los bosques altoandinos están ubicados por encima de los 3.000 m.s.n.m., hasta el pie de los nevados. Ahora solo sobreviven en forma de relictos. Su mayor extensión está en los tercios central y sur del país. (MINAM, 2014)

Al pie de los glaciares se planta el bosque más alto del Perú, a cientos de pasos de las cumbres sembradas de escarcha y de troncos de hielo. Sólo unos pocos árboles son capaces de sobrevivir en estas lejanías, a casi 5.000 metros sobre el nivel del mar, con tan poco oxígeno y arreciados por un frío que cae a bajo cero durante las madrugadas. El más famoso de estos árboles es el Queñual. Su nombre científico es *Polylepis*, que en latín significa “cubierto de escamas”. (MINAM, 2014)

✓ Características:

- Precipitación: 1000 – 4000 mm/año
- Temperatura: 6 -12 °C
- Altitud: 3000 – 4800 m.s.n.m.

(MINAM, 2014)

2.1.3. DEFORESTACIÓN

El término “deforestación” se usa de forma bastante variable, por lo que es importante tener una definición precisa. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) usa dos parámetros diferentes para definir deforestación. El primero, basado en el uso del suelo, deforestación se define como una conversión de tierras forestales a cualquier otro uso. El segundo, basado en la fracción de cabida cubierta, se define deforestación como la reducción a largo plazo de la cabida cubierta por debajo de un umbral del 10%. (Kanninen, 2007)

Deforestación en términos generales se entiende como la desaparición de los bosques ya sea por causa antropogénica o naturales. En este sentido, el proceso de deforestación implica la pérdida de la cobertura forestal y la utilización de la tierra con otros fines, ya sean económicos (agropecuarios, urbanización u otros) o la permanencia del área sin

cubierta forestal, por pérdida de capacidad de la tierra para sostener algún tipo de vegetación arbórea. (CATIE, 1992)

La deforestación, de acuerdo con el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) se entiende como aquellos procesos naturales o antropogénicos que convierten las tierras forestales a no forestales. (Pardo, 2010)

Dentro los resultados claves del IPCC se mencionan que la deforestación es responsable de casi un 12% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) causados por el hombre. La deforestación causa aproximadamente las mismas emisiones de gases de efecto invernadero que el transporte (13%) y la agricultura (12%). (Greenpeace, 2014)

2.1.4. USO DE SUELO

El uso de suelo se refiere a la ocupación de una superficie determinada en función de su capacidad agrológica y por tanto de su potencial de desarrollo, se clasifica de acuerdo a su ubicación como urbano o rural, representa un elemento fundamental para el desarrollo de la ciudad y sus habitantes ya que es a partir de éstos que se conforma su estructura urbana y por tanto se define su funcionalidad. (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F., 2003)

La ciencia del uso del suelo puede ser definida como una materia interdisciplinaria e inclusiva enfocada al estudio de la vegetación y uso del suelo, sus cambios en el espacio y tiempo, y en las causas que los determinan, los cuales pueden ser de tipo ecológico, ambiental, socioeconómico, cultural, entre otros. Existe una gran variedad de teorías, metodologías y tecnologías que apoyan el estudio de esta ciencia y consecuentemente existen una variedad de temas básicos y aplicados que caracterizan su investigación. Esto refleja la interdisciplinariedad y el análisis integrado requerido para comprender la situación actual del uso del suelo, sus cambios, la política involucrada en la toma de

decisiones, y su importancia para el logro de la sustentabilidad. El uso del suelo también es considerado una parte central del funcionamiento de la Tierra, de manera que refleja las interacciones humanas con el ambiente desde escalas locales hasta globales. (Aragón, 2013)

A. CAMBIOS DE USO DE SUELO

Los cambios en la vegetación y el uso del suelo son inherentemente espaciales y dinámicos. La magnitud y el impacto son tales que se reconocen globalmente, de manera que esta dinámica se reconoce también como uno de los grandes retos en la ciencia ambiental. Existe una variedad de investigaciones de cambio de uso del suelo realizada para periodos de análisis que abarcan los últimos 30 años con imágenes de satélite y también para periodos mayores. Estos proyectos individuales no solamente han identificado las transiciones comunes en la vegetación y el uso del suelo, sino que también han estudiado las causas de dichos cambios. (Aragón, 2013)

B. MONITOREO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

La Tierra está cambiando a un ritmo nunca antes visto. Esta evolución requiere ser documentada mediante imágenes completas y repetibles. Las herramientas de observación terrestre juegan un papel clave en la generación de estimaciones reales sobre los cambios del paisaje. En este sentido se requieren mediciones consistentes, fiables y precisas de la dinámica de la vegetación y uso del suelo para mejorar nuestro entendimiento en la manera que funcionan los diferentes elementos del sistema. El ámbito político también requiere dicha información, ya que los acuerdos ambientales internacionales como las convenciones de Río (Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, la Convención para el Combate de la Desertificación y la Convención para la Diversidad Biológica) entre otras, reportan obligaciones en torno al cambio de la vegetación y el uso del suelo y 10 condicionan las nuevas decisiones políticas asociadas a estas convenciones. Los recursos de la Tierra

tienen un alto valor económico, pero esto no durará si ellos son sobre explotados o manejados irracionalmente. Los programas de apoyo requieren conocer la condición anterior, actual y probablemente futura del uso del suelo, para el desarrollo de políticas y estrategias operacionales y para dirigir el uso de los recursos; para llegar a una meta a largo plazo de alcanzar el manejo sustentable de los recursos forestales como parte de los esfuerzos para erradicar la pobreza en las regiones en desarrollo del mundo. (Aragón, 2013)

C. CONTROL DEL USO DEL SUELO

Por lo que respecta al control del aprovechamiento urbano de áreas y predios, tanto del gobierno como de particulares, se cuenta con la expedición de constancias de alineamiento y número oficial, certificados de zonificación (para usos del suelo permitidos, de uso del suelo específico y factibilidades, para uso de suelo específico y certificado de acreditación de uso del suelo por derechos adquiridos), manifestación de construcción, licencia de construcción especial, así como licencias de fusión, subdivisiones, relotificaciones y fraccionamientos, por parte de la autoridad competente, de acuerdo con lo establecido en los programas urbanos correspondientes. (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F., 2003)

2.1.5. TELEDETECCIÓN ESPACIAL

Hace referencia a la adquisición de imágenes de la superficie terrestre por medio de dispositivos de captura montados en plataformas satelitales.

La teledetección espacial realiza un procedimiento que mide y almacena las longitudes de onda electromagnéticas que son reflejadas por la superficie terrestre y que tienen origen en el sol. El almacenamiento de estas longitudes de onda reflejadas se plasma en pixeles estructurados en renglones y columnas que conforman lo que se conoce como una matriz o imagen. Las imágenes de satélite pueden ser en una banda pancromática o muchas bandas lo

cual significa que cada banda almacena una porción muy específica del espectro electromagnético. (Sobrino, 2001)

La teledetección espacial ha desarrollado dos vertientes según la forma en la que se aprovecha o genera una fuente de energía para obtener datos de la superficie terrestre. La teledetección espacial es aquella vertiente que ha desarrollado las plataformas y sensores capaces de tomar imágenes con base en la fuente de energía luminosa proveniente del Sol. Mas reciente es la teledetección activa, en la que los propios sensores irradian la energía electromagnética necesaria para adquirir imágenes con datos sobre las características de la superficie terrestre. Este tipo de teledetección provee capacidades para la generación de productos cartográficos no importando condiciones meteorológicas tale como nubosidad, precipitación e incluso nubes de polvo, así como en condiciones diurnas o nocturnas. (Sobrino, 2001)

A. EVOLUCIÓN DE LA TELEDETECCIÓN

El origen de la teledetección es de carácter militar, datando el principio de su uso a finales del S. XVIII. Por aquel entonces, el método de observación y recogida de la información constaba en elevar a un individuo en un globo aerostático para lograr fotografiar las posiciones de las tropas enemigas, así como realizar un seguimiento del material o analizar las vías de acceso de una zona en conflicto. El método dista mucho al que se usa actualmente, que consiste en equipar a satélites con sensores a bordo, pero el fundamento es el mismo: La observación y monitorización de la superficie terrestre, para la obtención de información. (Mas Monsonis, 2017)

Al tratarse de una técnica aplicada, la teledetección está muy ligada a los avances tecnológicos de cada época de la historia, presentando un avance conjunto.

- En 1858 Gaspar Félix toma desde un globo aerostático la primera fotografía aérea de una ciudad europea.
- En 1888 Batut obtiene fotografías aéreas desde una cámara transportada por una cometa.
- En 1903 se equipa a palomas con cámaras fotográficas. Con misión militar y de mensajería se crea el Bavarian Pigeon.
- En 1908 Wilbur Wright toma la primera imagen aérea desde un aeroplano.
- En 1929, Goddard instala una cámara en un cohete y toma una fotografía aérea de la ciudad de Auburn (Massachusetts).
- Acabado la Guerra y aprovechando el material incautado a los alemanes, EE.UU. desarrollan el cohete Viking en 1950 que servirá de plataforma para sensores de teledetección.
- En octubre de 1957, la URSS pone en órbita terrestre el primer satélite artificial. El Sputnik.
- En enero de 1958, los EE.UU. responden a la URSS poniendo el satélite Explorer I en órbita terrestre.
- En la actualidad con la llegada de la era digital frente a la analógica, se ha facilitado la transmisión de los datos, aportando un menor número de interferencias, aumentado la velocidad de transmisión, facilitando el almacenamiento de los mismos, etc. Las grandes potencias económicas mundiales cuentan con sus propios programas de teledetección. (Mas Monsonis, 2017)

B. FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA TELEDETECCIÓN

Tal y como se concibe en la presente obra, un sistema de teledetección espacial incluye los siguientes elementos:

- **Fuente de energía:** Que supone el origen de la radiación electromagnética que detecta el sensor. Puede tratarse de un foco externo a éste, en cuyo caso se habla de teledetección pasiva, o de un haz energético emitido por el sensor (teledetección activa). La fuente de energía más importante, obviamente, es el Sol, pero también puede realizarse teledetección a partir de la energía emitida por los mismos objetos observados, desde fuentes artificiales. (Salinero, 2008)
- **Cubierta terrestre:** Formada por distintas masas de vegetación, suelos, agua o construcciones humanas, que reciben la señal energética, y la reflejan o emiten de acuerdo a sus características físicas. (Salinero, 2008)
- **Sistema sensor:** Compuesto por el sensor, propiamente dicho, y la plataforma que lo alberga. Tiene como misión captar la energía procedente de las cubiertas terrestres, codificarla y grabarla o enviarla directamente al sistema de recepción. (Salinero, 2008)
 - a) **Sistemas activos:** Los sistemas activos tipos Radar y Sonar lanzan radiación electromagnética, la cual rebota sobre cuerpos. Esta señal reflejada es de nuevo registrada o medida por el sensor. (Salinero, 2008)
 - b) **Sistemas pasivos:** Los sistemas pasivos utilizan el Sol como fuente de energía electromagnética, y la energía que registra el sensor es reflejada por los objetos terrestres. (Salinero, 2008)
- **Sistema de recepción-comercialización:** En donde se recibe la información transmitida por la plataforma, se graba en un formato apropiado, y, tras las oportunas correcciones, se distribuye a los interesados. (Salinero, 2008)
- **Intérprete:** Que convierte esos datos en información temática de interés, ya sea visual o digitalmente, de cara a facilitar la evaluación del problema de estudio. (Salinero, 2008)

- **Usuario final:** Encargado de analizar el documento fruto de la interpretación, así como de dictaminar sobre las consecuencias que de él se derive. (Salinero, 2008)

C. RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Los sensores remotos perciben radiación electromagnética reflejada o emitida por la superficie. La radiación es un modo de propagación de la energía a través del vacío en forma de interacción que avanza entre campos eléctricos y magnéticos.

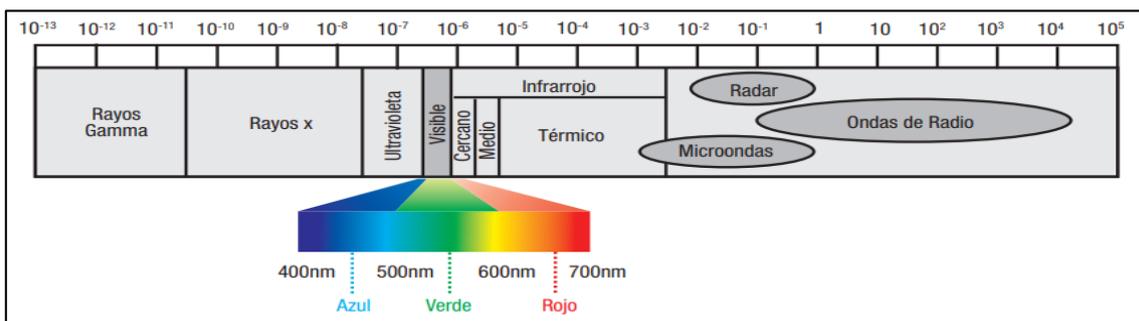
Como se puede entender, se refiere a la energía transportada por ondas electromagnéticas y está compuesta por partículas energizadas llamadas cuantos. Cuando esos cuantos corresponden a la porción visible del espectro electromagnético se denomina fotones. El grado de energía y frecuencia de los cuantos determina la longitud de onda y el color de la radiación. (Sandoval & González, 2012)

Las ondas electromagnéticas se diferencian por su respectiva longitud, que es la distancia entre dos crestas consecutivas. Las longitudes de onda están reunidas en el espectro electromagnético, y este se subdivide en grupos familiares: rayos X, rayos ultravioletas (UV), visibles, infrarrojos (IR), microondas y ondas de radio. Cabe resaltar que los rayos X son los que tienen longitud de onda más pequeña, la cual va creciendo hasta llegar a las más grandes, como las ondas de radio. (Sandoval & González, 2012)

De todo el conjunto de ondas que tiene el espectro electromagnético, las porciones de los rayos visibles e infrarrojos son las importantes para las aplicaciones agrícolas, puesto que la luz del Sol es la fuente de energía que activa el proceso de fotosíntesis en los cuerpos vegetales, lo cual quiere decir que las convierte en las más utilizadas en la percepción remota. Ver Figura 2. (Sandoval & González, 2012).

La región espectral, ubicada en la porción Radar, también es importante, debido a que los sensores que trabajan allí emiten su propia energía y captan la respuesta del terreno. Su principal ventaja es su capacidad de ser independientes a la presencia de nubes y la luz solar. (Sandoval & González, 2012)

Figura 2: Espectro Electromagnético



FUENTE: (Sandoval & González, 2012)

D. ALTURAS DE TELEDETECCIÓN

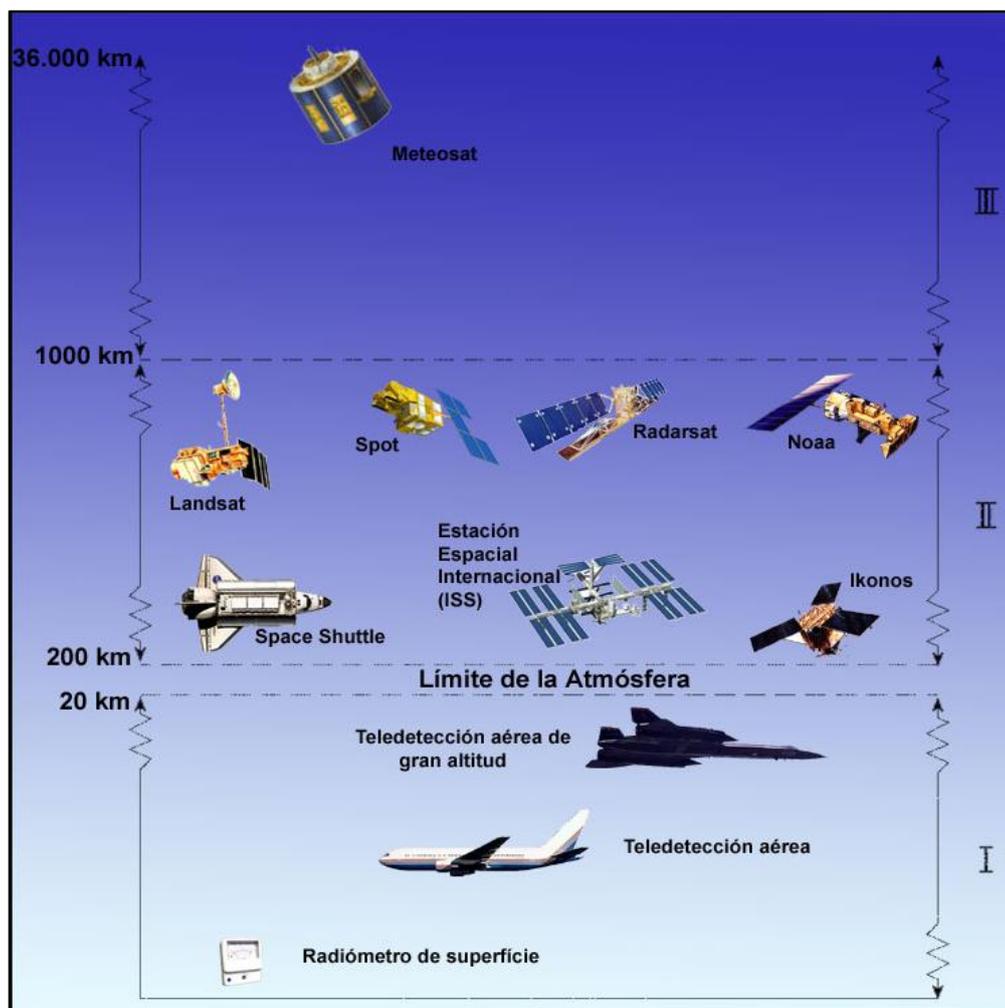
La teledetección puede hacerse a distintas alturas y mediante diferentes plataformas como se aprecia en la figura 3 adjunta. (CNICE, 1996)

El área de la superficie terrestre escaneada, está en función de la altura de exploración. Cuanto más lejos esté el sistema de teledetección, mayor será la superficie cubierta, de forma inversa, cuanto más cerca estemos de la superficie menor será el área analizada.

