

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y
ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA DEFORESTACIÓN Y
PERDIDA DE COBERTURA BOSCOsa EN LA PROVINCIA DE
MANU, 2000 - 2016”

TESIS

Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

AUTOR

GONZALES ALARCÓN GILMER

ASESOR

DR. ZAMORA TALAVERANO NOÉ SABINO

JURADO

DR. SANDOVAL RICCI ALDO JUAN

ING. ROJAS LEÓN GLADYS

MAG. GUILLÉN LEÓN ROGELIA

ING. GOMEZ ESCRIBA BENIGNO PAULO

Lima - Perú

2018

DEDICATORIA

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, a dios. Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y a mi hermosa tierra de chota.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer, en primer lugar, a la Universidad Nacional Federico Villarreal, a la facultad de ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo que me acogió y formo profesionalmente, al decano y a los catedráticos quienes ponen lo mejor para formar nuevos profesoriales.

A mi asesor académico, Dr. Noé Zamora Talaverano, quien a pesar de su ardua tarea profesional, me brido siempre su atención, apoyo y consejos para la elaboración de esta tesis.

Tampoco puedo olvidarme de todos mis compañeros y amigos, de mi generación y de otras, con los cuales he compartido momentos muy agradables, conversaciones intensas tanto académicas como rutinarias, y sobre todo las amenas reuniones y momentos de ocio que vivimos juntos.

Por último, y, no por ello menos importante, agradezco a Dios que durante estos años me ha guiado por el buen camino, me ha cuidado y a mi familia dándonos salud y su bendición.

Decir que muchos de mi familia fueron los que de alguna manera creyeron y participaron en este trabajo de investigación, aunque es imposible nombrarlos a cada uno, les agradezco a todos.

Por último, y, no por ello menos importante, agradezco a Dios que durante estos años nos ha acompañado cuidando a nuestra familia y dándonos salud y su bendición.

RESUMEN

Se realizó el presente estudio de análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia del Manu mediante el uso del software ENVI para el procesamiento de imágenes satelitales landsat y que nos permitirá estimar, analizar la frecuencia con la cual la deforestación avanzado constantemente durante los años 2000 hasta el 2016

Por ello este estudio de investigación presento una metodología para determinar, cuantificar y visualizar la deforestación y pérdidas de cobertura boscosa, mediante un análisis de los cambios ocurridos en estos últimos años utilizando imágenes satelitales del sensor landsat 5 y landsat 8 a partir de imágenes para los años 2000, 2008 y 2016.

La elaboración de mapas de deforestación por cada año respectivamente, representando lo cambios ocurridos hasta la actualidad, de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, la metodología de la elaboración de mosaicos para el estudio de índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) para tener como resultado la frecuencia de deforestación entre los años establecidos por la investigación prosiguiendo con la clasificación supervisada para la determinación de las áreas de vegetación y los cambios ocurridos en las mismas en los periodos de tiempos determinado.

La propuesta de manejo ambiental, nos permitió contribuir al restablecimiento de la cobertura boscosa, se conoció técnicas, métodos y las prácticas adecuadas para la restauración, siendo una alternativa viable para la restauración de nuestra cobertura boscosa.

Concluyendo de esta manera con técnicas procesos anteriormente nombrados siendo herramientas y pasos efectivos para la recolección, procesamiento y despliegue de

información de carácter ambiental, y específicamente para el monitoreo y restauración de los recursos naturales a través del tiempo.

Palabras claves: Análisis multitemporal, deforestación, cobertura boscosa, imágenes satelitales y teledetección.

SUMMARY

The present study of multitemporal analysis of deforestation and loss of forest cover in the province of Manu was made by using the ENVI software for the processing of Landsat satellite images, which will allow us to estimate, analyze the frequency with which constant advanced deforestation during the years 2000 until 2016.

For this reason, this research study presented a methodology to determine, quantify and visualize deforestation and forest cover losses, through an analysis of the changes that have occurred in recent years using satellite images from the Landsat 5 sensors and Landsat 8 from images for the 2000, 2008 and 2016.

The elaboration of maps of deforestation for each year respectively, representing the changes that have occurred up to the present, according to the results obtained in the research, the methodology of the elaboration of mosaics for the study of vegetation index of standardized difference (NDVI) for to have as a result the frequency of deforestation between the years established by the investigation, continuing with the supervised classification for the determination of the vegetation areas and the changes occurred in them in the periods of determined times. With the proposal of environmental management, it allowed us to contribute to the reestablishment of the forest cover; it knew techniques, methods and the suitable practices for the restoration, being a viable alternative for the restoration of our forest cover.

Concluding in this way with techniques previously named processes being tools and effective steps for the collection, processing and deployment of environmental information, and specifically for the monitoring and restoration of natural resources over time.

KEYWORDS: Multitemporal analysis, deforestation, forest cover, satellite images and remote sensing.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
SUMMARY	6
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS	14
1. Antecedentes.....	14
2. Planteamiento del Problema.....	18
2.1 Formulación del Problema.....	18
2.1.1 Problema Principal.....	18
2.1.2 Problema Secundario.....	19
3. Objetivos.....	20
3.1 Objetivo General.....	20
3.2 Objetivos específicos.....	20
4. Hipótesis.....	21
5. Variables.....	21
5.1 variables independientes.....	21
5.2 variables dependiente.....	21
6. Justificación e importancia.....	22
6.1 Justificación.....	22
6.2 Importancia.....	22
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	23
2.1 Bases Teóricas.....	23
2.1.1 cobertura de la tierra.....	23
2.1.2 Análisis Multitemporal.....	23
2.1.3 Teledetección.....	23
2.1.4 Sensores remotos.....	24
2.1.4.1 Tipos de Sensores remotos.....	25
Los sensores remotos pasivos:.....	25
Los sensores remotos activos:.....	25

2.1.4.2	Características de los sensores remotos.....	26
	La resolución espacial:.....	26
	La resolución espectral:.....	26
	La resolución temporal:.....	26
	La resolución radiométrica:.....	27
2.1.5	Imágenes landsat.....	27
2.1.5.1	Características de landsat 5.....	30
2.1.5.2	Características de landsat 8.....	30
2.1.6	Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	31
2.1.7	Cobertura del Suelo.....	32
2.1.8	Impacto Ambiental.....	32
2.1.9	Estudio del Impacto Ambiental (EIA).....	33
2.1.10	propuesta de manejo ambiental.....	33
2.2	Definición de Términos Básicos.....	34
2.3	Marco Legal.....	36
2.3.1	La Constitución Política del Perú de 1993.....	36
2.3.2	Ley General del Ambiente – Ley N° 28611.....	37
2.3.3	Delitos Ambientales, Título modificado por el artículo 3° de la Ley N° 29263.....	39
2.3.4	Ley de Promoción de la Inversión Privada en Reforestación y agroforestería – Ley N° 28852.....	40
2.3.5	La Nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre – Ley N° 29763.....	41
2.3.6	Ley Forestal y de Fauna Silvestre - Ley N° 27308.....	43
CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOS.....		44
3.1	Materiales.....	44
3.1.2	Equipos.....	44
3.1.2	Instrumentos.....	44
3.2	Métodos.....	45
3.2.1	Diseño y Nivel de la Investigación.....	45
3.2.2	Muestra.....	52
3.2.3	Métodos.....	54
4	CAPÍTULO IV: DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	55

4.1	Localización.....	55
4.2	Ubicación y extensión.....	57
4.3	Descripción de los factores abióticos.....	58
4.3.1	Temperatura.....	58
4.3.2	Precipitación.....	59
4.3.3	Clima.....	59
4.3.4	Hidrología.....	60
4.4	Tipos y condiciones de la vegetación en el área del proyecto.....	63
4.5	Fisiografía y suelos.....	63
4.6	Zonas de vida.....	65
4.7	Fauna y flora.....	70
4.8	Infraestructura económica y social.....	70
4.8.1	Salud.....	70
4.8.2	Comunicaciones.....	70
4.8.3	Infraestructura vial.....	71
4.9	Desarrollo Económico Local.....	71
4.9.1	Agropecuario.....	71
4.9.2	Ganadería.....	72
4.9.3	Industria.....	72
4.9.4	Acuicultura.....	72
4.9.5	Pesca.....	73
4.9.6	Minería.....	73
4.9.7	Turismo ecológico.....	74
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....		75
ANÁLISIS DE FRECUENCIA.....		79
Análisis de frecuencia para el año 2000.....		81
Análisis de frecuencia para el año 2008.....		81
Análisis de frecuencia para el año 2016.....		81
ESTIMACIÓN DE DEFORESTACIÓN:.....		82
Estimación de deforestación para el año 2000.....		83

Estimación de deforestación para el año 2008.....	85
Estimación de deforestación para el año 2016.....	86
PROPUESTA DE MANEJO AMBIENTAL.....	87
Formulación de programa y proyectos.....	88
Programa.....	88
Proyecto.....	88
Objetivos.....	89
Resultados esperados.....	89
Actividades a realizar.....	89
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	90
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....	96
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES.....	99
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	100
9.1 Bibliografías.....	100
9.2 Web grafía.....	104
ANEXOS.....	105

INTRODUCCIÓN

Mediante un análisis multitemporal nos permitirá detectar los cambios de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa entre fechas de referencia, estudios que se han realizado a partir de imágenes satelitales con el objetivo de determinar la frecuencia de cobertura, como desde la estimación de pérdida de especies forestales, hasta los cambios que sufren las coberturas boscosa como consecuencia de un fenómeno natural o de origen antrópico.

Para determinar la deforestación, la pérdida y el estado de conservación de la cobertura boscosa en la provincia del manú para el periodo de 2000 – 2016, se realizó un estudio de análisis multitemporal, utilizando imágenes satelitales landsat previamente clasificadas y mediante un proceso para cada cierto tiempo, de tal manera que nos permitirá detectar las coberturas que han sufrido cambios y cuantificar la coberturas que se pierde por la deforestación.

En el capítulo uno plantaremos los problemas de nuestro estudio de investigación los desafíos para el Perú en cuanto a análisis multitemporales así saber los impactos ocasionados por la deforestación y conservar la extensión de bosques y aun más tratar de recuperar superficies forestales que se han perdido o degradado por factores, como la minería ilegal, el cambio de uso de suelo a favor de actividades agropecuarias y de la expansión de las áreas urbanas que se dieron a causa de incremento demográfico. Nuestra sociedad ha transformado los ecosistemas forestales en los que viven.

En el capítulo dos conoceremos sobre los sensores que nos proporcionan la capacidad de analizar estas variables a largo plazo, lo que constituye una herramienta esencial para el estudio de la evolución de los bosques. Investigaciones anteriores han mostrado que

es posible evaluar y cuantificar variables usando series temporales de imágenes Landsat. Sin embargo, estos estudios son todavía escasos en cobertura boscosa y deforestación.

En el capítulo tres describiremos los materiales utilizados como el software nos permite desarrollar una metodología y todo el proceso y el diseño de la investigación partiendo así de la recopilación, selección y procesamiento de la información.

En el capítulo cuatro fijaremos la ubicación y extensión de nuestro área de proyecto, su distribución demográfica, descripción de factores abióticos, Tipos y condiciones de la vegetación en el área de investigación, Fisiografía y suelos, las diferentes zonas de vida que existen dentro de la zonas de vida también considerando su flora y Fauna y la Infraestructura económica y social.

En el capítulo cinco especificaremos los resultados obtenidos mediante análisis multitemporal utilizando sensores remotos, en particular, las imágenes de satélite, han sido propuestos como la mejor alternativa para evaluar nuestras variables, en este proyecto demostraremos la frecuencia del avance de la deforestación mediante la concentración de clorofila en índices de vegetación derivados del espectro visible y las clasificaciones supervisadas nos mostrara un resultados a través de imágenes satelitales, mapas e información profesional.

Las características espectrales de estas áreas son utilizadas para "entrenar" un algoritmo de clasificación, el cual calcula los parámetros estadísticos, La clasificación supervisada pretende definir las clases temáticas que no tengan claro significado espectral, considerada por esto como un método artificial.

Concluyendo los capítulos mostraremos el producto final que es la cartografía de cambio de la vegetación sobre la serie temporal de imágenes. Basándose en estos

resultados, llevamos a cabo un completo análisis de deforestación y pérdida de cobertura en el medio.

CAPÍTULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS

1. Antecedentes

Olga P. Hernández (2012) “análisis multitemporal de la cobertura vegetal de municipio del distrito central años 1987 y 2006”. El presente estudio analiza los cambios ocurridos en la cobertura vegetal del Municipio del Distrito Central mediante análisis multitemporal de las dinámicas de cambio sobre la cobertura de la tierra durante un intervalo de tiempo de 18 años. Se utilizó dos imágenes satelitales TM y ETM+, años 1987 y 2006 obtenidas por los sensores Landsat 5 TM y Landsat 7 ETM+, para interpretación y clasificación digital no supervisada de la cobertura del suelo e identificar las principales coberturas del suelo existentes en ambos años, se logró la clasificación en siete clases para dos .Bosque de Coníferas, Bosque Mixto y Matorrales. La Cobertura no Vegetal hace referencia a las clases: Suelo Desnudo, Cuerpos de Agua y Urbano.

El análisis multitemporal a partir del cruce de las imágenes satelitales por el método de clasificación no supervisada años 1987 y 2006, determinó que las clases asignadas a la categoría Cobertura Vegetal en el intervalo de 18 años sufrieron pérdida de 7,081.8 9 ha, este valor se convirtió en ganancia durante el mismo intervalo de años para la Cobertura no vegetal.

Carlos E. Pacheco (2011) desarrollo un proyecto sobre “análisis de la deforestación en Venezuela: bases para establece una estrategia REDD+” cuya investigación hace referencia al estudio que ha experimentado la cubierta de los bosques en Venezuela, durante el periodo de 2005-2010 para ello utilizan datos procedente de sensores remotos y la consulta a expertos , a partir de los datos MODIS se generan dos mapas de áreas hot spot de deforestación, uno mediante técnicas digitales y otro mediante técnicas de interpretación visual directa ambos

mapas fueron validos con imágenes landsat ETM+ para corroborar la existencia o no de procesos de deforestación, adicionalmente en el mapa obtenido mediante técnicas digitales se ha calculado la exactitud mediante los parámetros de fiabilidad. Asimismo, la consulta a expertos sobre las áreas hot spot permitió determinar las causas que impulsaron los cambios; los resultados muestran que las áreas de hot spot de los dos mapas generados, fueron confirmados con la existencia de deforestación, mostrando el mapa obtenido mediante técnicas digitales una posición global.

José R. Guzmán (2015) proyecto sobre análisis multitemporal de las zonas forestales en la zona de INTAG – ecuador – periodo 2010 al 2013. Los bosque son uno de los elementos naturles esenciales para el desarrollo de los pueblos enfocados en modelos sustentables y que hacen uso de sus bondades como la provisión de alimentos, medicinas, minerales, combustibles, reguladores del ciclo del agua y erosión del suelo, fijadores de carbono y purificadores de aire, valor estético, albergue de innumerables especies de plantas y animales , son solo algunos de los beneficios que sirven como dinamizadores de la economía en donde estos están ubicados.

Cuando las áreas boscosas se trasforman en otros usos del suelo, existe una liberación neta de carbono a la atmosfera, este cambio puede ser súbito, y durar años en el caso de la descomposición a partir de la tala, puesto que la madera usable solo representa un porcentaje y no su totalidad, las emisiones o el aumento de las áreas boscosas,

Ecuador es un país forestal con una diversidad biológica muy alta, sin embargo sus áreas boscosas están bajo presión por la deforestación a causa

principalmente por la ampliación de la frontera agrícola producto de una explotación poco planificada de los recursos naturales renovables y no renovables.

Contradictorio a las propuestas políticas ambientales anunciadas por parte del gobierno actual, la zona de Intag en Ecuador se encuentra en una situación muy delicada, por cuanto posee una cantidad considerable de recursos minerales, en su subsuelo característico que lo ha puesto en la mira por parte del gobierno a ser explotada, hecho que se ha enmarcado una lucha constante por parte de ciudadanos de la zona con el fin de mantener bajo tierra Estos recursos y evitar así las consecuencias inevitables que conlleva la extracción minera en relación al deterioro ambiental.

Hernández. O, (2012) XVI Congreso Peruano de Geología & SEG 2012 Conferencia Geología Ambiental y Riesgo Geológico - SGPSEG144. La utilización de imágenes generadas por los satélites nos proporcionan información inmediata y precisa para ser utilizada en diferentes aspectos entre ellos: el análisis de la dinámica de cambios en la cobertura vegetal de un área geográfica previamente seleccionada. Se requiere conocer entonces los principios básicos que permiten una correcta percepción de las imágenes.

El análisis multitemporal de la cobertura vegetal de un área, involucra los términos flora y vegetación, entendiéndose por flora de un lugar, región o país al conjunto de plantas (especies) que en él se desarrollan, la vegetación es la formación o agrupamiento vegetal natural basado en su fisonomía, ya que permite la existencia de comunidades diferenciadas por ejemplo hierbas,

matorrales, árboles, etc. sin pretender llegar a la identificación de especies concretas.

En el caso de este estudio el agrupamiento vegetal natural (Fisonomía) se convierte el principal interés. Comprender estos agrupamientos vegetales y su radiancia permite una caracterización que bien en un primer momento solo requiera la obtención de la imagen satelital de la zona en estudio como herramienta de primera mano para su inmediato análisis.

Jerson I Mesia. (2015) reporta que, la deforestación es el proceso por el cual la tierra pierde sus bosques en manos de los hombres; el hombre en su búsqueda por satisfacer sus necesidades personales o comunitarias utiliza la madera para fabricar muchos productos. La madera también es usada como combustible o leña para cocinar y calentar. Por otro lado, las actividades económicas en el campo requieren de áreas para el ganado o para cultivar diferentes productos. Esto ha generado una gran presión sobre los bosques.

Tello Et (2005) definen que la deforestación es la remoción completa de carácter permanente o temporal de los bosques y su remplazo por usos no forestales de la tierra, que se explica principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería sobre tierras forestales.

2. Planteamiento del Problema

En la provincia de Manu la deforestación y pérdida de cobertura es clara mediante la influencia de factores de tipo antrópico, que inciden en la deforestación y cambio de cobertura, originando, en consecuencia, dichas intervenciones puede desencadenar una serie de alteraciones que pueden ser irreversibles en los ecosistemas.

La vegetación existente en la provincia de Manu y en general en nuestra selva requiere de medidas de protección y conservación debido a que juega un papel importante para la humanidad, Los bosques constituyen el hábitat de dos tercios de las especies del mundo y Mitigan el cambio climático, la contaminación y las catástrofes naturales.

2.1 Formulación del Problema

¿Cuáles son las causas de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia de Manu?