En la figura 3 adjunta se muestran los tres niveles en que se clasifican las plataformas de teledetección: (CNICE, 1996)

- **Nivel I:** Agrupa los instrumentos que operan desde el nivel del suelo hasta los aviones de gran altitud. (CNICE, 1996)
- **Nivel II:** Incluye los dispositivos ubicados en ingenios de órbita baja (Trasbordador espacial, estación orbital) hasta los satélites de observación de órbitas polares hasta 1000 km). (CNICE, 1996)
- **Nivel III:** Son los satélites de observación meteorológica situados en órbita geostacionaria a casi 36.000 Km de la Tierra. (CNICE, 1996)

Figura 3: Niveles de Teledetección



FUENTE: (CNICE, 1996)

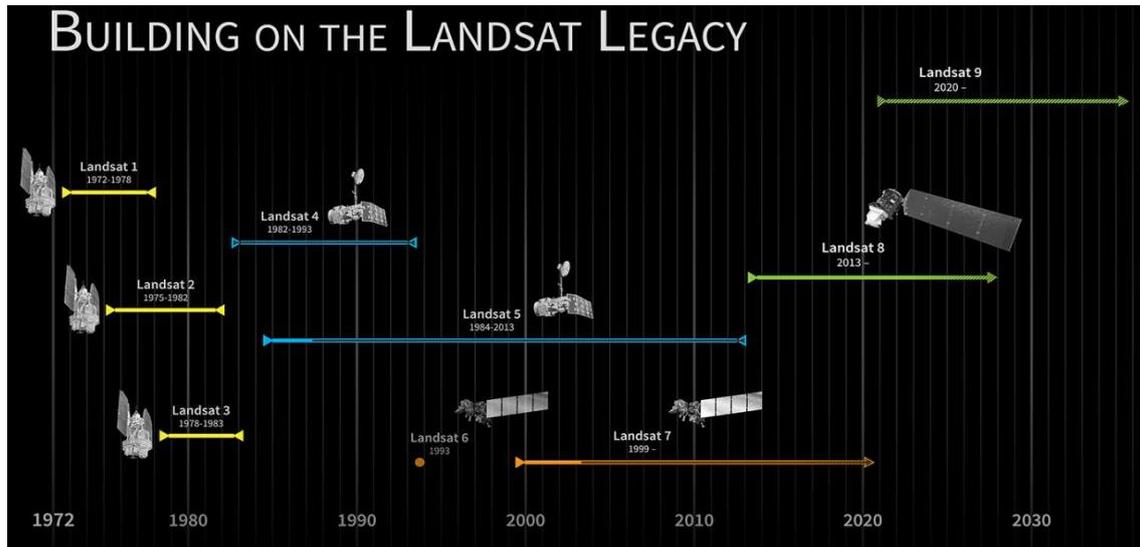
2.1.6. IMÁGENES LANDSAT

Antes de 1972, la idea de utilizar datos provenientes de satélites para la vigilancia terrestre, la cartografía o la exploración era un acto visionario. La necesidad de conseguir estos objetivos es lo que da origen al programa Landsat, constituido en la actualidad por una serie de 7 misiones que están o han estado en órbita, todos ellos gestionados conjuntamente por la NASA y el Servicio Geológico de Estados Unidos. (Mas Monsonis, 2017)

El programa Landsat ha producido un cambio en la forma en la que entendemos el planeta Tierra. Esta serie de datos que se inició en 1972 es la más larga de la historia, contando actualmente con más de dos millones de imágenes de media resolución. Ver Figura 4. (Mas Monsonis, 2017)

El programa se encuentra actualmente en su octava versión, la denominada: 'Landsat Data Continuity Mission' (LDCM) puesta en órbita el año 2013. Se trata del octavo satélite de observación de la serie Landsat que continuará el legado de las misiones anteriores. Aunque esta misión no estaba inicialmente prevista, se puso en marcha debido a un fallo crítico del Landsat-7 que lo dejó prácticamente inservible. (Mas Monsonis, 2017)

Figura 4: Cronograma del Programa Landsat



FUENTE: (Mas Monsonis, 2017)

Después de 45 años desde el lanzamiento del primer satélite, el programa Landsat fue pionero en ofrecer imágenes satélites corregidas tanto geométricas como radiométricamente de forma totalmente gratuita, sirviendo de precursor al programa Europeo Copérnico. En la actualidad, se ha transferido de nuevo el control del programa al gobierno de los Estados Unidos, siendo el USGS (United States Geological Survey) el encargado del archivo y distribución de los datos, en colaboración con la NASA, que se encarga del desarrollo de los satélites y sensores y de la NOAA, responsable de la operación del satélite y del sistema terrestre. El futuro del Programa Landsat radica actualmente en el nuevo Landsat 9, prevista su puesta en órbita para el año 2020. Este satélite continuará la misión de observación y monitorización terrestre de sus antecesores, pero contando con una mayor resolución. (Mas Monsonis, 2017)

III. MÉTODO

3.1 TIPO DE INVESTIGACION

3.1.1. Método

Cuantitativo: La investigación cuantitativa busca la objetividad, bajo la perspectiva de que la realidad es una y que se la puede observar sin afectarla. La metáfora de este tipo epistemológico de la investigación científica es que la ciencia es como un espejo, la cual frecuentemente se entiende como un acercamiento aplicable en las ciencias naturales y, en particular, un paradigma positivista. El positivismo se preocupa con las definiciones operacionales, la replicabilidad y la causalidad. (Atehortúa & Villegas, 2012)

3.1.2. Tipo de Investigación

Aplicada: La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presenta un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica. (Lozada, 2014)

3.1.3. Nivel de Investigación

Exploratorio: Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados. (Sampieri & Lucio, 2006)

3.2 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

3.2.1. **Ámbito Temporal:** Del año 2008 al 2017

3.2.2. **Ámbito Espacial:** Cuenca del Río Cumbaza

3.3 VARIABLES

Se definirán las siguientes variables dependientes e independientes que aparecen en la Tabla 3 según corresponda a los objetivos de la presente tesis:

Tabla 3: Variables Dependientes e Independientes

CATEGORÍA	VARIABLE	VARIABLE	INDICADOR	
	DEPENDIENTE	INDEPENDIENTE		
Análisis temporal	Comportamiento temporal de la Deforestación	Bosques	Hectáreas	Ha
			Porcentaje	%

FUENTE: Elaboración Propia

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población objetiva estuvo conformada por toda el área degradada por la deforestación abarcada por la Cuenca del Río Cumbaza

3.4.2. Muestra:

El análisis de la deforestación en la Cuenca del Río Cumbaza, durante el período 2008 al 2017 como nuestro horizonte temporal, se consideró utilizar imágenes satelitales Landsat 7 y 8, por cada año, de las cuales se obtuvieron 9 imágenes faltando solo del 2012, dichas imágenes se procesaron con el software de sistema de información geográfica ArcGIS.

- **Universo:** Cuenca del Río Cumbaza

- **Unidad de análisis:** Bosque de la Cuenca de Cumbaza

3.5 INSTRUMENTOS

3.5.1. Equipos:

- ✓ Computadora de escritorio, marca Advance, core i5, disco duro 500Gb, memoria RAM de 8 GB para procesamiento de la información.
- ✓ Impresora marca Xerox Phaser 6020 Colour Printer, para imprimir los mapas procesados.

3.5.2. Materiales:

- ✓ Imágenes Satelitales:

Se utilizó imágenes tipo Landsat con las siguientes características:

Sensor: LANDSAT 5 – LANDSAT 8

Producto: Multiespectrales

Resolución: 30m y 15m

Más antiguo: LANDSAT 5 (2006 – 2011)

Más reciente: LANDSAT 8 (2013 – 2016)

% de nubes: Menor o igual a 20%

- ✓ Papel bond A4
- ✓ Lapiceros
- ✓ USB de 32 GB, para almacenamiento de la información recopilada.

3.5.3. Software:

- ✓ Software ArcGIS 10.3, para la elaboración de la cartografía temática.
- ✓ Microsoft Office 2013, para procesamiento de datos y redacción de la tesis.

3.6 PROCEDIMIENTOS

3.6.1. Fase Inicial de Gabinete

Esta etapa consiste en la obtención de todas las imágenes satelitales necesarias, e información requerida para dicho trabajo de investigación, en esta etapa se realiza el armado del marco teórico, metodología, etc., se realiza el procesamiento de las imágenes en el sistema SIG, al mismo tiempo la elaboración de los mapas necesarios.

3.6.2. Fase Final de Gabinete

Finalizada la parte inicial de gabinete, se examinaron los resultados que se adquirieron, y se definieron las conclusiones preliminares. Se elaboró el informe con sus datos complementarios.

3.7 ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se realizó una vez terminado el procedimiento de gabinete, con el objetivo de ver el comportamiento que tuvo la deforestación en los últimos años, con dichos datos se pudo realizar estadísticas para el desarrollo de nuestros resultados, dicho análisis se realizó de manera digital usando el sistema de información geográfica (ArcGIS 10.3) y Excel para la parte estadística.

IV. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LAS ÁREAS DEFORESTADAS DEL 2008-2017 EN LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA.

4.1.1. Descripción del Área de Estudio

El ámbito de la presente investigación es la Cuenca del Río de Cumbaza, donde se encuentran las fuentes hídricas más importantes para las ciudades de las Provincias de San Martín y Lamas.

- **Ubicación**

La Cuenca del Río de Cumbaza se encuentra ubicada en el sector noroccidental del Perú, en el centro del departamento de San Martín, cubre parte de las provincias de Lamas y San Martín. Posee una superficie aproximada de 57120 Ha. La red hidrológica de la Cuenca está constituida por el río Cumbaza, como eje principal, siendo sus afluentes principales por la margen izquierda el río Shilcayo y las quebradas Ahuashiyacu y Pucayacu y por la margen derecha la quebrada Shupishiña. (Ver Anexo N°02 – Mapa N°01) (PEHCBM P. E., 2008)

- **Características Físicas**

- a) **Clima**

Se han identificado 6 unidades climáticas correspondientes a la Provincia de San Martín

- **Húmedo Semicálido**, estimándose que en algunos meses se presentan excedentes de humedad. (MPSM, 2011).
- **Ligero a moderadamente húmedo**, sin falta de agua durante todo el año. Semicálido, con baja concentración térmica en verano. (MPSM, 2011).
- **Húmedo**, sin falta de agua durante todo el año Cálido, con baja concentración térmica durante el verano. (MPSM, 2011).

- **Semiseco**, sin exceso de agua durante todo el año. Cálido con baja concentración térmica en verano (MPSM, 2011).
- **Semihúmedo**, con pequeña falta de agua durante el verano. Cálido con baja concentración térmica durante el verano. (MPSM, 2011).
- **Superhúmedo**, Semicálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes de humedad. (MPSM, 2011)

b) Temperatura

La temperatura media anual es de 24,4°C. Se reportan máximas que llegan a 38.8°C y mínimas hasta los 16°C. (MPSM, 2011).

c) Precipitación y Evaporación

Poseen una media anual de 1400mm, con una precipitación mínima de 1000mm y una máxima 2000mm. (MPSM, 2011).

d) Relieve

La fisiografía de los sectores mencionados presentan pendiente moderada, especialmente en donde se realiza una agricultura de subsistencia con cultivos de plátano, yuca, piña, uva y pastos; a medida que se incrementa la altitud la pendiente se incrementa tornándose empinado cerca de las divisorias de cuenca con laderas de fuerte gradiente siendo muy escasa las áreas de relieve ondulada; en este intermedio se encuentran posicionadas las comunidades nativas, y los suelos están dedicados a pastos, caficultura, escasa producción de cacao, pan llevar, plátano y extracción de madera. En los últimos años es el cultivo de café el que está conllevando a la tala de bosque en lugares que deben estar protegidos por ser cabecera de cuenca, el incremento de este cultivo debe ser reglamentado y monitoreado para evitar la escasez de agua en los próximos años en el río Cumbaza. (PEHCBM P. E., 2007)

El espacio físico se caracteriza por presentar un relieve predominante de laderas de montañas con diversos grados de pendiente que rodean una pequeña zona plana (es el fondo del valle) que es muy estrecho en la parte alta y media y más amplia en la parte baja, cerca al Río Mayo. (PEHCBM P. E., 2007)

e) Suelo

En general presenta suelos muy superficiales, con una capa de mineral de alto contenido de materia orgánica en los derivados de calizas y de arcilla en los derivados de otros materiales, como lutitas y arcillitas. Estos suelos son destinados predominantemente para protección debido a la pendiente. Los suelos son muy superficiales en las montañas y colinas altas fuertemente disectadas, con abundante materia orgánica en los derivados de calizas y materiales arcillosos. En los paisajes colinosos de estas mismas morfoestructuras, los suelos varían de moderadamente profundos a profundos, presentando relativa fertilidad en los derivados de material calcáreo. Dependiendo de la pendiente y la fertilidad natural, estos suelos pueden ser destinados para uso agropecuario, producción forestal y protección. (MPSM, 2011).

El uso potencial de los suelos se encuentra estrechamente vinculado a su capacidad y a las características que tienen para las actividades productivas agroforestales. (MPSM, 2011).

• Características Biológicas

a) Vegetación.

La vegetación existente está compuesta por especies perennes en su mayoría desde herbáceas agresivas que invaden las zonas desboscadas como *Imperata brasiliensis* “cashucsha” y *Pteridium aquilinum* “Shapumba” hasta árboles de rápido crecimiento como bolaquiro, pucaquiro, pinshacaspi, shicashica, cetico, sabina, bolaina, huaca, araceas, huamansamana, atadijo, amasisas, ingaina etc. en purmas degradadas; sólo existe bosque alto (intervenido) en las partes más inaccesibles de las cadenas montañosas.

También existen áreas considerables de pastos naturales, que se forman luego de la degradación de los pastos cultivados, en suelos completamente degradados, compactados y erosionados, con especies como torurco, cuna de niño y otras especies rastreras. La quema es una actividad común en las purmas, donde se forma gran cantidad de materia seca en el verano, lo que hace más susceptible a la degradación.

Las especies arbóreas que componen los bosques de las partes altas de las cadenas montañosas, son: Ishpingo, quinilla, tornillo, ojé, ubos, lupuna blanca, renaco, capirona, pashaco, shapaja, yarina, pona, etc. (PEHCBM P. E., 2007)

b) Fauna.

Se ha observado un impacto significativo sobre los recursos naturales de fauna, efecto condicionado por el proceso de deforestación de gran parte del territorio, este fenómeno se da como resultado de la actividad antrópica intensiva (Desbroce del Bosque Primario). (MPSM, 2011).

- **Anfibios.** El Perú tiene aproximadamente 400 especies de anfibios, de las cuales 163 especies pertenecientes a 41 géneros viven en San Martín y 110 (un 25 % de los anfibios nacionales) viven en el ACR-CE Área de Conservación Regional “Cordillera Escalera”; donde se reportaron en 1993 tres nuevas especies para el Perú y la ciencia. En las localidades cercanas al Pongo de Caynarachi y la quebrada Ahuashiaco, se presenta el hábitad natural de dos especies de anuros, como son la *Cochranella saxiscandens*, hoy en grave peligro de extinción y la *Hyalinobatrachium lémur*, localizándose su hábitad en las cataratas de Ahuashiyacu, en la provincia de San Martín, del mismo modo la *Cochranella croceopodes* fue reportada desde el valle del Alto Caynarachi, y ubicándola

también en la cuenca del río Shilcayo, cerca de la ciudad de Tarapoto. (MPSM, 2011).

- **Reptiles.** La fauna de reptiles encontradas en la Cordillera Oriental y el Área de Conservación Regional “Cordillera Escalera”, es muy variada. Mientras para el Perú reportamos por lo menos 387 especies de reptiles, San Martín contiene 148 especies con 72 géneros (38 % del valor nacional), el Área de Conservación Regional “Cordillera Escalera”, cuenta con 111 especies y 63 géneros (28 % del total nacional y 75% del total de las especies de San Martín). (MPSM, 2011).
- **Aves.** En el Área de Conservación Regional “Cordillera Escalera”, se reportaron 291 especies de aves presentes en 205 géneros. El Perú tenía 1710 especies de aves en el 2002. En ese sentido, el Área de Conservación Regional “Cordillera Escalera”, contendría entonces el 17% de la avifauna nacional. (MPSM, 2011).
- **Mariposas.** El Perú tiene un aproximado de 3.366 especies de mariposas diurnas, 300 de las cuales son endémicas, es decir son especies propias o exclusivas de esta zona o lugar de la provincia. En tal sentido para el Área de Conservación Regional “Cordillera Escalera” se han reportado hasta ahora 123 especies distribuidas en 54 géneros. Destacando varias especies de Morpho, mariposas grandes que son importantes para el ecoturismo. (MPSM, 2011).
- **Peces** Las especies de peces nativos presentes en el ámbito de estudio son importantes para el consumo humano (carachamas *Plecostomus* sp, boquichico *Prochilodus nigricans*) o para el uso como peces ornamentales. Los estudios de peces en la Región San Martín y en el Área de Conservación Regional “Cordillera Escalera”, han sido esporádicos y en ningún modo son completos. (MPSM, 2011).

c) Zonas de Vida

Según el sistema de clasificación de Holdridge, las mismas que corresponden a territorios que varían desde bosque seco a bosques muy húmedos montanos y pre montanos, característico de las zonas tropicales cercanas a la línea ecuatorial. Las condiciones climatológicas generan espacios óptimos para el desarrollo de la vida silvestre, especies de flora y fauna endémicas se desarrollan con total normalidad en estos territorios, tales como el gallito de las rocas, el jaguar, el mono araña o mono maquisapa, entre otros, así como abundantes especies vegetales nativas con altas propiedades medicinales. (MPSM, 2011).

Tenemos zonas de vida como el Bosque Seco Tropical (bs-T) y Bosque Húmedo Tropical (bh-T). (MPSM, 2011).