2.2 Problema Principal

En los últimos años ha sido evidente La pérdida de la cobertura boscosa ocasionado por la deforestación, en nuestra selva notándose daños de mayor consideración en la provincia de Manu, (Madre de Dios) donde se manifiesta de modo alarmante, han producido una notoria pérdida causado por el crecimiento demográfico, la debilidad de sectores alternativos a la agricultura, la inexistencia de vigilancia, el control en áreas naturales y la minería la minería informal, sumándole a ello la construcción de vías de comunicación, en las cuencas de los ríos Huetupe y Madre de Dios tiene un

mayor crecimiento en los últimos años constituyendo esto una de las características más notables y puesto en evidencia. Teniendo como resultado la pérdida de grandes áreas de cobertura boscosa alterando el cambio climático y la pérdida de nuestra biodiversidad ecológica.

2.3 Problema Secundario

Cómo se viene dando la deforestación, producto de la interacción de numerosas fuerzas ecológicas, sociales, económicas, culturales y políticas en la provincia de Manu, La deforestación ha sido siempre una práctica de muchas comunidades en desarrollo y ha contribuido en gran medida a la civilización tal como la conocemos hoy en día.

Un análisis multitemporal especificaremos los resultados de la continuidad de la deforestación y la pérdida de la cobertura boscosa.

La deforestación podría desaparecer por completo y generar grandes cambios como pérdida de la biodiversidad, desertización.

La pérdida de cobertura boscosa influye en la inestabilidad y al cambio de uso del suelo.

Con el uso de imágenes satelitales y la teledetección se analizará la pérdida de cobertura y deforestación.

3. Objetivos

a. Objetivo General

- Analizar la frecuencia de deforestación y cambios de la cobertura boscosa de la provincia de Manu, por medio del análisis multitemporal de imágenes satelitales LANDSAT de los años 2000, 2008 y 2016. Con la finalidad de saber la aceleración de la pérdida de cobertura boscosa y coadyuvar una propuesta de manejo ambiental.

b. Objetivo Específicos

- Analizar la frecuencia mediante histogramas de la deforestación en los años 2000, 2008 y 2016. Con la finalidad de conocer la velocidad de deforestación.
- Estimación de deforestación para el año 2000 al 2016. Con el fin de conocer el grado de pérdida de cobertura boscosa.
- Analizar los cambios de cobertura vegetal a partir de imágenes satelitales landsat mediante el uso de software.
- Elaborar una propuesta de manejo ambiental que permita coadyuvar a la protección y conservación de especies forestales.

4. Hipótesis

La deforestación conduce al fenómeno de la pérdida de cobertura, por ende el impacto ambiental, genera pérdida de Biodiversidad, impulsa el cambio climático, la producción de oxígeno respirable disminuye de manera alarmante, por esto es indispensable prever y estimular la forestación para que no ocurran estas pérdidas, desarrollando el criterio del denominado desarrollo sostenible.

5. Variables

Variable Dependiente	Variabes Independientes	Dimensiones	Indicadores
Análisis Multitemporal	Deforestación	Frecuencia	Valores máximos y mínimos, Rangos
		Clasificación supervisada	Muestreo de pixeles, agrupación en categorías
	Cobertura Boscosa	Frecuencia	valores máximos y mínimos, Rangos
		Propuesta de Manejo Ambiental	Bienestar general de la población. Garantizar el aprovechamiento sustentable de recursos. Conservar la integridad de los ecosistemas.
		Imágenes Satelitales	Reflectividad de diferentes bandas
		Teledetección	monitorear

6. Justificación e importancia

6.3 Justificación

La realización de este proyecto de análisis multitemporal nos permitirá establecer la pérdida de cobertura boscosa mediante el uso del software ENVI, analizando imágenes satelitales de los años 2000, 2008 y 2016, se obtendrá como resultado las diferencias del avance de deforestación para cada periodo analizado.

Con los resultados obtenidos de la deforestación uno de los impactos ambientales más significativos en la provincia de Manu, se podrá aportar con la restauración de los ecosistemas forestales y nos permita reducir y mitigar los impactos ambientales. Con el objetivo de garantizar su disponibilidades para futuras generaciones.

Por lo tanto una eficiente evaluación de la cobertura del suelo y la habilidad de monitorear sus cambios, son actividades fundamentales para el manejo sostenible de los recursos naturales, protección medioambiental, seguridad alimentaria y programas humanitarios exitosos.

6.4 Importancia

La importancia del análisis multitemporal es saber cuánto está afectando la deforestación y la pérdida de cobertura boscosa a nuestros ecosistemas forestales en el medio ambiente es algo que debemos tener muy presente, Los beneficios que nos aportan los árboles son muchos y, uno de muy importante, el producir oxígeno, es esencial para la vida en el planeta. También debemos saber que los árboles nos ayudan a prevenir la erosión del suelo, el efecto invernadero y combaten el cambio climático.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 Bases Teóricas

2.1.1 Cobertura de la tierra

Desde inicio del siglo se han realizado varios estudios para observar el efecto de la cobertura vegetal en la reducción de la escorrentía y de la erosión. Las primeras observaciones reconocieron el efecto de la cobertura vegetal en la prevención de la obstrucción de los poros del suelo y la consecuente disminución de la escorrentía superficial. Sin embargo, solamente al inicio de la década de 1940 fue realizada una evaluación cuantitativa del efecto de la cobertura del suelo. Borst y Mederski (1957)

2.1.2 Análisis Multitemporal

La metodología de análisis multitemporal, es una técnica de análisis que permite obtener conclusiones diferenciadas relacionadas con las transformaciones espaciales de una región. El procesamiento multitemporal implica que las series de datos provenientes de diferentes fechas, tienen que convertirse en un conjunto único de datos. Según Pinilla C. (1995)

2.1.3 Teledetección

Si hemos definido la teledetección como aquella técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores aéreos o espaciales, estamos asumiendo que entre el suelo y sensor existe una interacción energética, ya sea por reflexión de la energía solar o de un haz energético artificial, ya por emisión propia. Así es preciso que esa energía recibida por el sensor sea almacenada convenientemente, bien a bordo del satélite, bien en las estaciones receptoras de cara a que pueda interpretarse

para una determinada aplicación. Como antes comentamos, ese análisis de la teledetección, aunque este más allá de los procesos de adquisición propiamente dichos no obstante, constituye un capítulo fundamental para nuestros intereses, por cuanto esta obra se dirige más a quienes explotan la información adquirida por estos sensores que quienes diseñan los sensores o la plataformas que los sustentan. Chuvieco E. (2002)

La teledetección o sensores remotos podrían definirse como la recogida de información sobre la superficie terrestre o la atmosfera a partir de la captación de la radiación electromagnética emitida o reflejada por estas, la teledetección ha experimentado un gran desarrollo en los últimos tiempos, y tiene en la actualidad una gran cantidad de aplicaciones, obteniéndose las imágenes desde satélites. Gutiérrez M. (1993)

2.1.4 Sensores remotos

Cuando se habla de sensores remotos, la primera imagen vislumbra en la mente resulta ser un aparato similar a una cámara fotográfica, esto no se aleja mucho de la realidad, se cuenta con los mismos elementos constitutivos en conjunto con tecnologías más avanzadas, precisamente en este punto es cuando se pregunta acerca de la resolución de un sistema sensor, descripción algo simple teniendo en cuenta la falta de discriminación de otros factores anteriormente mencionados, lo importante para destacar, es en definitiva que el concepto de resolución implica 4 manifestaciones. Espacial, espectral, radiométrica y temporal. (Obregón N. 2005)

Sistema de detección y medida a distancia, generalmente empleados desde aeronaves o satélites, con los que se obtiene información meteorológica, oceanográfica, sobre la cubierta vegetal, etc. Para tales medidas se utilizan sistemas de detección activos y pasivos (scanterra, 2015)

2.1.4.1 Tipos de Sensores remotos

El Sol es la fuente de energía, la cual ocasiona una serie de fenómenos e interacciones con las características terrestres, los cuales producen en los sensores remotos, respuestas espectrales particulares lo que los hace identificables. Sin embargo, es importante aclarar que no todos los sensores remotos utilizan al Sol como su fuente energética, lo que hace necesario diferenciar entre sensores activos y pasivos (Natural Resources Canada, 2015)

Los sensores remotos son generalmente clasificados en 2 grupos los de percepción, pasiva o pasivo y los de percepción activa o activos.

Los sensores remotos pasivos: son los encargados de obtener información de la energía electromagnética proveniente de fuentes de fuentes naturales, reflejada por la superficie de la tierra, esto se distribuye en tres grupo diferentes los fotográficos, los óptico–electrónico y de antena, en el primer grupo están las cámaras fotográficas, en el segundo los exploradores de barrido, empuje y las cámaras de vidición y en el tercero los radiométricos de microondas. (Obregón N. 2005)

Los sensores remotos activos: son los encargados de obtener información de la energía electromagnética proveniente de fuentes artificiales para gravarla y analizarla, la característica primordial de los sensores activos es

la capacidad de proporcionar el has energético que luego capta tras su reflexión sobre la superficie a observar. (Obregón N. 2005)

2.1.4.2 Características de los sensores remotos

La resolución espacial: hace referencia al campo de visión instantáneo de vista implicando al objeto más pequeño que se puede distinguir en la imagen compuesto por pixeles los representan una parte de la superficie en observación, en un sistema fotográfico se mide como la mínima separación a la cual los objetos aparecen distintos y separados en la fotografía, es bueno considerar la dependencia de la resolución espacial de factores como son la altura orbital, velocidad de exploración y número de detectores.

La resolución espectral: indica el número de anchura de bandas espectrales identificables por el sensor remoto, en general se refiere al número, ancho y espaciamiento de las longitudes de onda a lo largo del espectro electromagnético que el sensor remoto es capaz de identificar, la menor resolución espectral la poseen los radares y los sistemas fotográficos, los que poseen mayor resolución son los sensores remotos espaciales lo cual en algunos casos son llamados sensores hiperespectrales, por detectar una cantidad considerable de bandas espectrales.

La resolución temporal: se refiere a la prioridad con la que un sensor remoto proporciona cobertura sobre un punto, esto resulta ser dependiente a la órbita de la plataforma así como de las características de diseño del sensor, existen sensores los cuales entregan información cada 30 minutos,

pero también existen algunos como el landsat el cual tarda hasta 20 días en enviar lo obtenido.

La resolución radiométrica: se presenta como la capacidad para detectar las variaciones de radiancia espectral, el número máximo de niveles digitales de la imagen suele identificarse con la resolución radiométrica del sensor y esta se identifica por el número de niveles de gris captados por el film, así mismo cada pixel de la imagen viene definido como un numero entero, ese valor numérico se denomina nivel digital, ese nivel es que facialmente puede ser traducido en la escala de grises mediante cualquier convertidor digital analógico. En cuanto mayor sea la resolución radiométrica mejor podría interpretarse la imagen.

2.1.5 Imágenes landsat

Antes de 1972, la idea de utilizar datos de satélite para la vigilancia terrestre, la cartografía o la exploración era un concepto visionario. Hecho que da origen al Programa Landsat, el cual se constituye en una serie de misiones de observación de la tierra por satélite gestionadas conjuntamente por la NASA y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).

El programa Landsat ha revolucionado la forma de ver y estudiar nuestro planeta. Esta serie de datos, que se inició en 1972, es la más larga de la historia y continua registrando los cambios en la superficie terrestre desde el espacio. Landsat ha sido el único sistema de satélite diseñado y operado para observar repetidas veces la cubierta de la tierra con una resolución moderada; de manera general cada pixel en su imagen tiene un tamaño con el que se podría cubrir un campo de béisbol (USGS).

El Landsat puede adquirir imágenes en un área que se extiende desde los 81° de latitud norte hasta los 81° de latitud sur y, obviamente, en todas las longitudes del globo terrestre (Flores V. 2017).

Una órbita del Landsat es realizada en aproximadamente 99 minutos, permitiendo al satélite dar 14 vueltas a la Tierra por día, y cubrir la totalidad del planeta en 16 días. La órbita es descendente, o sea de norte a sur, el satélite cruza la línea del Ecuador entre las 10:00 y 10:15 (hora local) en cada pasaje. El Landsat está "heliosincronizado", o sea que siempre pasa a la misma hora por un determinado lugar (GeoService Perú).

En la actualidad el programa se encuentra en su octava versión denominada: **“Landsat Data Continuity Mission” (LDCM)** es el octavo satélite de observación de la serie Landsat y continuará el legado de archivo de los anteriores satélites, convirtiéndose de esta manera en el futuro de los satélites de observación de la tierra de mediana resolución con más historia.

Este programa amplía, mejora y avanza en el registro de imágenes multiespectrales, manteniendo la misma calidad de sus siete predecesores.

Tras el lanzamiento, el satélite LDCM será rebautizado como **Landsat 8**.

Este sistema está compuesto de dos grandes segmentos:

- El observatorio; el cual consta de una plataforma con capacidad de carga de dos de sensores de observación terrestre, el primero de ellos denominado Operational Land Imager (OLI) y el sensor térmico infrarrojo Thermal Infrared Sensor (TIRS). OLI y TIRS recogerán los datos de forma conjunta para proporcionar imágenes coincidentes de la superficie terrestre, incluyendo las regiones costeras, hielo polar,

las islas y las zonas continentales. El OLI es un instrumento construido por la empresa Ball Aerospace & Technologies Corporation en Boulder, Colorado y el TIRS es un instrumento que fue construido por la NASA en el centro de vuelo espacial Goddard en Greenbelt, Md. Además, el LDCM seguirá la misma secuencia de trayectoria (también conocida como “paths” o rutas de acceso) como sus antecesores Landsat 4, Landsat 5 y Landsat 7. Esto permitirá que todos los datos del LDCM son referenciados al mismo sistema de coordenadas, continuando con el registro de datos desde hace décadas. El satélite almacena los datos del sensor OLI y TIRS en una grabadora de estado sólido incluida a bordo y transmite los datos a estaciones receptoras terrestres.

- El segundo segmento es el sistema terrestre, el cual proporciona la capacidad necesaria para la planificación y programación de las operaciones del LDCM y todas aquellas necesarias para administrar y distribuir los datos. La plataforma LDCM, fue construida por la empresa Orbital Sciences Corporation en Gilbert, Arizona, tiene una vida útil de 5 años, pero lleva suficiente combustible para 10 años de operaciones. La nave orbitará de norte a al sur durante el día, cruzando el ecuador a las 10 a.m., hora local, con una órbita aproximada de unas 438 millas (705 kilómetros) por encima de la Tierra (USGS. 2013).

2.1.5.1 Características de landsat 5

El sensor TM es un avanzado sensor de barrido multiespectral, con debido para proporcionar una mayor resolución espacial, mejor discriminación espectral entre los objetos de la superficie terrestre, mayor fidelidad geométrica y mayor precisión radiométrica en relación con el sensor MSS (Flores V. 2017).

- Opera simultáneamente en siete bandas espectrales, siendo tres en el visible, una en el infrarrojo cercano, dos en el infrarrojo medio y una en el infrarrojo termal (Flores V. 2017).
- Tiene una resolución espacial de 30 metros en las bandas del visible e infrarrojo medio y 120 metros en la banda del infrarrojo termal (Flores V. 2017).

La escena terrestre registrada por este sensor es también de 185km.

2.1.5.2 Características de landsat 8

Es un satélite de observación terrestre estadounidense lanzado el 11 de febrero de 2013. Operado por la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) desde 1972 (USGS. 2013).

El satélite Landsat 8 incorpora dos instrumentos de barrido: Operational Land Imager (OLI), y un sensor térmico infrarrojo llamado Thermal Infrared Sensor TIRS (USGS. 2013).

Las bandas espectrales del sensor OLI, aunque similares a el sensor Landsat 7 ETM +, proporcionan una mejora de los instrumentos de las misiones Landsat anteriores, debido a la incorporación de dos nuevas bandas espectrales: un canal profundo en el azul visible (banda 1), diseñado específicamente para los recursos hídricos e

investigación en zonas costeras, y un nuevo canal infrarrojo (banda 9) para la detección de nubes cirrus. Adicionalmente una nueva banda de control de calidad se incluye con cada producto de datos generado. Esto proporciona información más detallada sobre la presencia de características tales como las nubes, agua y nieve (USGS. 2013).

2.1.6 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Aunque surgió del trabajo de geógrafos, los SIG han sido siempre utilizados para la resolución de problemas socio-espaciales en una gran diversidad de ciencias y por una amplia variedad de científicos, por lo cual, desde sus inicios, se los consideró una herramienta interdisciplinaria. Esta situación hace que existan múltiples visiones al momento de brindarles una definición. El espacio geográfico puede ser representado a través de dos grandes componentes. Por un lado las entidades que se encuentran distribuidas con localizaciones espaciales específicas y por el otro los atributos que estas entidades tienen. Se podría decir, que en el espacio geográfico vemos a simple vista formas y características individuales.

A nivel computacional esta situación se resuelve mediante la creación de bases de datos gráficos (contienen formas) y bases de datos alfanuméricas (contienen atributos medidos en estas formas). Sin embargo, tuvo que pasar mucho tiempo para que los trabajos realizados con cada una de ellas se integraran. Buzai G. (2013).

Sistemas de información geográfica es la Lectura, edición, almacenamiento y, en términos generales, gestiona de datos espaciales. Análisis de dichos

datos. Esto puede incluir desde consultas sencillas a la elaboración de complejos modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos (la localización de cada valor o elemento) o la componente temática (el valor o el elemento en sí). Generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc. Olaya V. (2011)

2.1.7 Cobertura del Suelo

Desde inicio del siglo se han realizado varios estudios para observar el efecto de la cobertura vegetal en la reducción de la escorrentía y de la erosión. Las primeras observaciones reconocieron el efecto de la cobertura vegetal en la prevención de la obstrucción de los poros del suelo y la consecuente disminución de la escorrentía superficial. Sin embargo, solamente al inicio de la década de 1940 fue realizada una evaluación cuantitativa del efecto de la cobertura del suelo. Borst y Woodburn (1942).

2.1.8 Impacto Ambiental

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural. Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser positivos y, más a menudo, negativos. La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción; y la declaración de impacto

ambiental es la comunicación previa, que las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales predichas por la evaluación. **Espinoza G.** (2007)

2.1.9 Estudio del Impacto Ambiental (EIA)

Se puede definir como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental. Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en qué medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad y con ello, la magnitud de la presión que dicho entorno deberá soportar. **Garmendia L.** (2009)

2.1.10 Propuesta de manejo ambiental

la propuesta es la asociación de todo los parámetros analizados en este estudio, donde interactúan, el análisis de cambio de uso del suelo que nos permite detectar los cambios que han ocurrido en los periodos de tiempo, la caracterización biofísica y determinación de problemas ambientales que nos indica el área de estudio.