- **Características Sociales y Económicas**

- a) Población.**

Según el Censo Nacional 2017 desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) la población total de los distritos que se encuentran en la Cuenca de Cumbaza es de 198245 habitantes, los distritos con mayor población Tarapoto con 80270 habitantes y La Banda de Shilcayo con 44601 habitantes. (INEI, 2019)

- b) Actividad Económica.**

Hace una década el crecimiento poblacional en la microcuenca, fue proporcionalmente mayor al crecimiento nacional. (CGMC, 2015)

La actividad económica principal de la población es la agricultura, fundamentalmente sobre la base de los cultivos de arroz bajo riego, cultivos de pan llevar, café, uva y en menor medida la ganadería. Estas actividades ocupan gran porcentaje de la Población

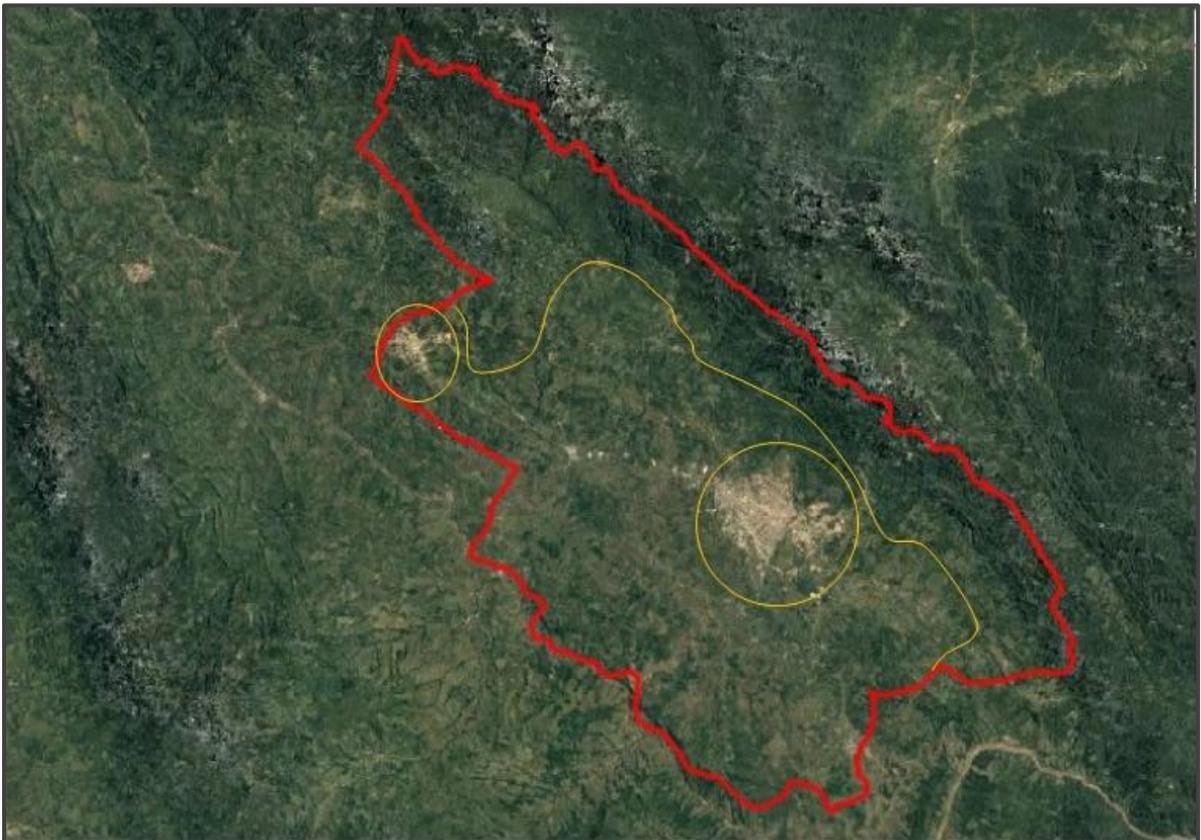
Económicamente Activa –PEA, contribuyendo con más del 30% del producto bruto interno-PBI departamental. (CGMC, 2015)

Otras actividades que sustentan la economía de la microcuenca son los servicios, el comercio, la piscicultura, agroindustria y el turismo. (CGMC, 2015)

4.1.2. Análisis de la Deforestación año por año

- Para apreciar la cantidad de bosques en la Cuenca del Río Cumbaza para el año 2008, se utilizó una la imagen satelital de un sensor Landsat 5, de fecha 12 de agosto del 2008, observándose en la figura N°5 el bosque dentro de la cuenca, presentándose en mayor cantidad de superficie en la parte norte y este en la cabecera de cuenca. Al procesar la imagen en el ArcGIS, se obtuvo que la cuenca presentaba 13800.19 Ha de bosque, ver mapa N°02 del anexo N°02, en dicha área deforestada, se perdió gran cantidad de árboles maderables como Ishpingo, copaiba, caoba, etc. y palmeras, asimismo dentro de la fauna afectada tenemos: el oso de anteojos, mono choro común, la lechucita bigotona, guacamayo verde, etc.

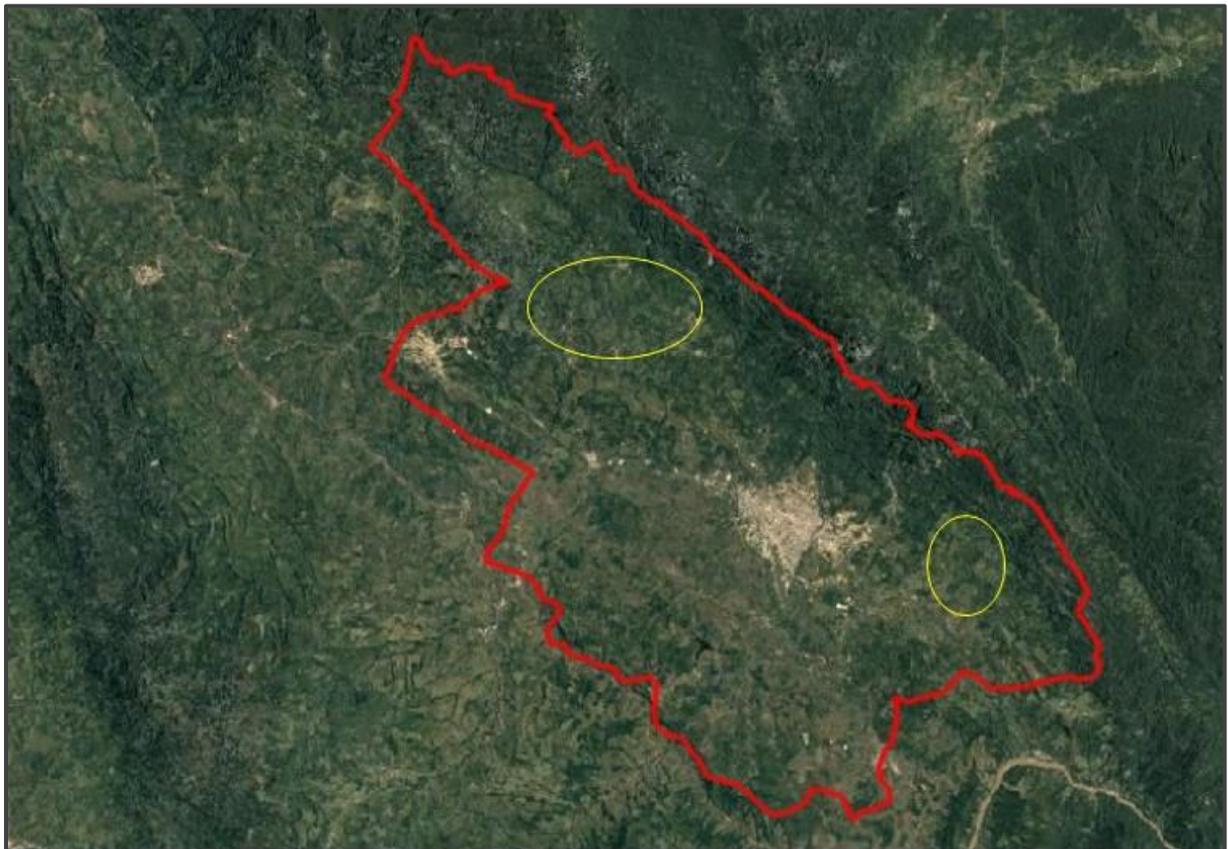
Figura 5: Cuenca del Río Cumbaza - 2008



FUENTE: Google Earth

- Para apreciar la cantidad de bosques que se perdió en la Cuenca del Río Cumbaza en el año 2009, se utilizó la imagen satelital de un sensor Landsat 5, de fecha 15 de agosto del 2009, podemos observar la figura N°6 de la Cuenca en el año 2009. Al procesar la imagen en el ArcGIS, se obtuvo que la cuenca presentaba 12556.18 Ha de bosque, para observar con mayor detalle ver mapa N°03 del anexo N°02, es decir comparado con el año 2008 la cuenca perdió 1244.01 Ha de bosque en un año, generando la pérdida de gran cantidad de árboles maderables como Ishpingo, copaiba, caoba, etc. y palmeras, así como de la fauna: el oso de anteojos, mono choro común, la lechucita bigotona, guacamayo verde, etc.

Figura 6: Cuenca del Río Cumbaza - 2009



FUENTE: Google Earth

- Para apreciar la cantidad de bosques que se perdió en la Cuenca del Río Cumbaza en el año 2010, se utilizó la imagen satelital de un sensor Landsat 5, de fecha 18 de agosto del 2010, podemos observar la figura N°7; donde se aprecia cómo era la situación con respecto a la superficie de bosques. Al procesar la imagen en el ArcGIS, se obtuvo que la cuenca presentaba 11331.1 Ha de bosque, para observar con mayor detalle ver mapa N°04 del anexo N°02, es decir comparado con el año 2009 la cuenca perdió 1225.08 Ha de bosque en un año, la zona donde se nota mayor superficie de bosque perdido es al lado este de la cuenca en el distrito de La Banda de Shilcayo, originando la pérdida de gran cantidad de árboles maderables como Ishpingo, copaiba, caoba, etc. y palmeras; asimismo dentro de la fauna afectada tenemos: el oso de anteojos, mono choro común, la lechucita bigotona, guacamayo verde, etc.

Figura 7: Cuenca del Río Cumbaza - 2010



FUENTE: Google Earth

- Para apreciar la cantidad de bosques que se perdió en la Cuenca del Río Cumbaza en el año 2011, se utilizó la imagen satelital de un sensor Landsat 8, de fecha 20 de julio del 2011, podemos observar la figura N°8 de la Cuenca en el año 2011; donde se aprecia cómo era la situación con respecto a la superficie de bosques en el área de estudio. Al procesar la imagen en el ArcGIS, se obtuvo que la cuenca presentaba 7523.88 Ha de bosque, lo que equivale a una reducción del triple de superficie de bosque comparado con años anteriores, para observar con mayor detalle ver mapa N°05 del anexo N°02, a efecto de esto se perdió gran cantidad de árboles maderables como Ishpingo, copaiba, caoba, etc. y palmeras, asimismo en la fauna afectada tenemos: el oso de anteojos, mono choro común, la lechucita bigotona, guacamayo verde, etc.

Figura 8: Cuenca del Río Cumbaza - 2011



FUENTE: Google Earth

- Para lograr apreciar la cantidad de bosques que se perdió en la Cuenca del Río Cumbaza en el año 2013, se utilizó la imagen satelital de un sensor Landsat 8, de fecha 27 de setiembre del 2013, podemos observar la figura N°09 de la Cuenca en el año 2013; donde se aprecia cómo era la situación con respecto a la superficie de bosques. Al procesar la imagen en el ArcGIS, se obtuvo que la cuenca presentaba 10167.3 Ha, para observar con mayor detalle ver mapa N°06 del anexo N°02, asimismo se observa que la superficie de bosque es mayor al resultado del año 2011 y menor que del año 2010, la pérdida de flora y fauna en dichas áreas depredadas fueron gran cantidad de árboles maderables como Ishpingo, copaiba, caoba, etc. y palmeras; y en la fauna: el oso de anteojos, mono choro común, la lechucita bigotona, guacamayo verde, etc.

Figura 9: Cuenca del Río Cumbaza - 2013



FUENTE: Google Earth

- Para apreciar la cantidad de bosques que se perdió en la Cuenca del Río Cumbaza en el año 2014, se utilizó una imagen satelital de un sensor Landsat 8, de fecha 19 de diciembre del 2014, podemos observar la figura N°10 de la Cuenca en el año 2014 donde se aprecia cómo era la situación con respecto a la superficie de bosques. Al procesar la imagen en el ArcGIS, se obtuvo que la cuenca presentaba 9952.34 Ha, para observar con mayor detalle ver mapa N°07 del anexo N°02, es decir comparado con el año 2013 la cuenca perdió 214.96 Ha de bosque, a efecto de esto se perdió gran cantidad de árboles maderables como Ishpingo, copaiba, caoba, etc. y palmeras, asimismo en la fauna afectada tenemos: el oso de anteojos, mono choro común, la lechucita bigotona, guacamayo verde, etc.

Figura 10: Cuenca del Río Cumbaza - 2014



FUENTE: Google Earth

- Para apreciar la cantidad de bosques que se perdió en la Cuenca del Río Cumbaza en el año 2015, se utilizó la imagen satelital de un sensor Landsat 8, de fecha 17 de setiembre del 2015, podemos observar la figura N°11 de la Cuenca en el año 2015 donde se aprecia cómo era la situación con respecto a la superficie de bosques. Al procesar la imagen en el ArcGIS, se obtuvo que la cuenca presentaba 8131.4 Ha, para observar con mayor detalle ver mapa N°08 del anexo N°02, es decir comparado con el año 2014 la cuenca perdió 1820.94 Ha de bosque, se nota también que la disminución se dio en la parte norte de la cuenca. En la superficie afectada se perdió gran cantidad de árboles maderables como Ishpingo, copaiba, caoba, etc. y palmeras, y dentro de la fauna afectada tenemos: el oso de anteojos, mono choro común, la lechucita bigotona, guacamayo verde, etc.

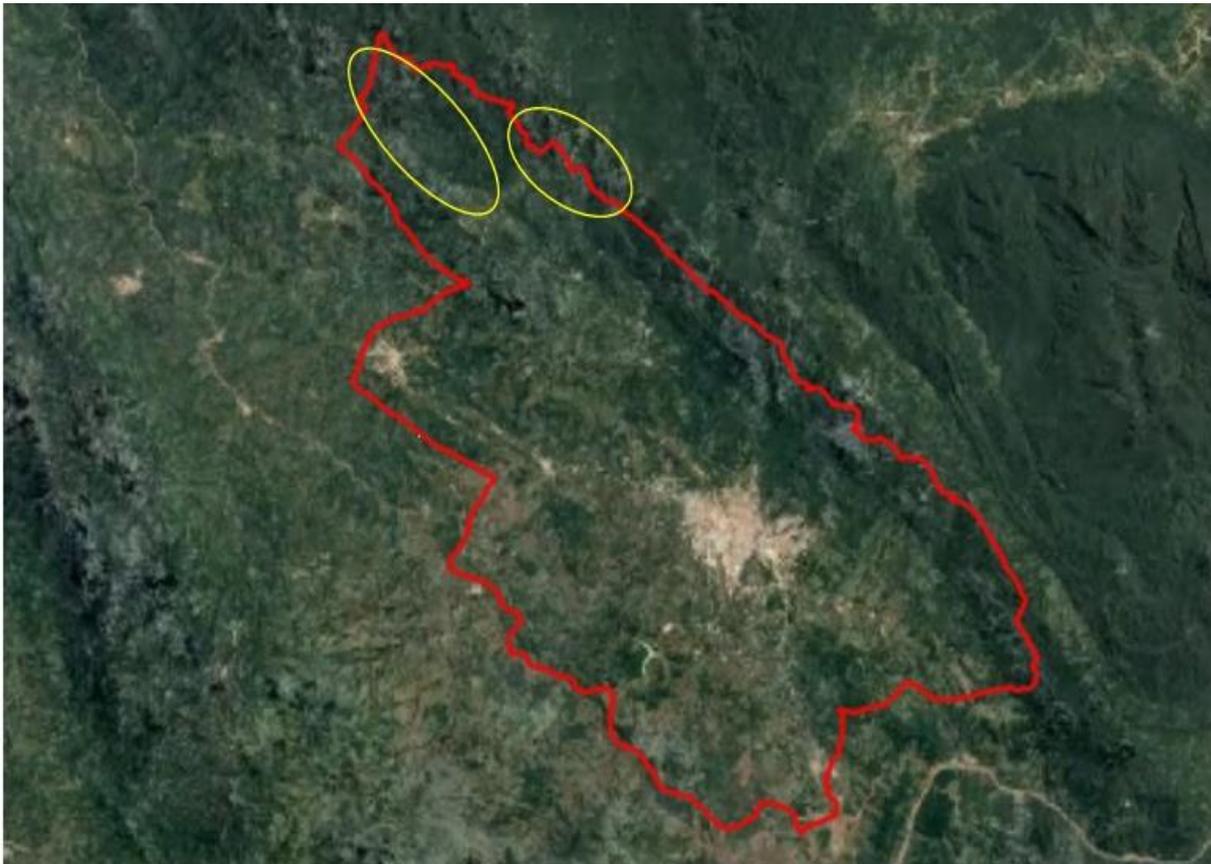
Figura 11: Cuenca del Río Cumbaza - 2015



FUENTE: Google Earth

- Para apreciar la cantidad de bosques que se perdió en la Cuenca del Río Cumbaza en el año 2016, se utilizó la imagen satelital de un sensor Landsat 8, de fecha 22 de noviembre del 2016, podemos observar la figura N°12 de la Cuenca en el año 2015 donde se aprecia cómo era la situación con respecto a la superficie de bosques. Al procesar la imagen en el ArcGIS, se obtuvo que la cuenca presentaba 7050.5 Ha, para observar con mayor detalle ver mapa N°09 del anexo N°02, si comparamos con el año 2015 la cuenca perdió 1080.9 Ha de bosque, en la superficie afectada se perdió gran cantidad de árboles maderables como Ishpingo, copaiba, caoba, etc. y palmeras, asimismo en la fauna afectada tenemos: el oso de anteojos, mono choro común, la lechucita bigotona, guacamayo verde, etc.

Figura 12: Cuenca del Río Cumbaza - 2016



FUENTE: Google Earth

- Para apreciar la cantidad de bosques que se perdió en la Cuenca del Río Cumbaza en el año 2017, se utilizó la imagen satelital de un sensor Landsat 8, de la fecha 20 de julio del 2017, podemos observar la figura N°13 de la Cuenca en el año 2017 donde se aprecia cómo era la situación con respecto a la superficie de bosques. Al procesar la imagen en el ArcGIS, no se aprecia superficie de bosque ya que presentaba mucha nubosidad, para observar con mayor detalle ver mapa N°10 del anexo N°02.

Figura 13: Cuenca del Río Cumbaza - 2017



FUENTE: Google Earth

Este aumento de deforestación dentro del área de la Cuenca del Río Cumbaza se está produciendo en su mayoría por el aumento de zonas urbanas, ya que los distritos como es el caso de Tarapoto, Morales, Banda de Shilcayo y Lamas vienen creciendo de manera muy acelerada, debido al aumento demográfico.

4.2. ÍNDICE DE DEFORESTACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA DEL 2008-2017.

Para la determinación de la deforestación entre los años 2008-2016 en la cuenca de Cumbaza se utilizaron imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8 según corresponda a los años, estas fueron descargadas de la página de Earth Explorer – (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), la lista de las imágenes satelitales utilizadas se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Escenas de imágenes de satélite Landsat 5 y 8 - 2008 a 2017

AÑO	TIPO DE IMAGEN	PATH/ROW	SENSOR	FECHA
2008	Imagen de Satélite	008 / 064	Landsat 5	12/08/2008
2009	Imagen de Satélite	008 / 064	Landsat 5	15/08/2009
2010	Imagen de Satélite	008 / 064	Landsat 5	18/08/2010
2011	Imagen de Satélite	008 / 064	Landsat 5	20/07/2011
2013	Imagen de Satélite	008 / 064	Landsat 8	27/09/2013
2014	Imagen de Satélite	008 / 064	Landsat 8	19/12/2014
2015	Imagen de Satélite	008 / 064	Landsat 8	17/09/2015
2016	Imagen de Satélite	008 / 064	Landsat 8	22/11/2016
2017	Imagen de Satélite	008 / 064	Landsat 8	20/07/2017

FUENTE: Elaboración Propia

Para observar las imágenes satelitales descargadas ver el Anexo N° 01.

Para lograr determinar las áreas deforestadas se realizaron los siguientes pasos:

1. Primero se corrige las coordenadas ya que por defecto vienen con 18N se cambia a 18S.

2. Se combinan todas las bandas descargadas de la imagen satelital, cuando se obtiene una sola imagen se acomoda las bandas 3; 2 y 1 respectivamente para obtener una imagen de color real.
3. Creamos un cuadro que enmarque el área de la cuenca, y cortamos la imagen satelital tamaño del cuadro.
4. Luego se realiza la clasificación que se desea obtener según criterio, para esta tesis se clasificó de la siguiente manera: Bosques, no bosque y nubes.
5. Cuando ya toda la imagen está clasificada convertimos de raster a polígono para poder obtener las áreas.