Las actividades de propuesta de Manejo Ambiental se organizaron en programas y proyectos que permitan realizar acciones y actividades de

prevención, corrección y mitigación de los principales impactos identificados en el cambio del uso del suelo del área de estudio. Martínez D. (2009).

2.2 Definición de Términos Básicos

Análisis multitemporal: estudio de una zona determinada a partir de imágenes de satélite, mediante tomas echas en tiempos diferentes, pudiendo variar al tiempo entre una toma y otra, horas, días, meses, etc. con el fin de analizar una o muchas variables a través del tiempo.

Antrópico: en particular a lo antropogénico, es decir, lo originado por la actividad humana.

Cambio climático: alude a una variación del clima del planeta Tierra generada por la acción del ser humano.

Cobertura boscosa: Son espacios naturales en pequeñas extensiones, incluye las plantaciones utilizadas fundamentalmente para fines forestales o de protección. Excluye las formaciones de árboles utilizadas en sistemas de producción agrícola.

Coberturas vegetales: puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas.

Coadyuvar: Contribuir o ayudar a la consecución de una cosa.

Desarrollo Sostenible: Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades.

Deforestación: Extinción de las plantas forestales de un terreno.

EIA: estudio de impacto ambiental.

Espectral: estudio de los espectros de emisión y absorción.

Ecosistemas forestales: es una unidad de bosque natural conformado por todas las plantas, animales y microorganismos (factores bióticos) en la zona, que trabajan junto con los componentes carentes de vida (factores abióticos) del entorno.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Impactos ambientales: efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. Técnicamente, es la alteración en la línea de base ambiental.

Heliosincronizado: o sea que siempre pasa a la misma hora por un determinado lugar.

Hojarasca: Conjunto de hojas secas caído de árboles y plantas y que cubre el suelo.

LDCM: la Misión de Continuidad de Datos de Landsat.

Llanura aluvial: son amplias franjas de topografía plana y dimensiones que pueden ser de varios kilómetros, que se desarrollan sobre los aluviones depositados por la acción de los ríos.

Matorrales: matorral o arbustal es un campo caracterizado por una vegetación dominada por arbustos y matas, y que a menudo incluye céspedes, plantas de porte herbáceo y plantas geófitas.

Mitigación: reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento.

NDVI: índice de vegetación diferencial normalizado. Es un índice normalizado que le permite generar una imagen que muestra el verdor (la biomasa relativa).

NASA: Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio.

OSINFOR: Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre.

OLI: sensor y que corresponden a las siglas en inglés para Operational Land Imager.

Pedogenético: transformación por uno o dos factores climáticos o por microorganismos.

Radiométrica: es un procedimiento técnico empleado para determinar la edad absoluta de rocas, minerales y restos orgánicos.

REDD: se refiere al empleo de políticas e incentivos positivos para reducir las emisiones de la deforestación y degradación.

Reflectancia: Capacidad de un cuerpo de reflejar la luz.

Restauración: Modificación de una cosa para ponerla en el estado o estimación que antes tenía.

Sensores remotos: La percepción remota de energía electromagnética es también llamada teledetección.

SIG: Sistema de Información Geográfica.

Silvopastoriles: es aquel uso de la tierra y tecnologías en que leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas y otros).

Teledetección: recogida de información sobre la superficie terrestre.

TIRS: sensor térmico infrarrojo Thermal Infrared Sensor.

USGS: Servicio Geológico de Estados Unidos.

2.3 Marco Legal

2.3.1 La Constitución Política del Perú de 1993.

Que en su artículo 2º, señala toda persona tiene derecho, en el numeral 22. A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Artículo 66º.- Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su

utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal. Artículo 67°.- El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales (DECRETO LEGISLATIVO N° 635).

2.3.2 Ley General del Ambiente – Ley N° 28611.

Esta Ley en su artículo 3 - Del derecho a la participación en la gestión ambiental Toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El Estado concerta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental. Artículo 9.- Del principio de responsabilidad ambiental El causante de la degradación del ambiente y de sus componentes, sea una persona natural o jurídica, pública o privada, está obligado a adoptar inexcusablemente las medidas para su restauración, rehabilitación o reparación según corresponda o, cuando lo anterior no fuera posible, a compensar en términos ambientales los daños generados, sin perjuicio de otras responsabilidades administrativas, civiles o penales a que hubiera lugar.

Artículo 142.- De la responsabilidad por daños ambientales

142.1 Aquél que mediante el uso o aprovechamiento de un bien o en el ejercicio de una actividad pueda producir un daño al ambiente, a la calidad de vida de las personas, a la salud humana o al patrimonio, está obligado a asumir los costos que se deriven de las medidas de prevención

y mitigación de daño, así como los relativos a la vigilancia y monitoreo de la actividad y de las medidas de prevención y mitigación adoptadas (DELITOS AMBIENTALES EN RELACIÓN CON EL NUEVO CODIGO PROCESAL PENAL).

142.2 Se denomina daño ambiental a todo menoscabo material que sufre el ambiente y/o alguno de sus componentes, que puede ser causado contraviniendo o no disposición jurídica, y que genera efectos negativos actuales o potenciales (DELITOS AMBIENTALES EN RELACIÓN CON EL NUEVO CODIGO PROCESAL PENAL).

Artículo 147.- De la reparación del daño La reparación del daño ambiental consiste en el restablecimiento de la situación anterior al hecho lesivo al ambiente o sus componentes, y de la indemnización económica del mismo. De no ser técnica ni materialmente posible el restablecimiento, el juez deberá prever la realización de otras tareas de recomposición o mejoramiento del ambiente o de los elementos afectados. La indemnización tendrá por destino la realización de acciones que compensen los intereses afectados o que contribuyan a cumplir los objetivos constitucionales respecto del ambiente y los recursos naturales.

Artículo VII.- Del principio precautorio Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza absoluta no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces y eficientes para impedir la degradación del ambiente (DECRETO LEGISLATIVO N° 635).

2.3.3 Delitos Ambientales, Título modificado por el artículo 3º de la Ley N° 29263.

Nos trae los tipos penales siguientes : Artículo 304.- que estipula “El que infringiendo leyes, reglamentos o límites máximos permisibles, provoque o realice descargas, emisiones, emisiones de gases tóxicos, emisiones de ruido, filtraciones, vertimientos o radiaciones contaminantes en la atmosfera, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres marítimas o subterráneas , que cause o pueda causar perjuicio, alteración o daño grave al ambiente o sus componentes, la calidad ambiental o la salud ambiental, según la calificación reglamentaria de la autoridad ambiental, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de cuatro años ni mayor de seis años y con cien a seiscientos días- multa (DECRETO LEGISLATIVO N° 635).

Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de tres años o prestación de servicios comunitarios de cuarenta a ochenta jornadas (DECRETO LEGISLATIVO N° 635).

Artículo 310.- delitos contra los bosques o formaciones boscosas

Será reprimido con pena privativa de libertad no menor de tres años ni mayor de seis años y con prestación de servicios comunitarios de cuarenta a ochenta jornadas el que, sin contar con permiso, licencia, autorización o concesión otorgada por autoridad competente, destruye, quema, daña o tala, en todo o en parte bosques u otras formaciones boscosas, sean naturales o plantaciones (DELITOS AMBIENTALES EN RELACIÓN CON EL NUEVO CODIGO PROCESAL PENAL).

Artículo 313.- alteración del ambiente o paisaje

El que contraviniendo las disposiciones de la autoridad competente, altera el ambiente natural o el paisaje urbano o rural, o modifica la flora o fauna, mediante la construcción de obras o tala de árboles, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de cuatro años y con sesenta a noventa días - multa (DECRETO LEGISLATIVO N° 635)..

2.3.4 Ley de Promoción de la Inversión Privada en Reforestación y agroforestería – Ley N° 28852.

Artículo 2°.- Adjudicaciones para reforestación y agroforestería con compromisos de inversión privada Las actividades de reforestación y agroforestería son cultivos ubicados en tierras sin cubierta boscosa, con capacidad de uso mayor forestal, sean de propiedad privada o adjudicadas en concesión por el Estado, constituyen agronegocios forestales y se rigen por la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente y sus normas Reglamentarias y la presente Ley. El Estado podrá adjudicar en concesión mediante subasta pública, tierras forestales sin cubierta boscosa y/o eriaza de su dominio. El derecho de concesión se otorgará por un plazo de 60 años, con compromiso de inversión, acto jurídico que será inscribible en los Registros Públicos. La Agencia de Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSION) de acuerdo a lo establecido en el Decreto Legislativo N° 674, normas complementarias y modificatorias, y los gobiernos regionales realizarán en forma conjunta las subastas públicas de dichas concesiones. Los mecanismos y procedimientos de la convocatoria, proceso de subasta pública y

adjudicación de la concesión se realizarán de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la presente Ley. El Ministerio de Agricultura en coordinación con los gobiernos regionales determinará en forma previa al proceso de adjudicación, el catastro de tierras para forestación y/o reforestación. Las tierras adjudicadas para los fines a que se refiere el artículo precedente no deben exceder de las diez mil (10 000) hectáreas y no podrán ser destinadas a actividades distintas a las contenidas en la presente Ley (DECRETO LEGISLATIVO N° 635).

2.3.5 La Nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre – Ley N° 29763

Artículo 3. Actividades forestales y de fauna silvestre, y conexas. Para los efectos de la presente Ley, se consideran actividades forestales y de fauna silvestre, las siguientes:

- a) La administración, investigación, conservación, protección, monitoreo, restauración, evaluación, manejo, aprovechamiento, poblamiento, repoblamiento y mejoramiento del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación.
- b) La forestación y reforestación.
- c) El manejo de la flora y fauna silvestre in situ y ex situ.
- d) Las actividades agroforestales y silvopastoriles en tierras de capacidad de uso mayor forestal o de protección.
- e) Coadyuvar a la provisión de los servicios de los ecosistemas forestales y otros sistemas de vegetación silvestre.
- f) El aprovechamiento económico no consuntivo de los paisajes de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre. Son

actividades conexas de las actividades forestales y de fauna silvestre las siguientes:

- a) La educación y fortalecimiento de capacidades.
- b) Las derivadas del uso, disfrute, conocimiento, aprovechamiento comercial, transformación, almacenamiento, transporte y distribución de los recursos forestales y de fauna silvestre.

Artículo 44. Lineamientos generales de manejo forestal Se entiende por manejo forestal las actividades de caracterización, evaluación, investigación, planificación, aprovechamiento, regeneración, reposición, enriquecimiento, protección y control del bosque y otros ecosistemas de vegetación silvestre, conducentes a asegurar la producción sostenible de bienes, la provisión sostenible de servicios y la conservación de la diversidad biológica y el ambiente (DECRETO LEGISLATIVO N° 635).

El manejo forestal se caracteriza por una gestión por ecosistemas, siendo necesario que todo aprovechamiento comercial o industrial de recursos forestales y servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre cuente con un plan de manejo aprobado por la autoridad regional forestal y de fauna silvestre. El plan de manejo forestal contiene el nivel de estudio de impacto ambiental acorde con la escala e intensidad de las operaciones.

El SERFOR dicta los lineamientos específicos del manejo forestal atendiendo a la intensidad de aprovechamiento y los requerimientos técnicos de modo tal que consideren la realidad de cada región y especificidades de cada ecosistema, siendo su aplicación gradual y adaptativa, entre otras consideraciones que precisa el reglamento. Estos

lineamientos orientan la elaboración de planes de manejo de corto y largo plazo, incorporando en cada caso las prácticas silviculturales correspondientes.

Las plantaciones forestales en predios comunales y privados no requieren la aprobación por la autoridad forestal y de fauna silvestre de sus planes de manejo (DECRETO LEGISLATIVO N° 635).

2.3.6 Ley Forestal y de Fauna Silvestre - Ley N° 27308.

Al no haberse aprobado el Reglamento de la nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre –Ley N° 29763, la misma no se encuentra vigente más que en algunos artículos; por lo que a la fecha se encontraría aún vigente la antigua Ley Forestal y de Fauna Silvestre - Ley N° 27308 (DECRETO LEGISLATIVO N° 635).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Equipos

- ✓ Laptop. Procesador Intel Core i3-2328M (2.2 GHz), Memoria de 4GB DDR3, Disco Duro de 500GB, Pantalla LED HD de 14", Video Intel HD Graphics 3000, Red 802.11b/g/n, DVD±R/RW DL, Windows 8 (64 Bits)
- ✓ Impresora. con tecnología PageWide ePrinter HP Officejet Pro 6230(E3E03A)
- ✓ Software utilizado ENVI 5.3 (64-bit) y ENVI Classic 5.3 (64-bit) utilizado para el análisis de la imágenes satelitales Landsat.
- ✓ Software utilizado ERDAS IMAGINE 9.1 para el tratamiento de las imágenes satelitales y el análisis multitemporal.
- ✓ Software ArcGis 9.3 para la elaboración de los mapas temáticos. Geoposecionador espacial (GPS)
- ✓ Las imágenes satelitales Landsat se obtuvieron a través de Earth Science.

3.1.2 Instrumentos

- ✓ Lapiceros.
- ✓ libreta de apuntes.
- ✓ marcadores.
- ✓ Cuadernos.
- ✓ Reglas.
- ✓ Borradores
- ✓ Memorias USB

3.2 Métodos

3.2.1 Diseño y Nivel de la Investigación

3.2.1.1 Diseño y Nivel de Investigación

El análisis multitemporal comprendió en diferentes etapas y procedimientos, desde la estandarización de las fuentes de información hasta la identificación de variables que afectan el cambio de la cobertura. La determinación de la cobertura, fue realizada mediante una clasificación supervisada. A partir de esta clasificación fue posible la realización de los diferentes análisis. A continuación se explican en detalle los procedimientos.

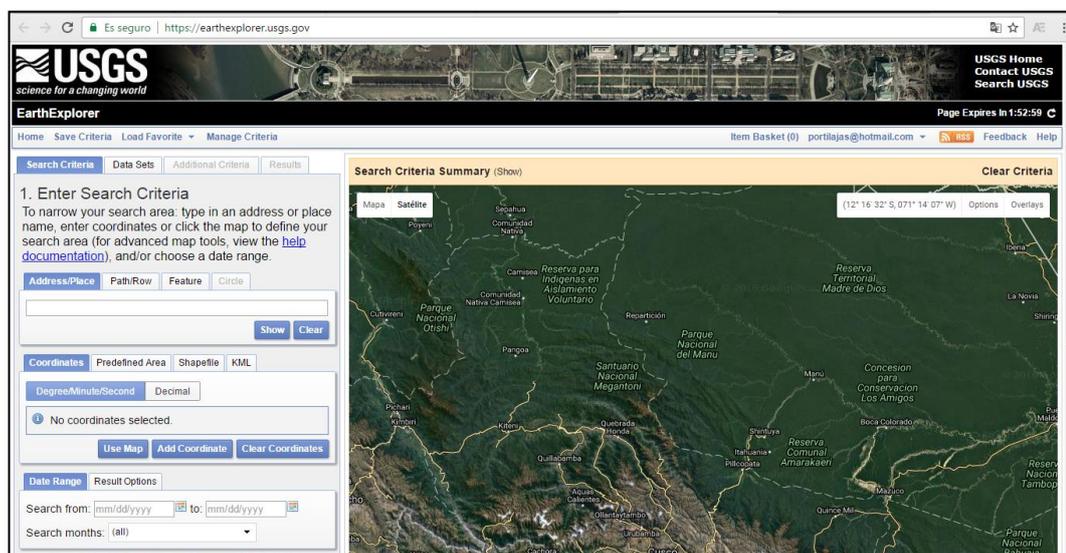
3.2.1.2 Recopilación de información

El primer paso para realizar un análisis multitemporal, es la recopilación base de la zona de estudio, como es su división política y administrativa es sus diferentes niveles, así como descargar la imágenes satelitales landsat de la página de <https://earthexplorer.usgs.gov/>

3.2.1.3 Selección del sensor orbital

Luego de un análisis específico del tipo de imágenes satelitales que utilizaremos en el software ENVI 5.3 se optó por utilizar los productos del satélite Landsat 8 y landsat 5 por tener un tamaño de pixel adecuado para el estudio, las imágenes se descarga del portal web espacial de USGS (united states geological survey) <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Imagen 3.1: Ubicación del área en el portal web USGS (*united states geological survey*)



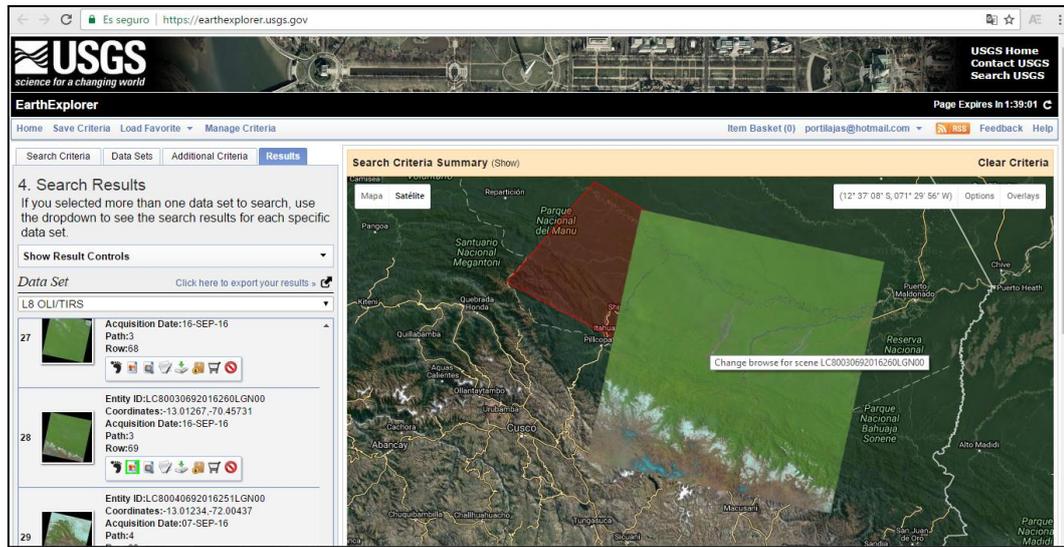
Fuente: USGS (*united states geological survey*)

3.2.1.4 Descarga de imágenes satelitales

La etapa de adquisición de las imágenes satelitales es de vital importancia, puesto que la calidad de las mismas refleja el resultado final del análisis multitemporal.

Las imágenes satelitales, que en este caso son las del sensor Landsat 5 y Landsat 8 son las elegidas para el presente estudio puesto que: se pueden obtener de diferentes portales de información espacial en forma gratuita. Ubicado el área de interés y tratando de conseguir imágenes con el menor porcentaje posible de nubosidad en las fechas predeterminadas para el análisis multitemporal (2000 – 2016) al ser un análisis de vegetación en la provincia de Manu. Que se encuentra ubicado en una zona tropical, no influye la época del año, puesto que su masa vegetativa no caduca, como sucede en zona templado.