Por cada año se obtuvo un mapa donde se puede observar claramente como fue la evolución de los bosques en la Cuenca del Río Cumbaza en los últimos años, para observar los resultados ver la tabla 5.

Tabla 5: Área de bosques primarios según años (Ha)

AREAS DE BOSQUES Y NO BOSQUES SEGÚN AÑOS (Ha)			
AÑO	BOSQUE	NO BOSQUE	NUBES
2008	13800.19	41168.41	1758.38
2009	12556.18	42430.44	1740.35
2010	11331.1	45062.6	333.27
2011	7523.88	48023.27	1179.82
2013	10167.3	45775.05	784.62
2014	9952.34	46238.91	535.72
2015	8131.4	47617.54	978.03
2016	7050.5	49154.15	522.33

FUENTE: Elaboración Propia

Con los datos de la deforestación obtenidos en los últimos años podemos reconocer que cada vez los bosques están perdiendo áreas con más aceleración, entre los años 2008 y 2016 se conoce que se perdió 6749.69 Ha de bosque, eso quiere decir que al año se pierde 749.97 Ha de bosque en la cuenca, es decir si la tendencia continua en 9 años se perderá la totalidad de bosques. Para observar el porcentaje de bosque dentro de la Cuenca del Cumbaza ver Tabla 6.

Tabla 6: Porcentaje de bosque según años

PORCENTAJE DE BOSQUE SEGÚN AÑOS		
AÑO	BOSQUE	PORCENTAJE DE BOSQUE
2008	13800.19	25.22%
2009	12556.18	22.94%
2010	11331.1	20.70%
2011	7523.88	13.74%
2013	10167.3	18.58%
2014	9952.34	18.19%
2015	8131.4	14.86%
2016	7050.5	12.88%
ÁREA DE LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA		56726.97

FUENTE: Elaboración Propia

Según la tabla 9 se observa que entre el 2008 y 2016 se perdió casi el 50% de bosque que tenía la Cuenca del Río Cumbaza.

4.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Implementar y ejecutar un plan de conservación y reforestación de los bosques en la Cuenca del Río Cumbaza.

a) Conservación de los bosques de la Cuenca del Río Cumbaza.

Se sabe que dentro del área de la Cuenca del Río Cumbaza se encuentra parte del área natural protegida cordillera escalera, la cual es muy importante, siendo necesaria la conservación del sistema hídrico de la misma, pero se conoce también que existe una falta de vigilancia de dicho lugar, ya que gran parte del área son afectadas por invasores, como sucede en la parte norte del distrito de la Banda de Shilcayo.

Seria de suma importancia que los gobiernos locales puedan impulsar su conservación a través del turismo e investigación.

b) Recuperación bosques.

Para recuperar los bosques perdidos en los últimos años dentro de la Cuenca del Río Cumbaza es importante el trabajo conjunto de los gobiernos locales, instituciones públicas y privadas. Para la recuperación de bosques se debe realizar:

Programas de reforestación.

Desarrollar programas de reforestación donde todos puedan estar involucrados, las municipalidades y algunas instituciones públicas cuentan con viveros, de los cuales se puede obtener plántones a gran escala, y buscar financiamiento con apoyo de las empresas privadas, o cooperación de organismos no gubernamentales que deseen apoyar.

c) Áreas a Reforestar en la Cuenca del Río Cumbaza.

Dentro de la Cuenca del Río Cumbaza se encuentra una parte del Área Natural Protegida Cordillera Escalera que está bajo la administración del Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo, 10111.88 Ha de su área se encuentra dentro de la Cuenca del Río Cumbaza (Ver Anexo N° 02 – Mapa N° 10), de esta se deforestó 6355.2 Ha (Ver Anexo N° 02 – Mapa N° 11), por lo que debería ser motivo de tomar conciencia ya que se trata de la parte alta de la cuenca.

Los involucrados son los gobiernos locales y las Instituciones Públicas y Privadas que se encuentran dentro del área de la Cuenca del Río Cumbaza, así como aquellas dedicadas a trabajos con relación al medio ambiente, como es el caso del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP), la Universidad Agraria la Molina (UNALM), ARA (Autoridad Regional del Ambiente), también con universidades que cuentan con carreras como agronomía, ingeniería ambiental.

Se sabe que dentro de la cuenca conviven 10 distritos, 6 de la provincia de San Martín y 4 de la provincia de Lamas. Ver Tabla 7.

Tabla 7: Distritos dentro de la Cuenca del Río Cumbaza

PROVINCIA	DISTRITO
San Martín	Juan Guerra
	Shapaja
	Morales
	Tarapoto
	Cacatachi
	La Banda de Shilcayo

	San Antonio
	Cuñumbuqui
Lama	Rumisapa
	Lamas
	San Roque de Cumbaza

FUENTE: Elaboración Propia

d) Obtención de Materiales.

Obtención de Plantones: Actualmente los distritos cuentan con viveros municipales, donde cada municipalidad produce plantas para el mantenimiento de sus parques y jardines, las instituciones mencionadas también cuentan con viveros.

Obtención de compost: A través de los intensivos municipales impulsado por el gobierno nacional, las municipalidades implantaron plantas de producción de compost, usando los residuos orgánicos que producen los mercados y el mantenimiento de los parques y jardines.

e) Plantas que se usará para la reforestación.

Para la reforestación de la Cordillera Escalera se usará los siguiente árboles y palmeras que existen dentro del área de conservación:

Tabla 8: Arboles para la Reforestación de la Cordillera Escalera

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	TIPO
Palmilera	Iriartea sp	Arecaceae	Palmera
Topa / Balsa wood	Ochroma pyramidale	Bombacaceae	Maderable

	Acacia loretensis	Fabaceae	Maderable
Ucshaquiro	Sclerobium paniculatum	Fabaceae	Maderable
Tornillo	Cedrelinga catenaeformis	Fabaceae	Maderable
Ishpingo / Amburana	Amburana cearensis	Fabaceae	Maderable
Copaiba	Copaifera officinalis L.	Fabaceae	Maderable
Huayruro	Ormosia sp.	Fabaceae	Maderable
Estoraque / Bálsamo	Myroxylon balsamum	Fabaceae	Maderable
Ana caspi	Apulia Leiocarpa	Fabaceae	Maderable
Mohena alcanfor	Ocotea costulata	Lauracea	Maderable
Pashaco	Acacis sp.	Leguminosaceae	Maderable
Cedro	Cedrela odorata	Meliaceae	Maderable
Caoba	Swietenia macrophylla	Meliaceae	Maderable
Cumula amarilla	Virola calophylla	Miristáceas	Maderable
Oreja de león	Alseis peruviana	Rubiaceae	Maderable
Capirona	Calycophyllum spruceanum	Rubiaceae	Maderable
Quina quina	Lucuma dolichophylla standley	Sapotaceae	Maderable

Quinilla / Balata	Manilkara bidentata	Sapotaceae	Maderable
-------------------	---------------------	------------	-----------

FUENTE: Elaboración Propia

Se realizaron el plantado de los árboles y palmeras cada 3 metros de distancia, es decir se necesitará 1111 árboles por hectárea, y 7060627 árboles para toda el área que se desea reforestar.

Si las instituciones y gobiernos locales antes mencionados se comprometen a poder producir cierta cantidad de plantados destinado a esta labor, se podría realizar un proyecto a largo plazo. Una propuesta de las cantidades de plantones es la siguiente. Ver Tabla 9.

Tabla 9: Cantidad de Plantones para Donar

MUNICIPALIDADES / INSTITUCIONES	CANTIDAD DE ARBOLES/AÑO
Juan Guerra	20000
Shapaja	20000
Morales	25000
Tarapoto	25000
Cacatachi	20000
La Banda de Shilcayo	25000
San Antonio	20000
Cuñumbuqui	20000
Rumisapa	20000
Lamas	25000
San Roque de Cumbaza	20000
PEHCBM	50000

IIAP	50000
ARA	50000
UNALM	10000
UNSM	10000
UPEU	10000
UCV	10000
TOTAL	430000

FUENTE: Elaboración Propia

Para el primer año se podría recolectar 430000 plantones con el compromiso de los involucrados, a la cual se podría ir aumentando progresivamente año a año y también involucrando a más instituciones públicas y privadas.

El costo para realizar dicha propuesta el primer año es:

Tabla 10: Costo para la Reforestación

Materiales	Cantidad	unidad	Precio unitario	Unidad	Total
Semillas (plantones)	430000	Unidad	0.5	Soles	215000 Soles
compost orgánico	129000	Kg.	0.25	soles	32250 Soles
bolsas de sustrato	430000	Unidad	0.06	soles	25800 Soles
TOTAL					273050

FUENTE: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para esta investigación se usó imágenes satelitales de tipo Landsat 5 y 8, las mismas que fueron automatizadas utilizando las herramientas de sistema de información geográfica con el programa ArcGIS 10.3, lo que nos arrojó un área total de la cuenca de 56726.97 Ha.

Según la Mesozonificación Ecológica Económica de la Cuenca de Cumbaza esta tiene un área de 57120 Ha (PEHCBM P. E., 2008), es decir 393 Ha más de lo calculado en la presente investigación, que representa el 0.68 % superior.

Según el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), menciona que aproximadamente el 70% de la Cuenca del Río Cumbaza son áreas de bosque antrópico en donde ha existido deforestación con el fin de habilitar tierras de cultivo. En el caso de recarga para la captación de Lamas, la deforestación ha permitido habilitar áreas para el pastoreo. Deforestación y quema del bosque primario, estas fueron actividades comunes con el ingreso de migrantes de la sierra hacia la Amazonía en busca de tierras para trabajar y producir (agricultura) por ejemplo cultivos de café, cocales o para habilitar áreas para el pastoreo. (CONDESAN, 2014)

Según los resultados obtenidos en esta investigación, el área degradada para el año 2016 representa el 87.88% del área total de la cuenca, y si tenemos en cuenta el trabajo realizado por el CONDESAN en el año 2014, se observa que el resultado que se obtuvo para el área deforestada en la cuenca en la presente investigación es de 81 %, es decir 10% más de lo que ellos indican, esto puede ser porque en dicho trabajo no mencionaron el año que tomaron de referencia para esa afirmación.

Según Teotista Doménika Berrú Chávez del Equipo Técnico de la Dirección de Medio Ambiente del Proyecto Huallaga Central y Bajo Mayo, en su presentación en el Interclima 2016, muestra que la tasa de deforestación entre años 1977 – 2005 es de 410.110 Ha por año,

en el mismo cuadro muestra que en el año 2007 el área no deforestada de la Cuenca de Cumbaza era de 13503.75 Ha. (Chávez, 2016)

Según nuestros resultados del año 2008 - 2016 la tasa de deforestación fue de 749.97 Ha por año, es decir 330 Ha más de lo que se deforestaba antes, y si comparamos las áreas de bosque del año 2007 con el año 2008 vemos que ese año la disminución fue de 296.44 Ha, es decir que, si se cumple con la disminución de los bosques todos años, aunque el resultado es menor al promedio.

Según la Política Regional de San Martín, aprobada con Ordenanza Regional N°15-2012-GRSM/CR la que contiene dos grandes políticas desarrolladas: “EL TERRITORIO Y SUS POTENCIALIDADES” y “GOBERNANZA DE LA GESTIÓN TERRITORIAL PARA EL DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE” (GRSM, 2012)

En estas se menciona los siguientes lineamientos:

- Articulación de los instrumentos y herramientas de planificación del territorio de los Gobiernos Locales con las políticas territoriales regionales, que permita armonizar la gestión territorial sostenible en San Martín. (GRSM, 2012)
- Prohibir el asentamiento o reconocimiento legal de nuevos grupos poblacionales ubicados en zonas riesgosas y/o priorizadas para la protección, por constituir importantes cabeceras de cuenca o ecosistemas frágiles según la normativa nacional, regional y local; así como la prohibición de infraestructura y servicios que consolide tales localizaciones. (GRSM, 2012)
- Priorizar la aplicación de mecanismos legales y/o incentivos en la prevención y disuasión en la ocupación o asentamiento en zonas de riesgo y/o priorizadas para la protección por constituir importantes cabeceras de cuenca o ecosistemas frágiles; con

participación efectiva los Gobiernos Locales, organizaciones de base e instituciones públicas y privadas. (GRSM, 2012)

- Desarrollar estrategias de gestión territorial, en articulación con los Gobiernos Locales, para contribuir en la erradicación de actividades ilícitas, que generan impacto negativo ambiental, económico y social. (GRSM, 2012)
- Garantizar la conservación y protección del ambiente articulando esfuerzos con los diferentes niveles de gobierno. (GRSM, 2012)
- Promover la recuperación, conservación, investigación y uso racional de los recursos naturales, garantizando los procesos ecológicos y la prestación de los servicios ambientales. (GRSM, 2012)
- Implementar el ordenamiento territorial para orientar el uso y ocupación del territorio, que permita controlar el flujo migratorio, la deforestación y conflictos socio-ambientales. (GRSM, 2012)

En nuestra propuesta es poner en práctica lo que señala la mencionada Política Territorial Regional, con la finalidad de poder conservar y recuperar nuestros bosques en zonas estratégicas, en este caso es en el área de la ANP Cordillera Escalera, con el trabajo conjunto del sector público y privado.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que durante los años 2008-2016 los bosques de la Cuenca del Río Cumbaza han disminuido de 13800.19 Ha a 7050.5 Ha, es decir, se perdió 6749.49 Ha de bosques, se puede decir que durante ese período de tiempo los bosques dentro de la Cuenca del Río Cumbaza disminuyeron el 50% aproximadamente.
2. Con los datos obtenidos de la pérdida de bosques en la Cuenca del Río Cumbaza se obtiene que el índice de deforestación de la Cuenca del Río Cumbaza es de 749.97 Ha/año, es decir si se continua a este ritmo la Cuenca del Río Cumbaza quedaría sin bosques el año 2025.
3. Para poder combatir el problema de la deforestación en la Cuenca del Río Cumbaza es necesario el trabajo articulado de los gobiernos locales, entidades públicas y privadas, para esto se requiere contar con un plan de conservación y reforestación de los bosques dentro de la Cuenca del Río Cumbaza.

Para la reforestación se escoge como prioridad el Área Natural Protegida que se encuentra dentro de la Cuenca del Río Cumbaza que es la Cordillera Escalera, el cual dentro de la Cuenca se deforestó 6355.2 Ha de bosque. Para recuperar los bosques de dicha área es necesario 7060627 de árboles, pero como propuesta se tiene empezar el primer año con 430000 árboles.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que esta tesis pueda ser utilizada para línea base del estado de la Cuenca del Río Cumbaza, con el fin de dar a conocer a las autoridades que tienen la función de velar por la protección de los bosques, y el desarrollo sostenible de los distritos, provincias y región en la que se encuentra.
2. Realizar un plan de manejo de cuenca con el fin de disminuir la tasa de crecimiento de la deforestación dentro de la Cuenca del Río Cumbaza, ya que si este problema no se detiene hasta el 2025, la Cuenca del Río Cumbaza quedaría sin bosques.
3. Crear zonas donde se pueda aprovechar nuestros bosques sin necesidad de deforestarlos, impulsando el turismo, experiencias vivenciales, estudios científicos, etc., con el fin de preservar la flora y fauna que existe dentro de la Cuenca del Río Cumbaza.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquabook. (2016). *Aquabook*. Obtenido de http://aquabook.agua.gob.ar/377_0
- Aquino Illescas, V. H. (2013). *Análisis Espacio – Temporal del Cambio de Uso de Suelo por Expansión Urbana-Migración-Deforestación en el Suelo de Conservación del Distrito Federal*. México, D.F.: Tesis para obtener el Grado de Máster - Centro Publico de Investigación CONACYT.
- Aragón, M. L. (2013). *Monitoreo de la Deforestación Mediante Técnicas Geomáticas en u. Nuevo León*; México.
- Atehortúa, F. H., & Villegas, A. M. (2012). *Metodología de la Investigación: más que una receta*. Medellín: AD-minister.
- Becerra, E. H. (1993). *Monitoreo y Evaluación de Logros en Proyectos de Ordenación de Cuencas Hidrográficas*. Mérida, Venezuela.
- Biogeografía. (2011). Obtenido de <http://biogeografia.netau.net/geobotanica12.html>
- Castillo Santiago, M. A. (2009). *Análisis con Imágenes Satelitales de los Recursos Forestales en el Trópico Húmedo de Chiapas: Un Estudio de caso en Marqués de Comillas*. México, D.F.: Tesis para obtener el Grado de Doctor - Universidad Nacional Autónoma de México.
- CATIE. (1992). *Proyecto: Principales Aspectos de la Deforestacion Actual en Costa RICA*. Turrialba, Costa Rica.
- Centro de Investigaciones Geoespaciales. (Agosto de 2002). *Introducción a las Imágenes Satelitales*. Santo Domingo, República Dominicana.
- CGMC. (2015). *Comité de Gestion de la Microcuenca del Cumbaza*. Obtenido de <http://comitecumbaza.org/comite-gestion/>
- Chávez, T. D. (Noviembre de 2016). *Inversión en Infraestructura Natural en la Micro Cuenca del Río Cumbaza*. San Martín, Perú.
- CNICE. (1996). *Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa* . Obtenido de http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/proces_td.htm
- CONDESAN, C. p. (2014). *Informe del DHR en la Microcuenca del Río Cumbaza*. Lima, Perú.
- Coutiño Román, L. (2013). *Análisis Multisectorial de Imágenes Satelitales en Estudios Ambientales*. México, D.F.: Tesina para obtener el Grado de Especialista en Sanitaria y Ambiental - Universidad Nacional Autónoma de México.
- Faustino, J. (1996). *Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales*. Turrialba; Costa Rica: CATIE.
- Faustino, J., & Jiménez, F. (2010). *Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Turrialba; Costa Rica: CATIE.

- Greenpeace. (31 de Marzo de 2014). *greenpeace.es*. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/2014/Report/cambio-climatico/GTII%20IPCC%20bosques.pdf>
- GRSM, G. R. (2012). *Política Territorial Regional de San Martín*. Moyobamba: El Peruano.
- Hernández Rodríguez, O. P. (2012). *Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal del Municipio del Distrito Central Años 1987 y 2006*. Tegucigalpa, Honduras: Tesis para obtener del Grado Máster - Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- INEI. (01 de 09 de 2016). *Pérdida de Bosques por años, según Departamento, 2001 - 2014*. Obtenido de <https://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/deforestacion-reforestacion-y-bosques-8301/>
- INEI, I. N. (12 de Aril de 2019). *INEI*. Obtenido de <http://censos2017.inei.gov.pe/redatam/>
- Info Bosques. (2015). Recuperado el Julio de 2018, de <http://infobosques.com/portal/infobosques/clasificacion-de-bosques/>
- Kanninen, M. e. (2007). *¿Crecen los Árboles sobre el Dinero? Implicaciones de la Investigación sobre deforestación en las medidas para promover la REDD*. Bogo, Indonesia: Center for International For International Forestry Research (CIFOR).
- López, J. C. (2016). *Comparativa de sensores espaciales de diferente resolución espectral en la exploración minera*. Manresa: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Mas Monsonis, M. (2017). *Uso de la Teledetección y los SIG en la Vigilancia de la Calidad del Agua: Aplicación al Mar Menor*. Cartagena; España: Universidad Politécnica de Cartagena.
- MINAM - MINAGRI. (2011). *El Perú de los Bosques*. Lima; Perú. Recuperado el 2017
- MINAM, A. M. (2014). *Perú Reino de Bosques*. Lima; Perú: Aza Graphic Perú SAC.
- Ministerio del Ambiente (MINAM); Ministerio de Agricultura (MINAG). (2011). *El Perú de los Bosques*. Lima; Peru: Mohawk Options.
- Miranda Aragón, L. (2013). *Monitoreo de la Deforestación Mediante Técnicas Geomáticas en una Porción de la Región Centro - Norte de México*. San Luis Potosí, México: Tesis para obtener el Grado de Doctor - Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Morey, M. D., Guimaraes, R. N., & Gómez, G. M. (2016). *Plan de Adaptación al Cambio Climático en la Microcuenca del Cumbaza*. Tarapoto: USAID.
- MPSM, M. P. (2011). *Propuesta de Acondicionamiento Territorial*. Tarapoto: MPSM.
- Municipalidad Provincial de San Martín. (07 de 06 de 2011). *Plan de Acondicionamiento Territorial*. Obtenido de http://www.mpsm.gob.pe/architrans/EDICION_FINAL_PAT/DIAGNOSTICO_VOL_I/PAT_CAPITULO_3_1_FISICO_ESPACIAL_TARAPOTO.pdf

- Pardo, S. C. (2010). *Deforestación Evitada. Una Guía REDD + Colombia*. Bogotá, Colombia.
- PEHCBM, P. E. (2007). *Evaluación y Caracterización Climática - Mesozonificación Ecológica Económica Sub Cuenca del Cumbaza*. San Martín: PEHCBM.
- PEHCBM, P. E. (2008). *Propuesta de Mesozonificación Ecológica Económica*. San Martín: PEHCBM.
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. (2003). *Uso de Suelo*. México.
- Ramakrishna, B. (1997). *Estrategias de Extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas*. San José; Costa Rica: IICA.
- Ramírez Forero, S. C. (2012). *Análisis de Patrones de Cambio de Cobertura Vegetal en el Área Tropical Costera de Tulum*. México, D.F.: Tesis para obtener el Grado de Máster - Centro Público de Investigación CONACYT.
- Rojas, G. A., & Iza, A. (2009). *Derecho Ambiental en Centroamérica - Tomo I*. Moravia; Costa Rica: UICN.
- Salinero, C. (2008). *Teledetección Ambiental - 3ª Edición*. Barcelona; España: Ariel Ciencia.
- Sampieri, R. H., & Lucio, C. F. (2006). *Metodología de la Investigación 4ª Edición*. Mexico: McGraw-Hill.
- Sandoval, P. J., & González, J. A. (2012). *Principios y Aplicaciones de la Percepción remota en el Cultivo de la Caña de Azúcar en Colombia*. Cali; Colombia: Feiva S.A.
- Sheng, T. C. (1992). *Manual de Campo para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas*. Roma; Italia: FAO.
- Sobrino, J. A. (2001). *Teledetección*. Valencia; España: Guada Impresores S.L.
- Solís, J. N. (2001). *Manejo y Conservación de Suelos*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia - EUNED.
- Solís, J. N. (2001). *Manejo y Conservación de Suelos*. San José; Costa Rica: EUNED.
- U.S.Geological-Survey. (s.f.). *USGS*. Obtenido de <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- UICN. (2009). *Derecho Ambiental en Centroamérica - Tomo I*. San José; Costa Rica: Diseño Editorial S.A.
- Villegas, Z., & Mostacedo, B. (2011). *Diagnóstico de la situación actual sobre políticas, información, avances y necesidades futuras sobre MRV en Bolivia*. Bogor; Indonesia: CIFOR.