Imagen 3.2: Ubicación del área de interés en una imagen landsat 8



Fuente: USGS (*united states geological survey*)

3.2.1.5 Pre – procesamiento

En esta fase incluyen los procesos de tratamiento que necesitan las imágenes descargadas para optimizar su calidad y corregir sus errores.

Características de las bandas espectrales de las imágenes landsat (TM Y ETM+) para aplicaciones de vegetación.

Mediante el estudio en cada banda, y la combinación de ellas, es posible resaltar variaciones de color, tonalidad, textura de las rocas, etc., que en algunos casos pueden reflejar zonas de alteración hidrotermal, y por tanto de interés para detectar y delimitar áreas, para posterior reconocimiento de vegetación detallado.

También, pueden ser aplicadas en la interpretación estructural y problemas de geodinámica externa, así como también áreas de interés agrícola, medioambiente.

A continuación se describe brevemente el significado de cada una de las bandas, las posibles combinaciones y su aplicación:

Banda 1 (Azul):

Usada para el mapeo de aguas costeras, diferenciando entresuelo y vegetación; mapeo de tipo de forestación o agricultura, y detecta centros poblacionales.

Banda 2 (Verde):

Corresponde a la reflectancia del verde de la vegetación vigorosa o saludable. También es usada para la identificación de centros poblados.

Banda 3 (Rojo):

Es usada para la discriminación de especies de plantas, la determinación de límites de suelos y delineaciones geológicas así como modelos culturales.

Banda 4 (Infrarrojo Reflectivo):

Determina la cantidad de biomasa presente en un área, enfatiza el contraste de zonas de agua-tierra, suelo-vegetación.

Banda 5 (Infrarrojo Medio):

Es sensible a la cantidad de agua en las plantas. Usada en análisis de las mismas, tanto en época de sequía como cuando es saludable. También es una de las pocas bandas que pueden ser usadas para la discriminación de nubes, nieve y hielos.

Banda 6 (Termal):

Para la vegetación y detección de la vegetación que se encuentra enferma, intensidad de calor, aplicaciones de insecticidas, para localizar la polución termal, ubicar la actividad geotermal, actividad volcánica, etc.

Banda 7 (Infrarrojo medio):

Es importante para la discriminación de tipos de rocas y suelos, así como el contenido de humedad entresuelo y vegetación

3.2.1.6 Combinación de bandas

Vimos que las imágenes satelitales suelen ser multiespectrales, es decir que son registradas simultáneamente en varias regiones del espectro electromagnético. Estas imágenes pueden ser estudiadas individualmente en escalas de grises o en imágenes coloreadas obtenidas a partir de las primeras. Estas últimas se generan según el modelo de color RGB (del inglés Red, Green, Blue). Este hace referencia a la composición del color en términos de la intensidad de los colores primarios con los que se forma: el rojo, el verde y el azul. Es un modelo de color basado en la síntesis aditiva, es decir basado en la mezcla por adición de dichos primarios.

Combinaciones de bandas espectrales para interpretación de recursos naturales.

Las imágenes LANDSAT, cubren un área de 185 x 185 km aproximadamente, con una resolución de 30 y 120 mt (TM) y 15,30 y 60 mt (ETM+) contienen 7 y 8 bandas espectrales respectivamente que dan respuesta sobre las características geológicas, litológicas, estructurales de las rocas de la superficie terrestre y otros aspectos como humedad, vegetal, áreas cubiertas con glaciares.

Las combinaciones de bandas están especificadas en orden rojo verde, azul (RGB o RVA). Por ejemplo, en la combinación de bandas 4, 3, 2 la banda TM4 está desplegada como roja, TM3 está desplegado como verde y TM2 está desplegada como azul.

Para el análisis de vegetación tenemos la siguiente combinación.

Landsat 5 (543)

Las praderas en verde claro, verde oliva a verde claro indica áreas forestales (en general los bosques de coníferas son más oscuros que los caducifolias).

Landsat 8 (654)

Esta combinación usa las bandas Rojo, Infrarrojo cercano e Infrarrojo de onda corta. Por tanto, combina el realce de la vegetación de la combinación Color infrarrojo con algo de la penetración en la bruma de la combinación Interfaz tierra y agua., estos problemas son menos acusados que en las combinaciones anteriores. Si la bruma se pudiera reducir un poco más, esta imagen sería probablemente la mejor para digitalizar las huellas del incendio. Sin embargo, ninguna de las combinaciones de bandas predeterminadas restantes mejora las tres que ya ha estudiado. Para adaptar la imagen a sus necesidades, creará una combinación de bandas personalizada.

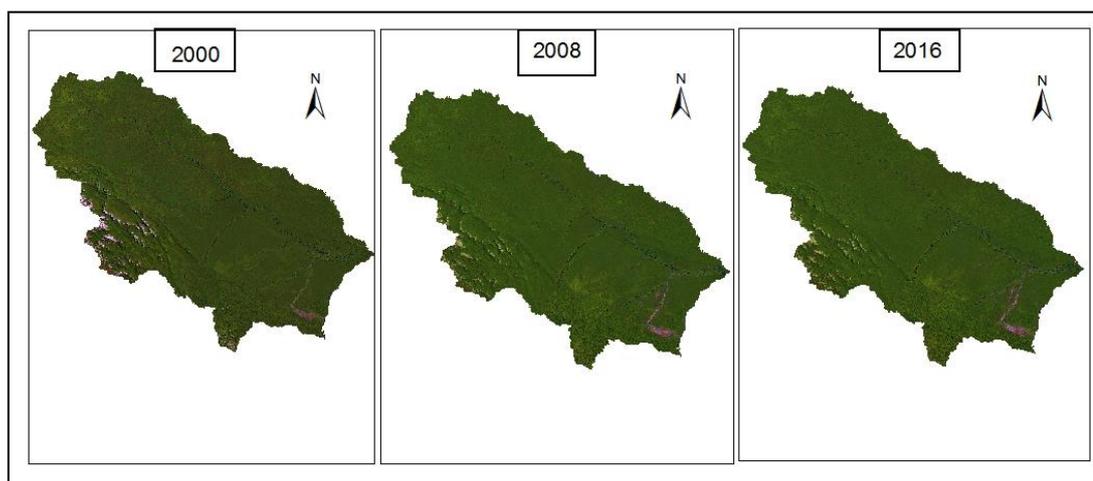
3.2.1.7 Mosaico

Mosaico es el arte de combinar múltiples imágenes en una sola imagen compuesta. Eso Puede utilizarse para combinar imágenes basadas en píxeles, para presentar imágenes para publicación o mapa Composición, o como un medio para combinar imágenes georreferenciadas en una imagen Cubriendo un área geográfica más grande. ENVI proporciona capacidades interactivas para Imágenes basadas en píxeles dentro de un mosaico y colocación automática de imágenes georreferenciadas Imágenes dentro de un mosaico de salida georreferenciado. El software proporciona herramientas para Requisitos comunes del mosaico tales como bordes de la mezcla (emplumar), borde de la imagen Transparencia. La capacidad Virtual Mosaico de ENVI permite a los usuarios Para crear y mostrar mosaicos opcionalmente sin crear archivos de salida grandes. Los datos de imagen sin procesar se pueden mosaico juntos si se desea (ENVI se puede utilizar para Producir mosaicos multibanda de múltiples tipos de datos), sin

embargo, la mayoría de los mosaicos son para Salida y requieren generalmente la escala (estiramiento del contraste), y el histograma que empareja a Minimizar las diferencias de imagen en el mosaico de salida.

El primer paso en un mosaico utilizando ENVI suele ser el contraste de estirar las imágenes. Esto es Hecho mediante la visualización de las bandas para ser mosaico y cualquiera de los siguientes métodos rápidos de ENVI (Por defecto) o usando las capacidades interactivas de estiramiento de contraste de ENVI. Por Mosaicos con imágenes superpuestas, consulte la descripción de coincidencia de histogramas.

Imagen 3.3: Mosaicos para cada año de trabajo:



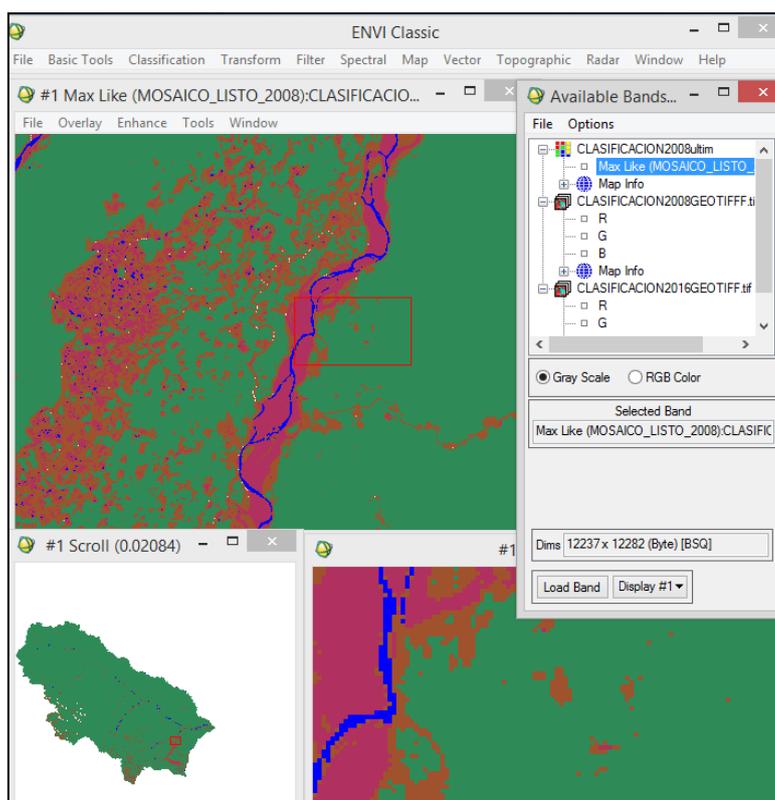
Fuente: Elaboración propia mediante el software ENVI 5.3