IX. ANEXOS

ANEXO N°01 – Imágenes Satelitales

Imagen Landsat de la Cuenca del Río Cumbaza -2008

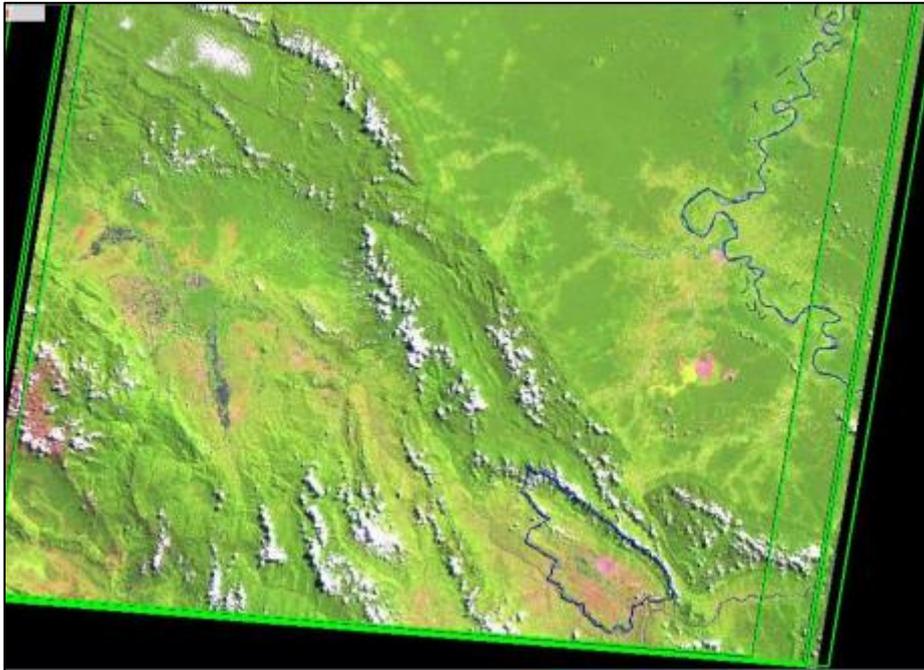


Imagen Landsat de la Cuenca del Río Cumbaza -2009

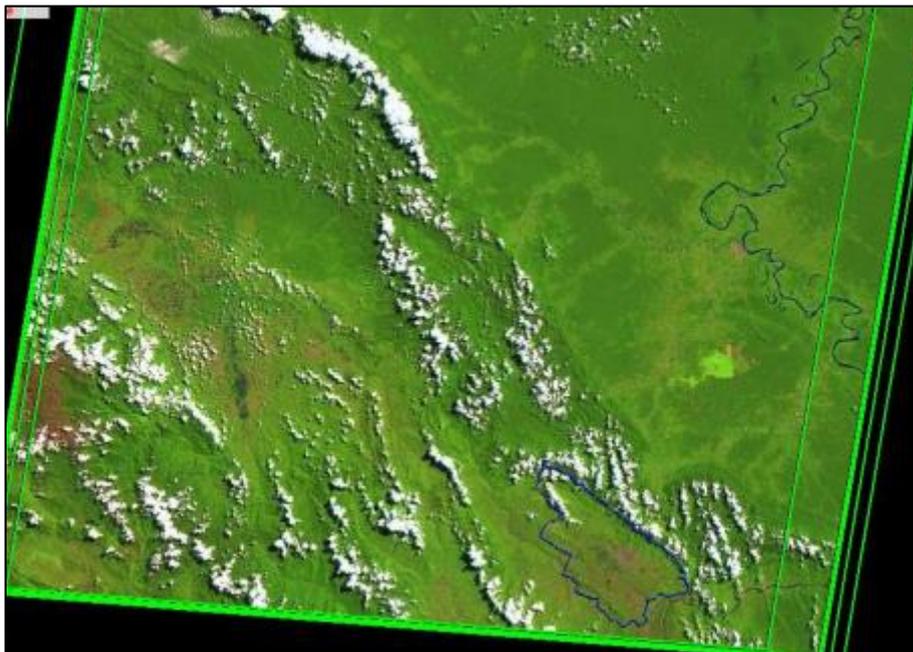


Imagen Landsat de la Cuenca del Río Cumbaza -2010

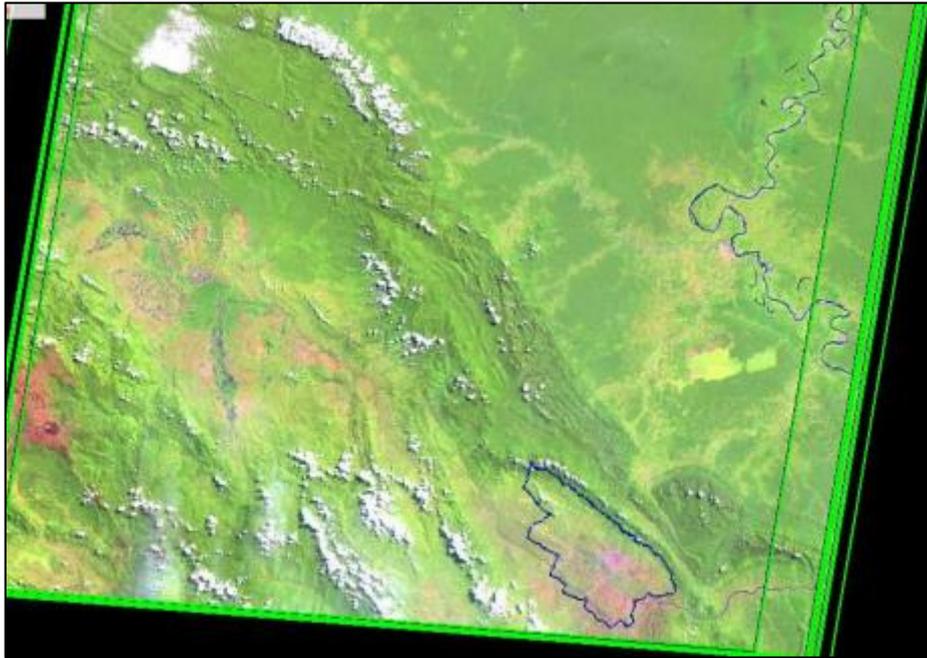


Imagen Landsat de la Cuenca del Río Cumbaza -2011



Imagen Landsat de la Cuenca del Río Cumbaza -2013

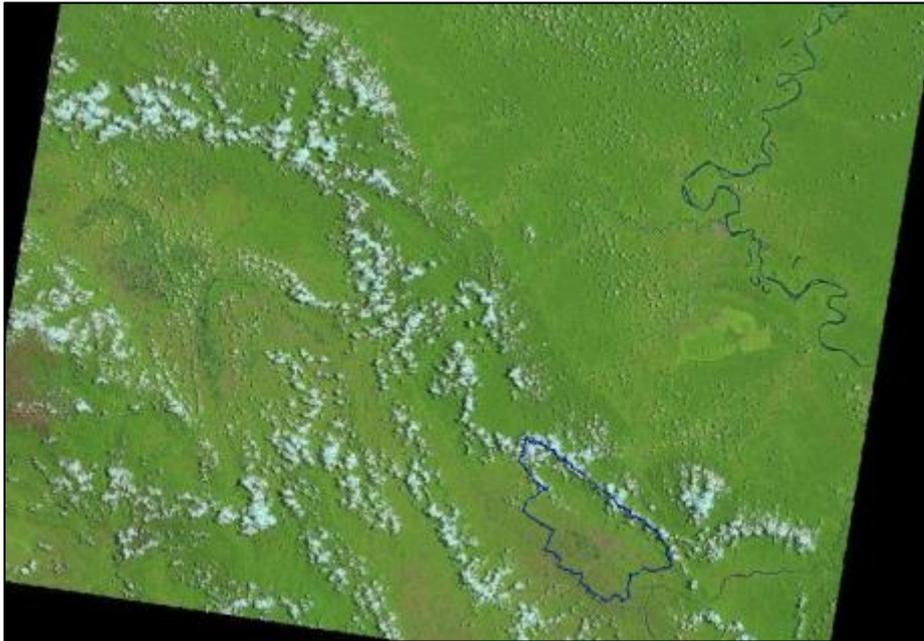


Imagen Landsat de la Cuenca del Río Cumbaza -2014

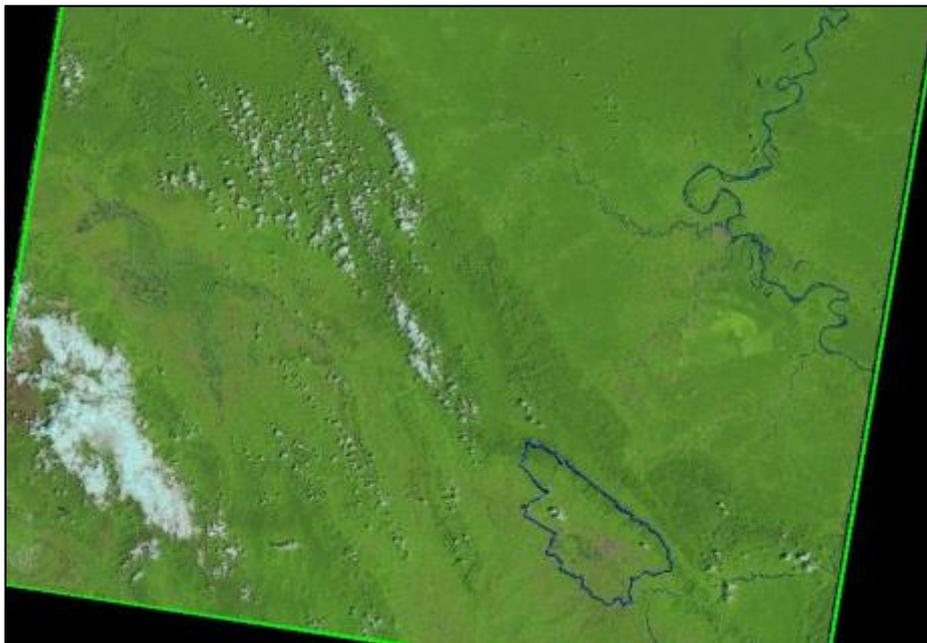


Imagen Landsat de la Cuenca del Río Cumbaza -2015

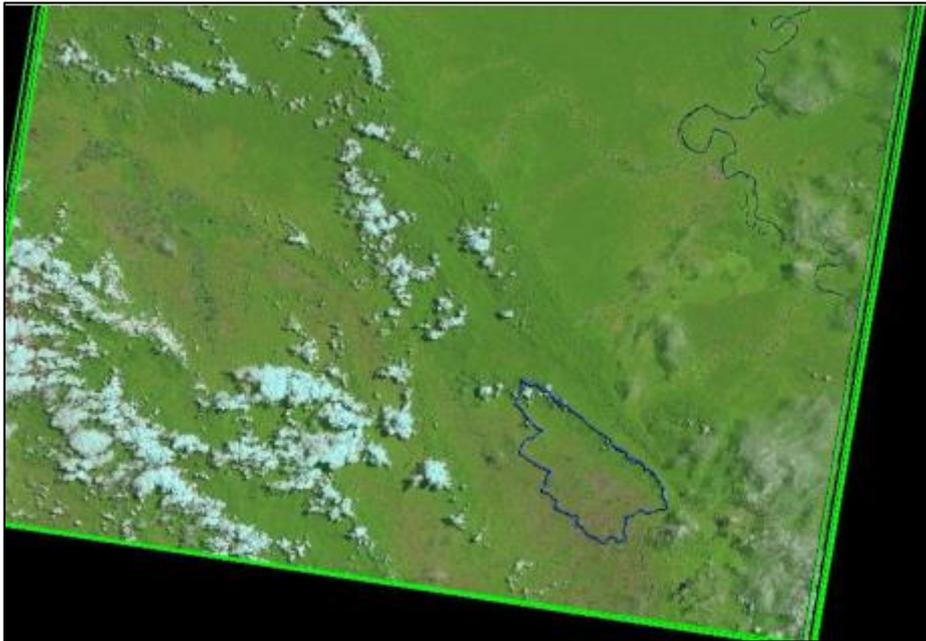


Imagen Landsat de la Cuenca del Río Cumbaza -2016

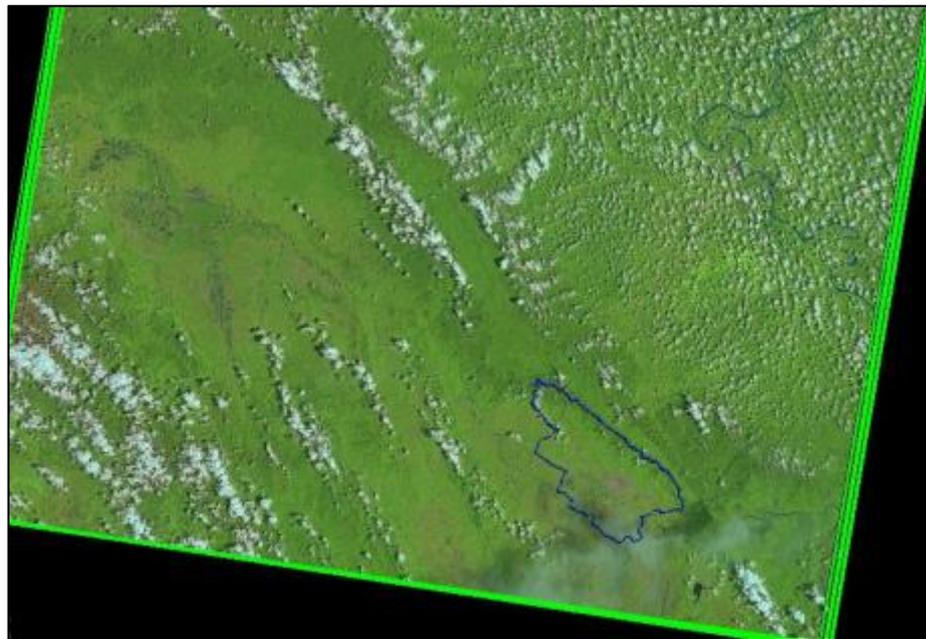
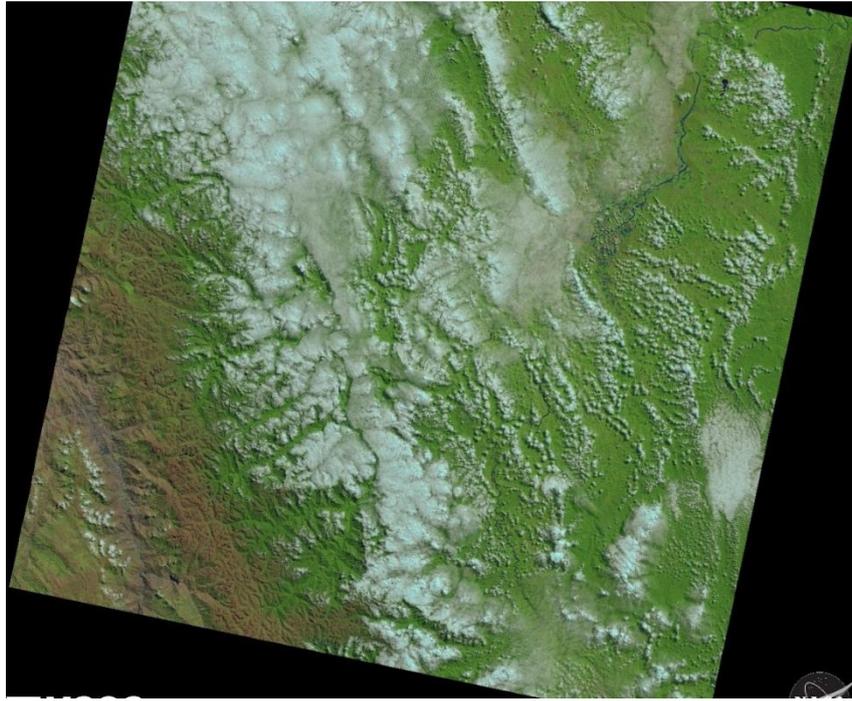
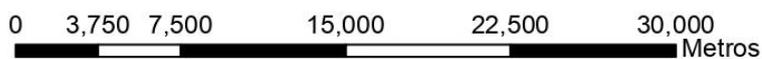
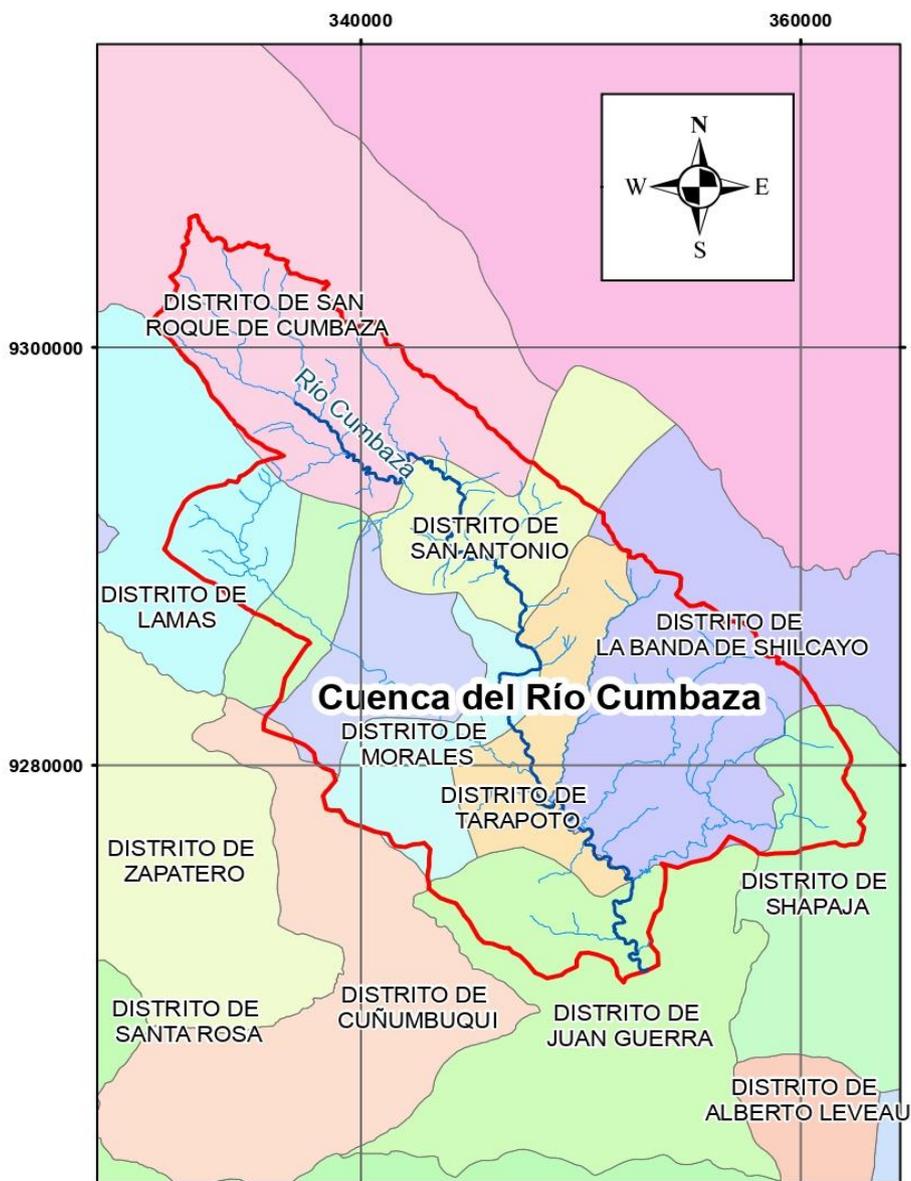


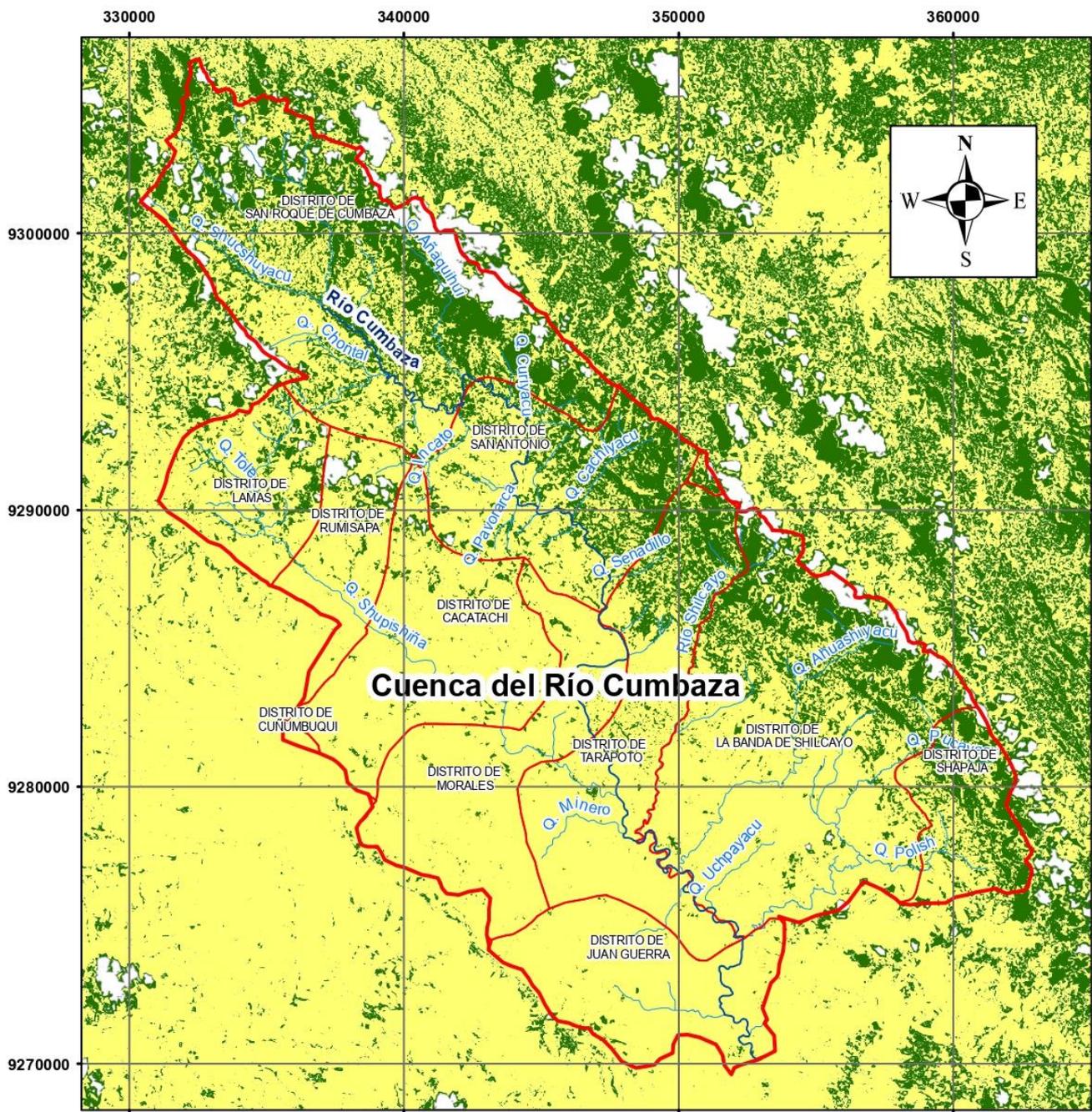
Imagen Landsat de la Cuenca del Río Cumbaza -2017



ANEXO N°02 – Mapas Procesada



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
MINAM - IGN WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	01
ESCALA			
1:300000			



LEYENDA

Límite de la Cuenca

Río Cumbaza

Afluentes del Río Cumbaza

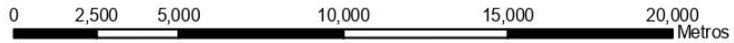
Cuenca del Río Cumbaza - 2008

Clasificación

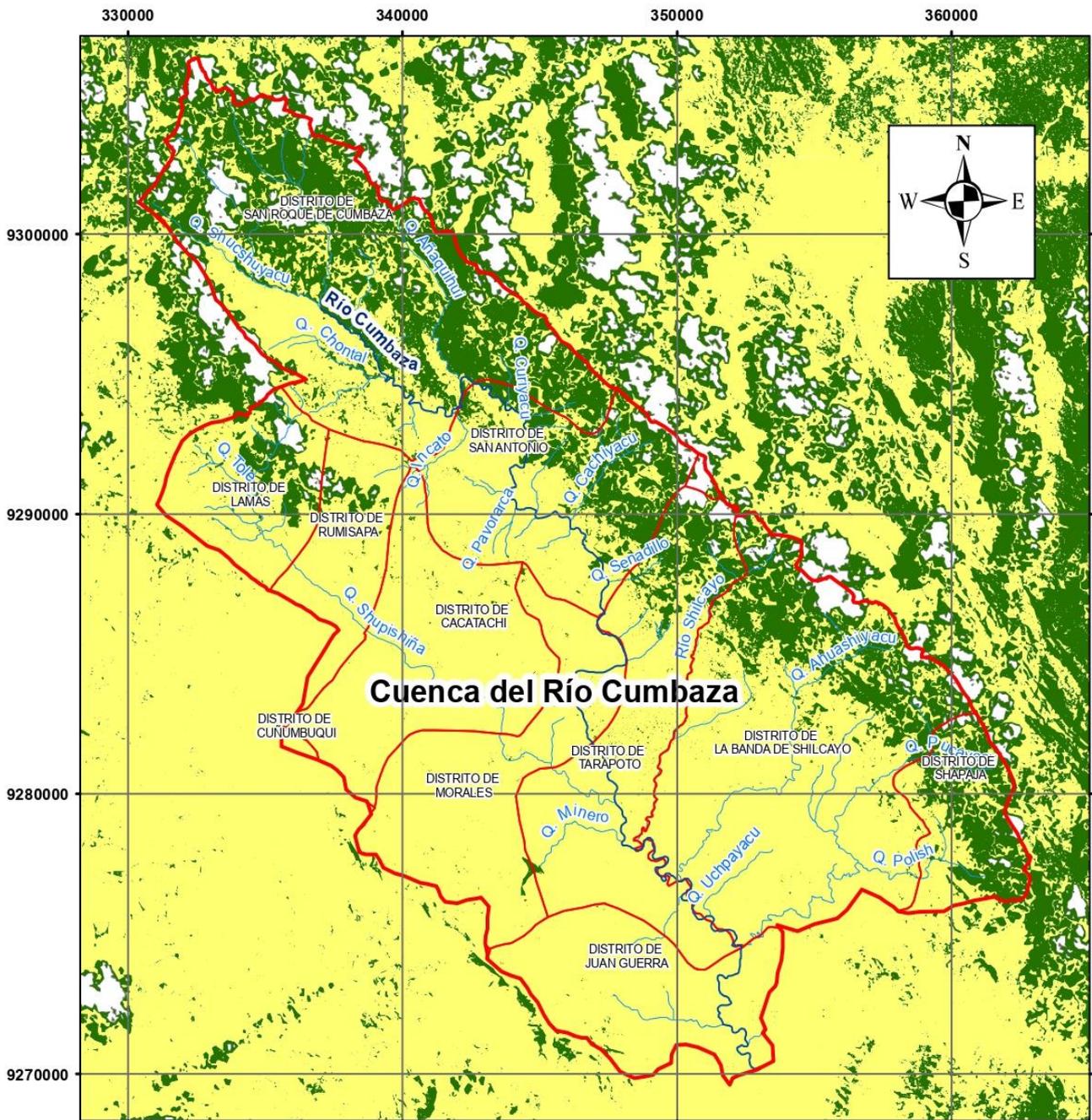
Bosque

No bosque

Nube



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE BOSQUE Y NO BOSQUE - 2008			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
Earth Explorer WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	02
ESCALA 1:200000			



LEYENDA

Límite de la Cuenca

Río Cumbaza

Afluentes del Río Cumbaza

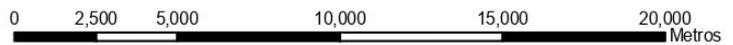
Cuenca del Río Cumbaza - 2009

Clasificación

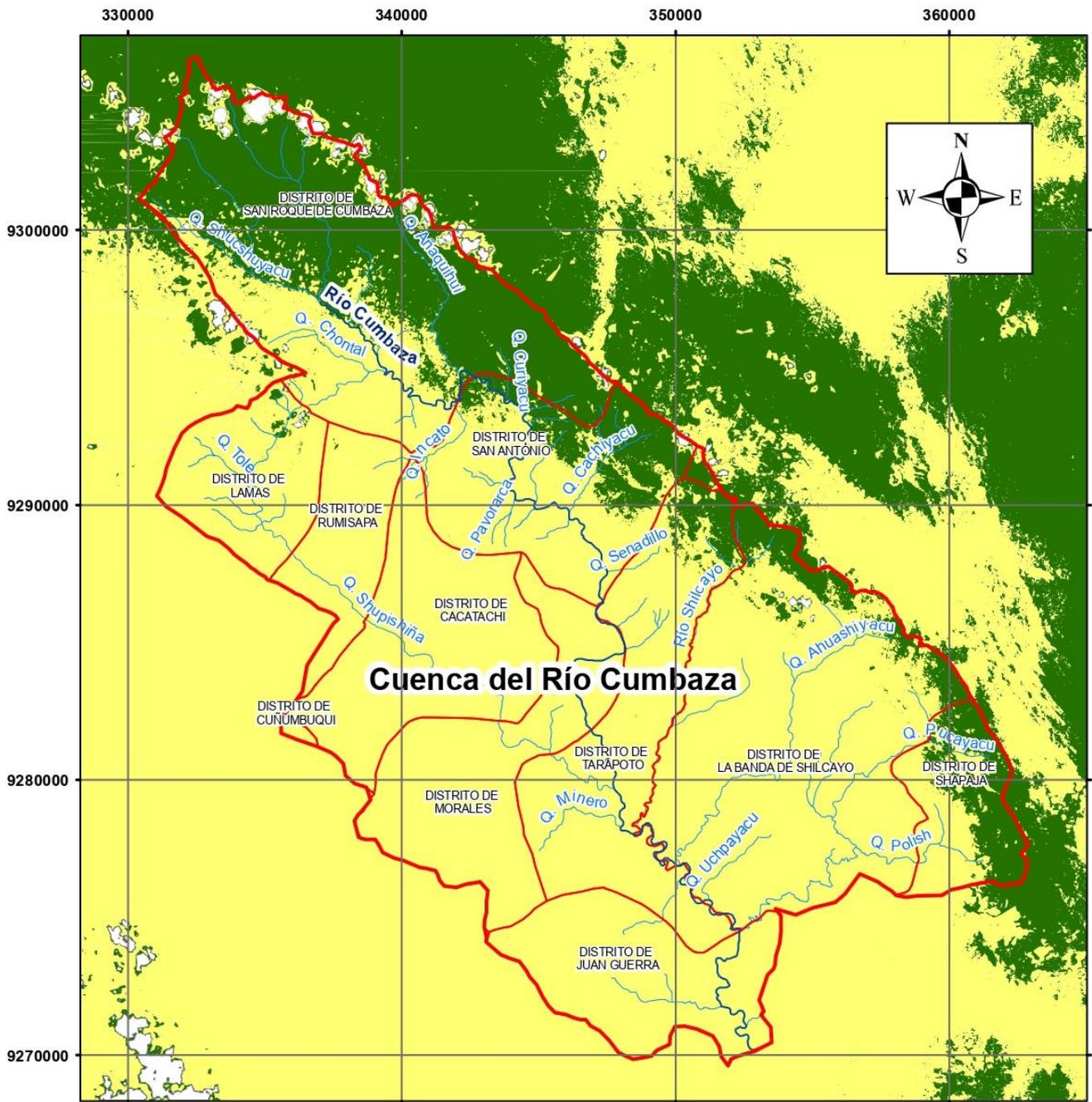
Bosque

No bosque

Nube



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE BOSQUE Y NO BOSQUE - 2009			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
Earth Explorer WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	03
ESCALA			
1:200000			



LEYENDA

Límite de la Cuenca

Río Cumbaza

Afluentes del Río Cumbaza

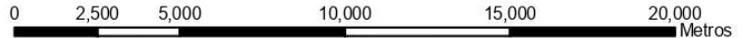
Cuenca del Río Cumbaza - 2010

Clasificación

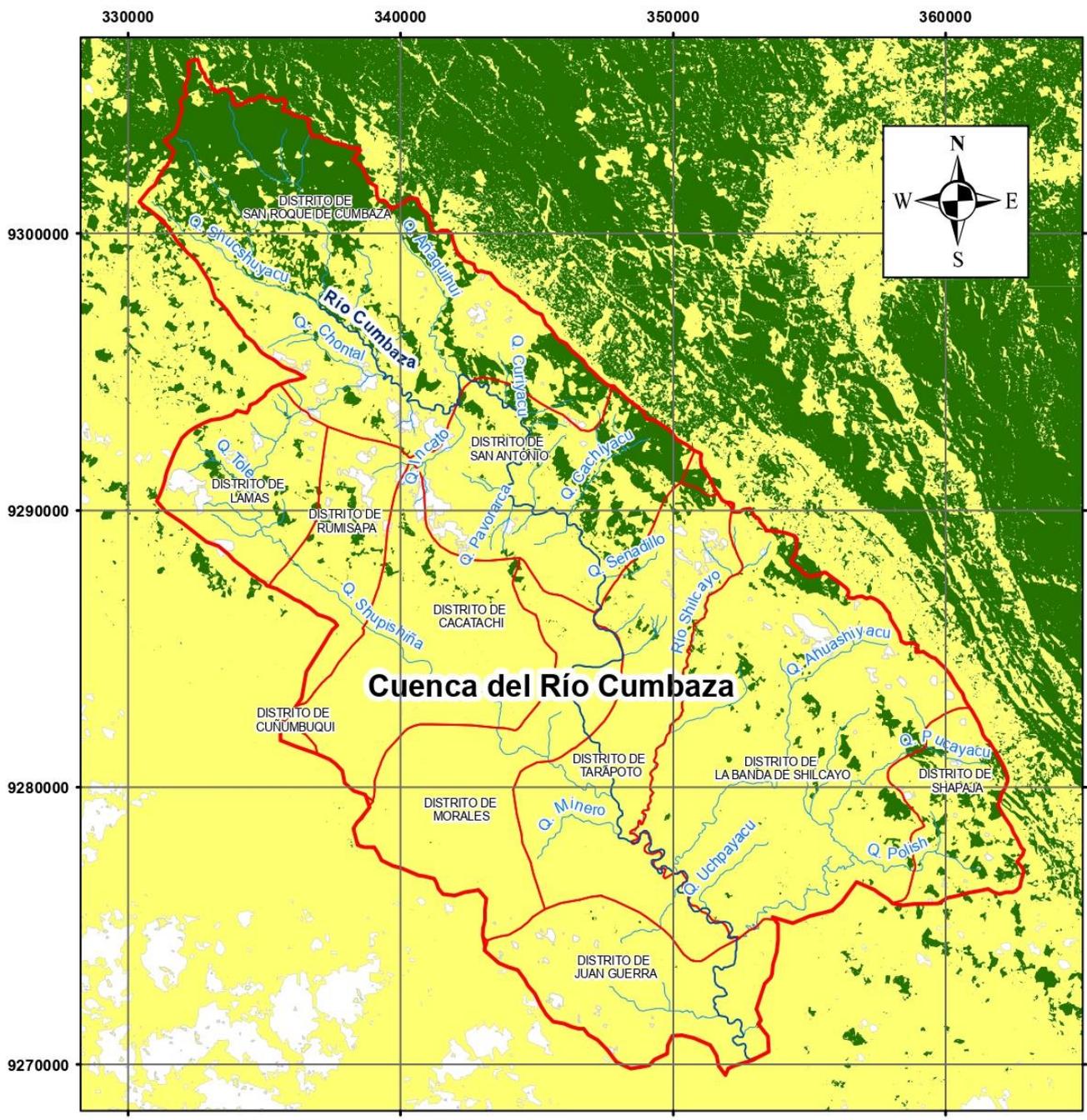
Bosque

No bosque

Nube



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE BOSQUE Y NO BOSQUE - 2010			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
Earth Explorer WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	04
ESCALA			
1:200000			



LEYENDA

Limite de la Cuenca

Río Cumbaza

Afluentes del Río Cumbaza

Cuenca del Río Cumbaza - 2011

Clasificación

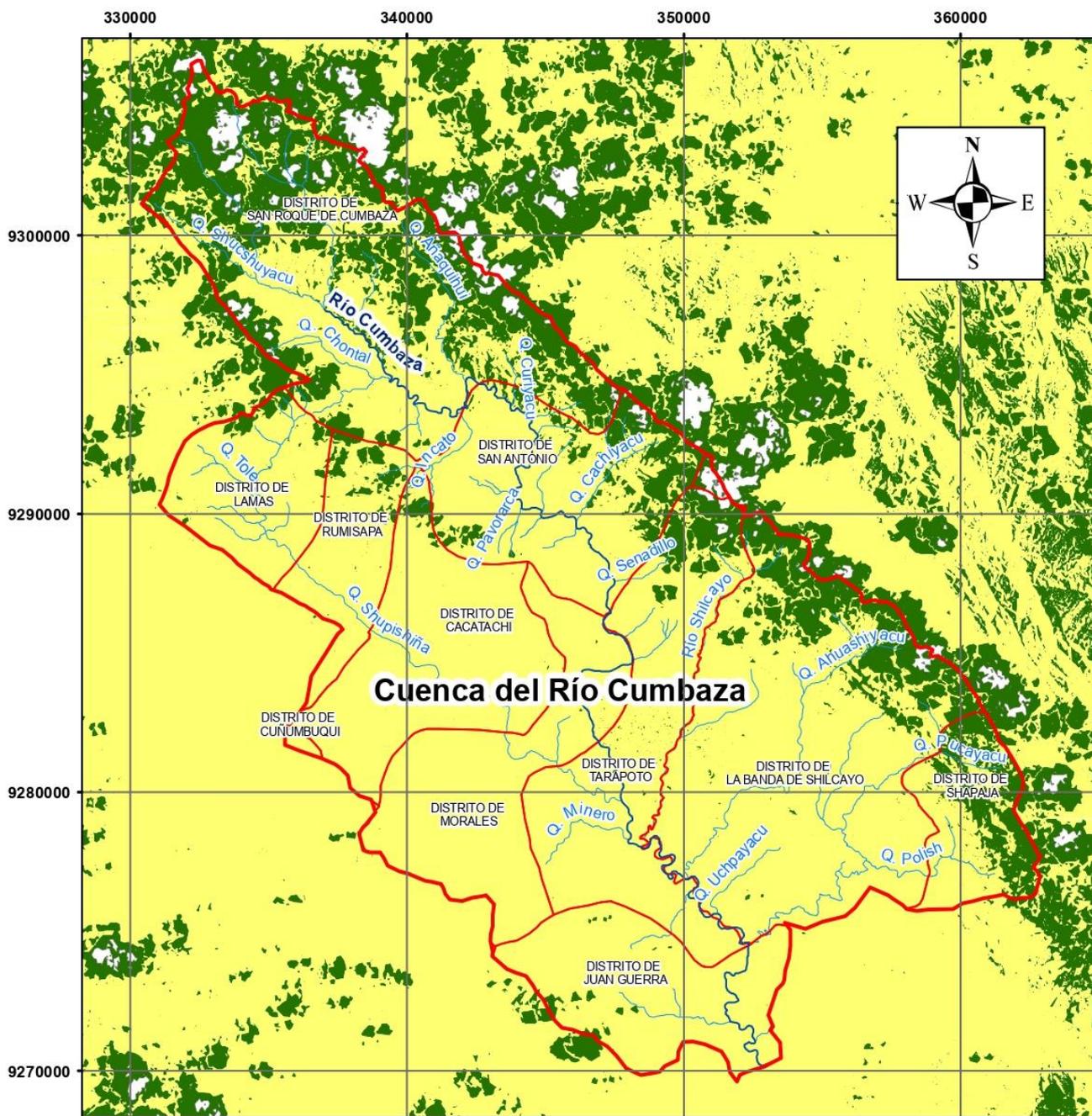
Bosque

No bosque

Nube



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE BOSQUE Y NO BOSQUE - 2011			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
Earth Explorer WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	05
ESCALA			
1:200000			



LEYENDA

Límite de la Cuenca

Río Cumbaza

Afluentes del Río Cumbaza

Cuenca del Río Cumbaza - 2013

Clasificación

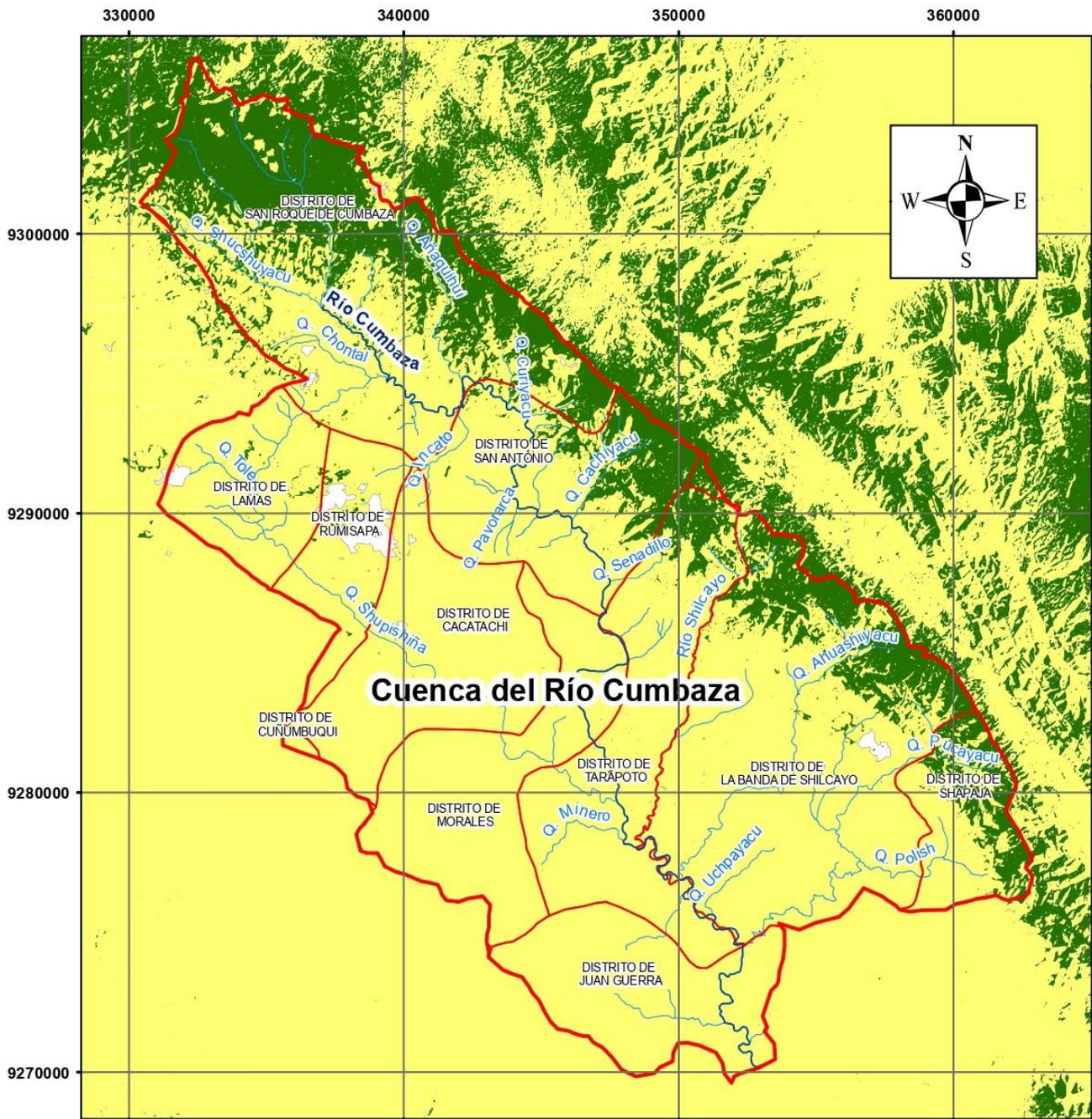
Bosque

No Bosque

Nube



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE BOSQUE Y NO BOSQUE - 2013			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
Earth Explorer WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	06
ESCALA			
1:200000			



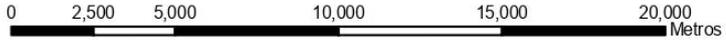
LEYENDA

- Límite de la Cuenca
- Río Cumbaza
- Afluentes del Río Cumbaza

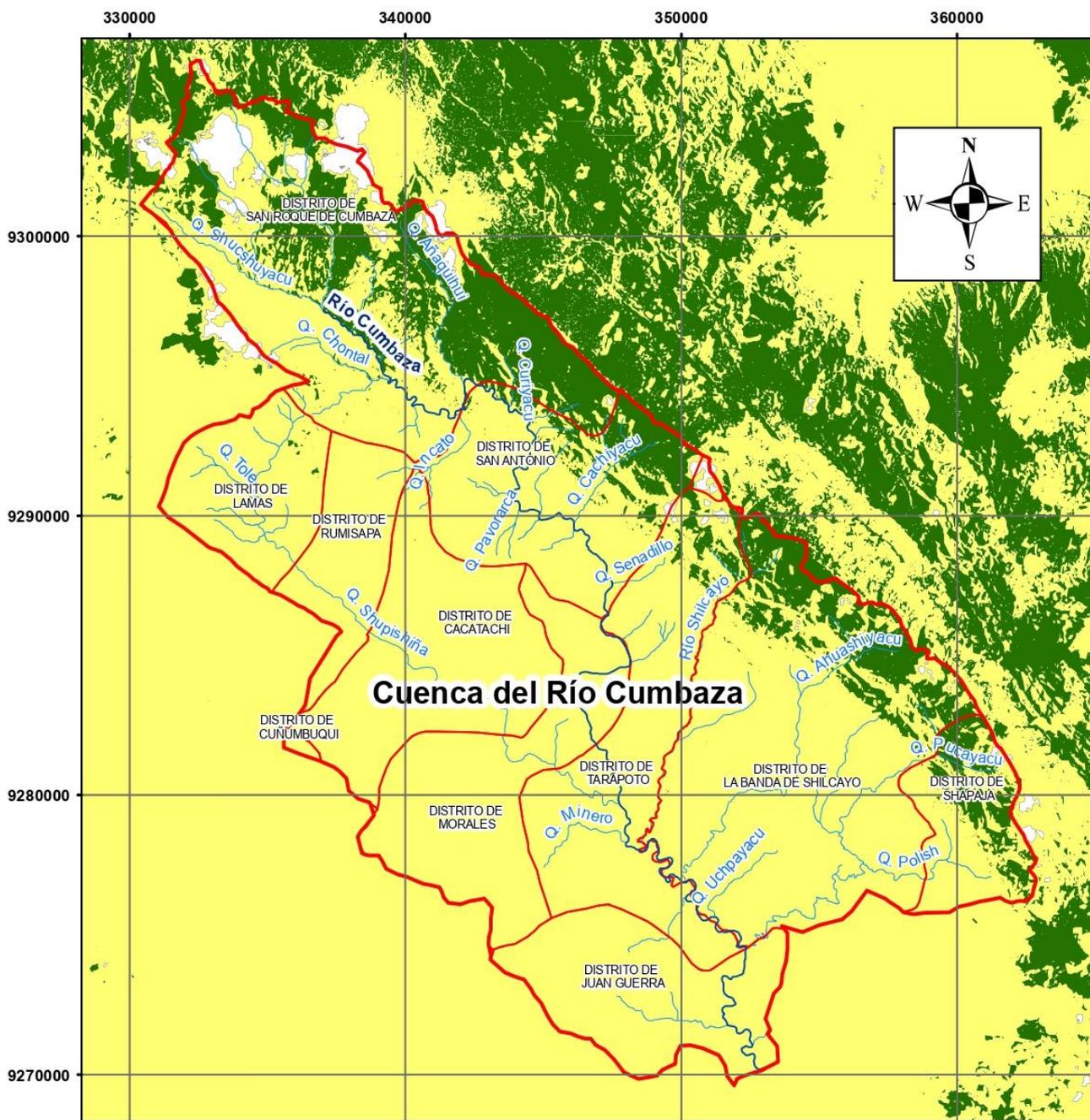
Cuenca del Río Cumbaza - 2014

Clasificación

- Bosque
- No bosque
- Nube



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE BOSQUE Y NO BOSQUE - 2014			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
Earth Explorer WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	07
ESCALA			
1:200000			



LEYENDA

- Límite de la Cuenca
- Río Cumbaza
- Afluentes del Río Cumbaza

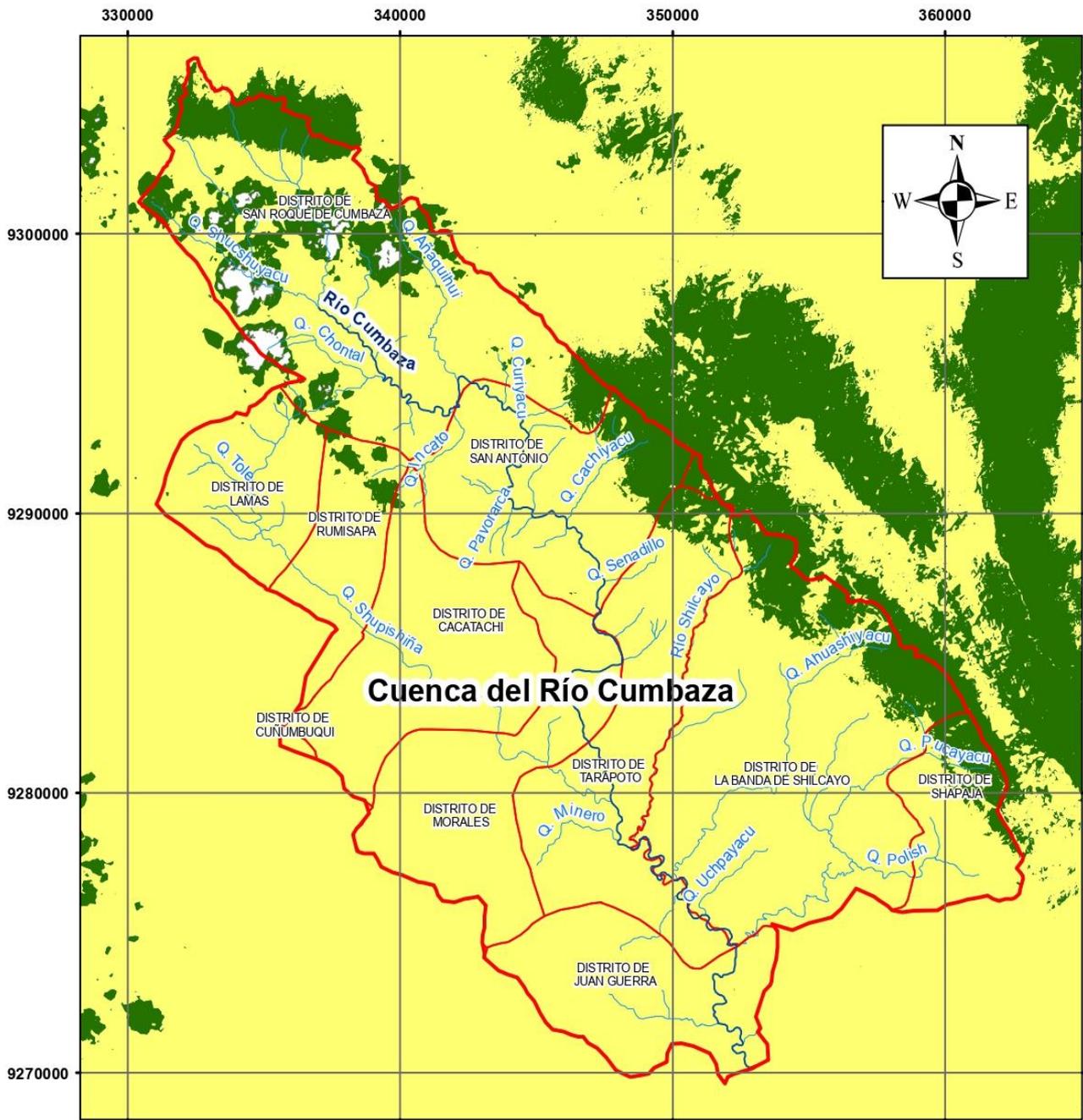
Cuenca del Río Cumbaza - 2015

Clasificación

- Bosque
- No bosque
- Nube



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE BOSQUE Y NO BOSQUE - 2015			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
Earth Explorer WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	08
ESCALA 1:200000			



LEYENDA

Límite de la Cuenca

Río Cumbaza

Afluentes del Río Cumbaza

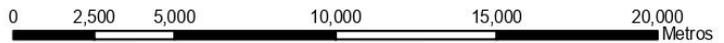
Cuenca del Río Cumbaza - 2016

Clasificación

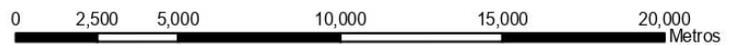
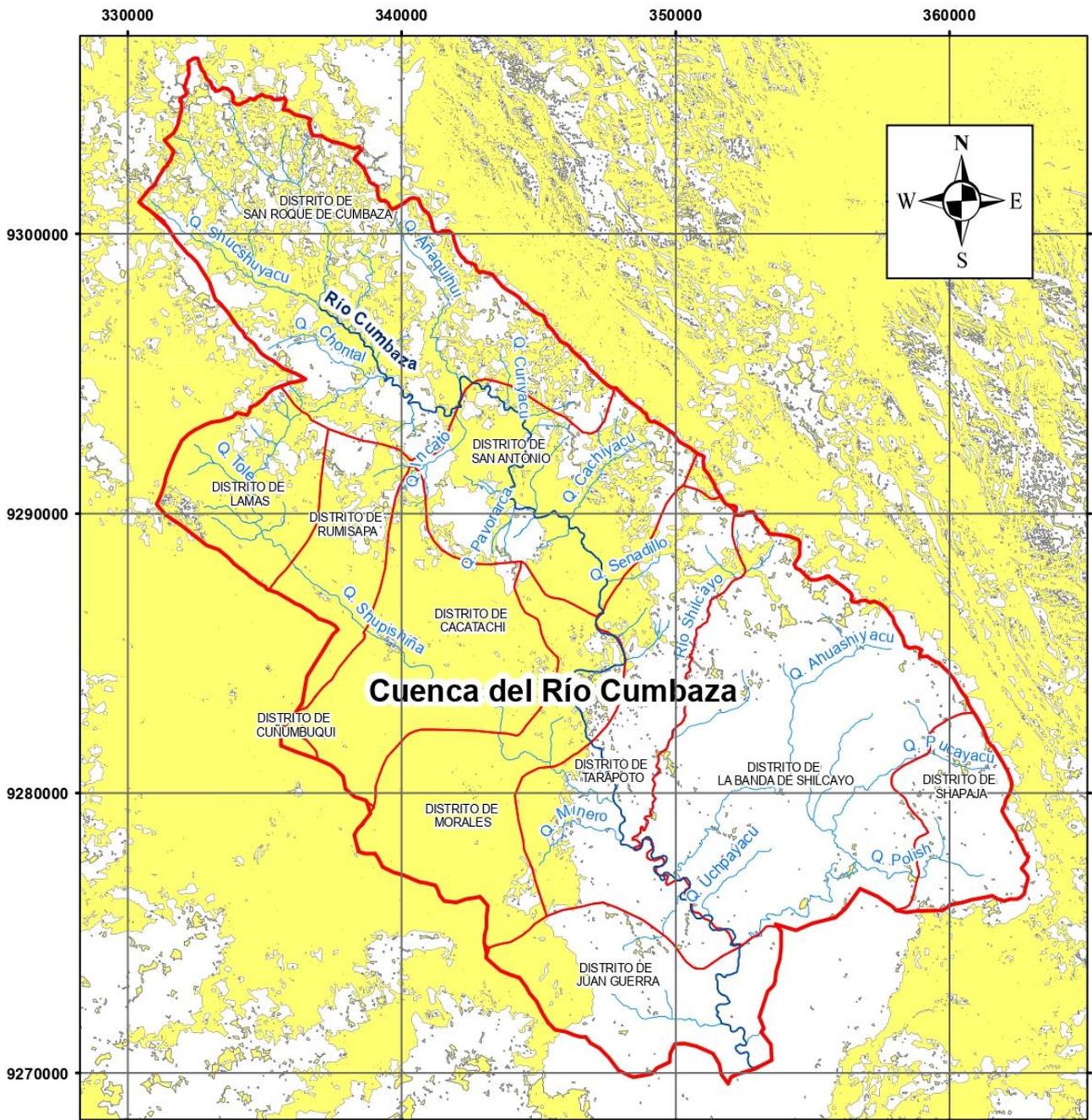
Bosque

No bosque

Nube



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE BOSQUE Y NO BOSQUE - 2016			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
Earth Explorer WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	09
ESCALA			
1:200000			



LEYENDA

Límite de la Cuenca

Río Cumbaza

Afluentes del Río Cumbaza

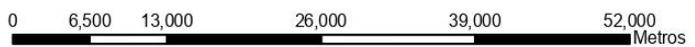
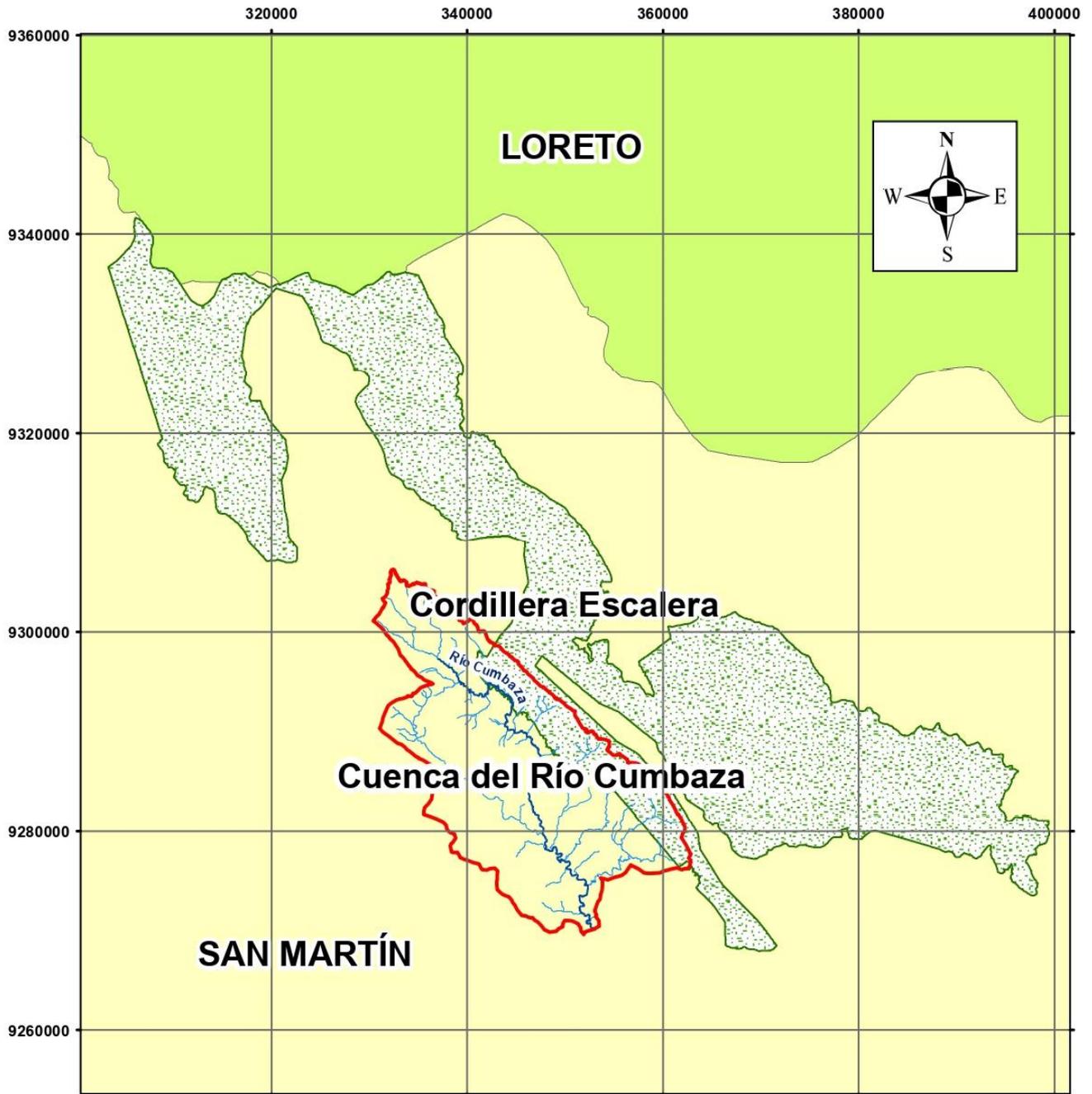
Cuenca del Río Cumbaza - 2017

Clasificación

No bosque

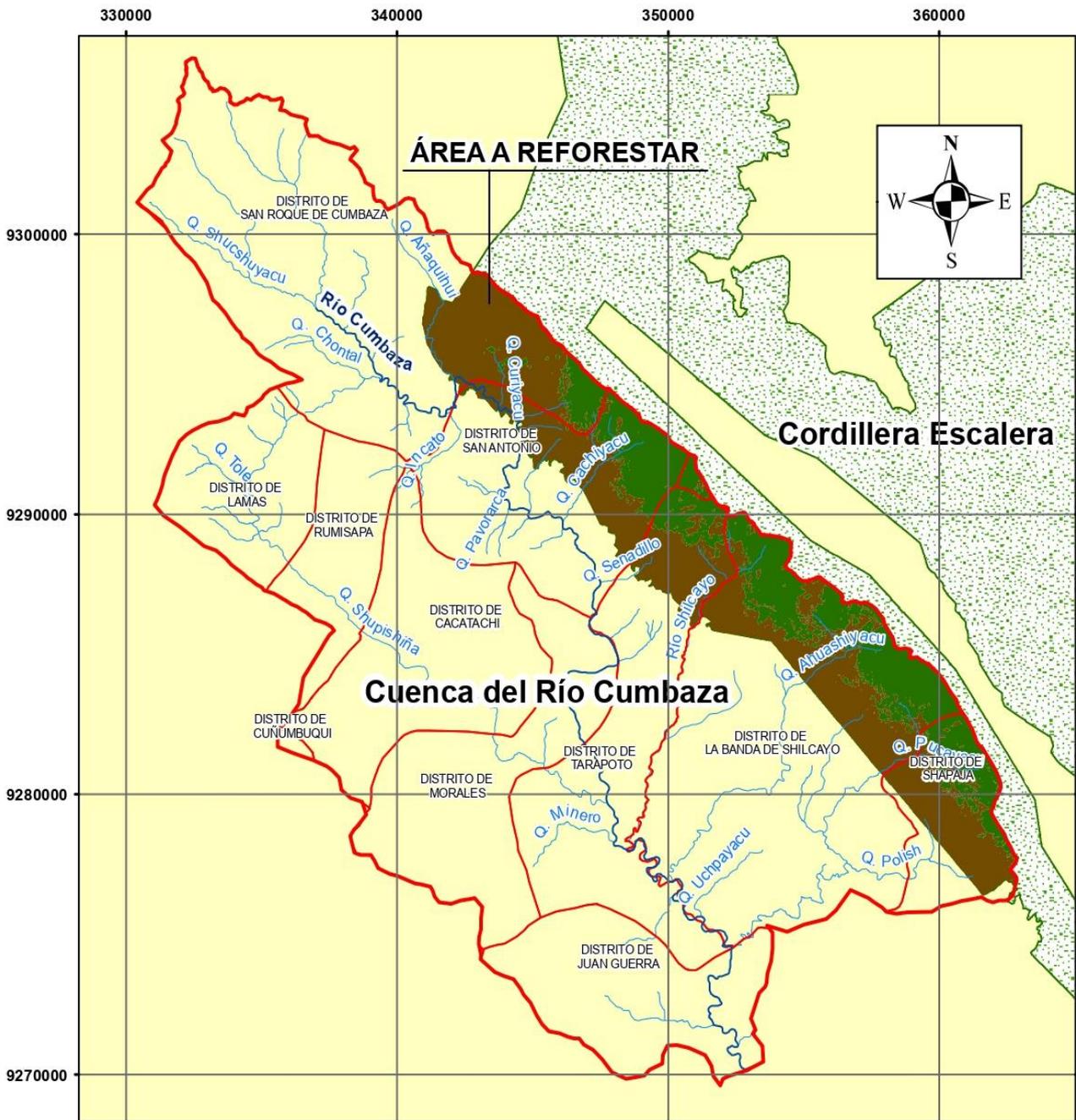
Nube

	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DE BOSQUE Y NO BOSQUE - 2017			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
Earth Explorer WGS - 84 / 18 S	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	10
ESCALA 1:200000			



LEYENDA	
	Límite de la Cuenca
	Río Cumbaza
	Afluentes del Río Cumbaza
	ANP CORDILLERA ESCALERA

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL			
MAPA DEL ANP CORDILLERA ESCALERA			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
SERNAMP	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	11
WGS - 84 / 18 S			
ESCALA			
1:550000			



LEYENDA

Límite de la Cuenca

Río Cumbaza

Afluentes del Río Cumbaza

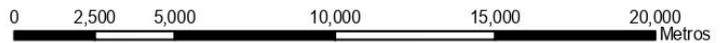
Intersección Cuenca - ANP

Clasificación

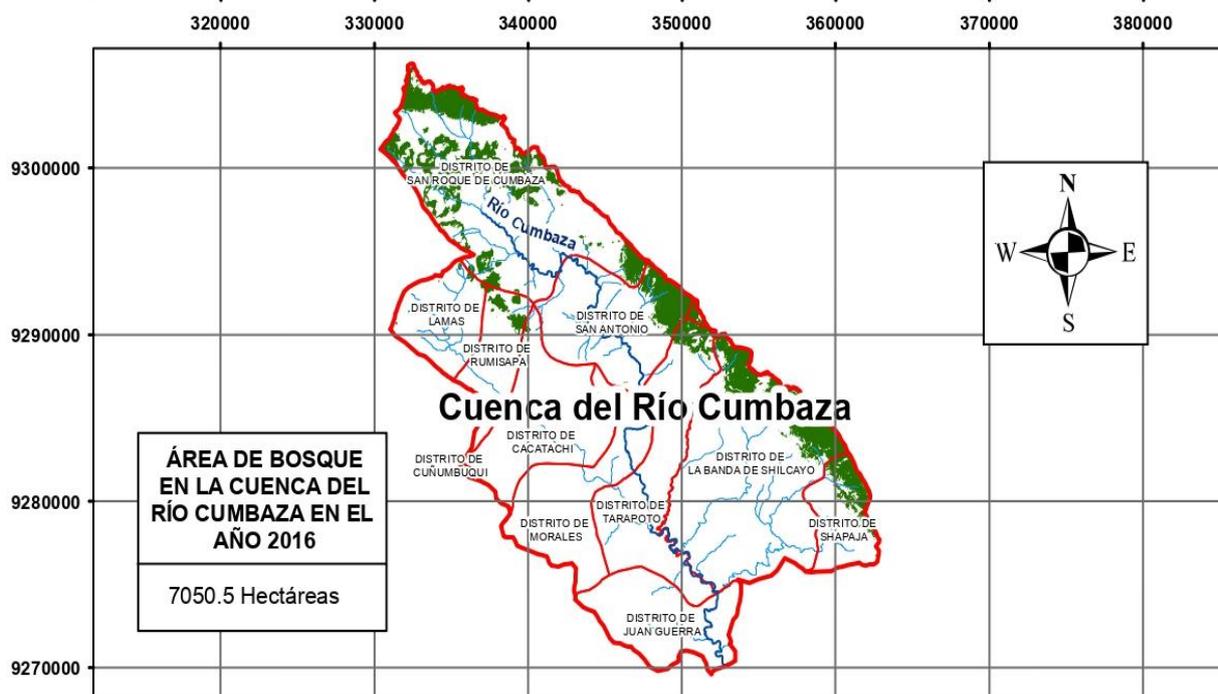
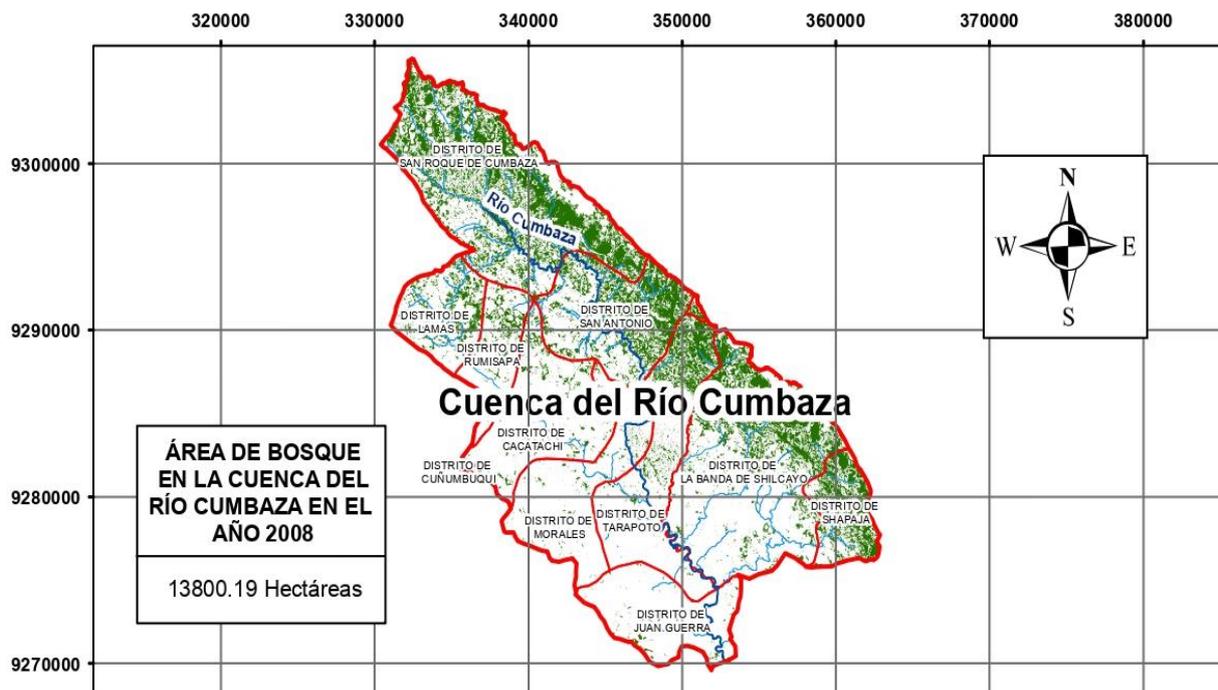
Bosque

Área a reforestar

ANP CORDILLERA ESCALERA



	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
MAPA DEL ÁREA A REFORESTAR			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
SERNAMP	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	12
WGS - 84 / 18 S			
ESCALA			
1:200000			



0 5,000 10,000 20,000 30,000 40,000 Metros

LEYENDA	
	Límite de la Cuenca
	Río Cumbaza
	Afluentes del Río Cumbaza
	Bosque

			
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL			
MAPA DE BOSQUE 2008 - 2016			
FUENTE	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	MAPA N°
SERNAMP	Sánchez Saldaña Miguel Enrique	Dr. Ing. Zamora Talaverano Noé	13
WGS - 84 / 18 S			
ESCALA			
1:400000			