3.2.1.8 Clasificación Supervisada

Este método se basa en la identificación de zonas o sectores donde se conoce Con certeza el tipo de vegetación o unidad existente (nubes, cuerpos de agua, nieve, bosques húmedos, entre otros) o donde se puede identificar una diferencia sustancial de la cobertura. “entrenamiento del equipo” y sirve para que el programa busque los valores espectrales similares a los de las “semillas” en el resto de la imagen. Se seleccionaron muestras para definir los valores espectrales

seleccionados, el software procedió a evaluar el resto de la imagen. Se tomó una muestra por unidad de vegetación en distintos lugares de la imagen, asegurando de esta manera, que la muestra sea representativa. Se tomaron muestras representativas de las coberturas existentes de la Metodología.

Imagen 3.4: clasificación supervisada de los mosaicos obtenidos para cada periodo.



Fuente: Elaboración propia mediante el software ENVI 5.3

3.1.2 Muestra

En la provincia de Manu la deforestación sigue avanzando en la zona reservada de Madre de Dios. Un avance de análisis en base a imágenes satelitales da cuenta de la expansión de la deforestación por la extracción de oro, desde la zona minera Huepetuhe hacia la Reserva Comunal Amaraeri,

Según el análisis, la deforestación a causa de la minería aurífera llegó al sector sudeste de la Reserva Comunal Amarakaeri en julio del 2013, aumentando entre el 2014 y febrero del 2015.

“El total de la deforestación generada por la minería aurífera asciende a 11 hectáreas. Aunque en la actualidad esta área representa un diminuto porcentaje de la superficie total de la Reserva, representa una tendencia creciente que debe ser monitoreada de cerca”

Universo. Departamento de Madre de Dios – Perú. **"Capital de la Biodiversidad del Perú"**.

Reconocido por la UNESCO al parque nacional del manú (provincia del manú) como **"Patrimonio Natural de la Humanidad"**.

Unidad de análisis: La provincia de manú y sus cuatro distritos fitzcarald, manú, madre de dios y huepetuhe. Dentro de ello las áreas protegidas por SERNANP (servicio nacional de áreas naturales protegidas por el estado) parque nacional del manú, reserva comunal amarakaeri.

Espacio espacial: La investigación se aplicara en el departamento de madre de dios, provincia del manú tomando en cuenta el análisis multitemporal de deforestación y cobertura vegetal con imágenes satelitales en tres periodos.

Espacio temporal: La investigación se llevara a cabo entre 2016 - 2017 aproximadamente donde analizaremos los problemas de deforestación incrementados por la minería aurífera y la tala ilegal de especies arbóreas naturales de nuestra selva.

3.1.3 Métodos

El método presentado en el presente trabajo de investigación, es analítico, descriptivo, síntesis y explicativo a los problemas de deforestación de ecosistemas forestales que ha permitido sistematizar las concepciones de los ecosistemas forestales tiempo y espacio, donde mediante el tiempo es la referencia histórica al incremento de la demografía y el espacio al medio geográfico, así mismo la concepción geo sistémica acompañado de técnicas cartográficas, fotointerpretación, estadísticas entre otras, me permiten presentar el trabajo en tres etapas.

Metodología. Para obtener el análisis multitemporal en el área de estudio se establecieron cuatro pasos:

- ✓ Levantamiento de datos.
- ✓ Tratamiento básico de las imágenes satelitales.
- ✓ Clasificación de la cobertura vegetal en el área.
- ✓ Análisis multitemporal de las imágenes satelitales.

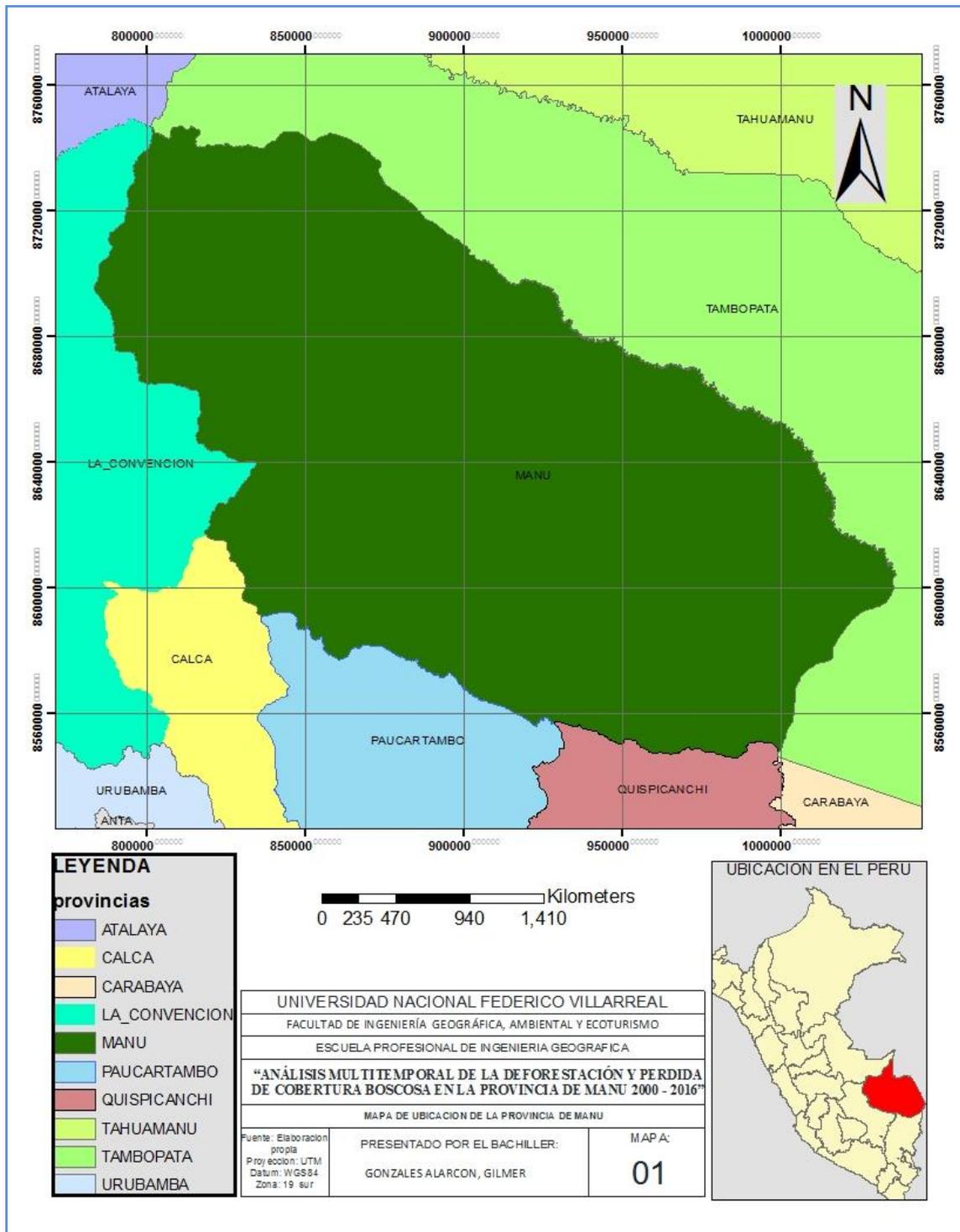
CAPÍTULO IV: DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

4.1 Localización

El área del proyecto se encuentra ubicada políticamente en el departamento de Madre de Dios. Perteneciente a la región Madre de Dios. Formado por los distritos de Fitzcarrald, Madre de Dios, Huepetuhe y Manu, provincia de Manu. El mapa de ubicación se aprecia en anexos.

Limita al norte y al este con la provincia de Tambopata, y al sur y al este con el departamento de Cusco.

Figura 4.1 ubicación de la provincia de Manu



Fuente: Elaboración propia mediante el software arcgis 10

4.2 Ubicación y extensión

- ✓ Está ubicado en las coordenadas 12°50'10" S 71°21'40"O
- ✓ Entidad Provincia
- ✓ País Perú
- ✓ Departamento madre de dios
- ✓ Superficie

División administrativa

La provincia tiene una extensión de 27 835,17 km² y está dividida en cuatro distritos:

- Manu
- Fitzcarrald
- Madre de Dios
- Huepetuhe

Población tiene una población aproximada de 24 097 habitantes. Hasta el año 2015.

Población según distrito

DISTRITOS	HABITANTES
Manu	3118
Fitzcarrald	1536
Madre de Dios	12810
Huepetuhe	6633
Total	24097

Fuente: INEI

La capital de esta provincia es la ciudad de Villa Salvación.

En la provincia del Manu se encuentra el distrito de Manu con 6928,28 Km² (0,35hab/Km²), Fitzcarrald con 10015,48 Km² (0,13 hab/Km²) y Madre de Dios con 10773,50 Km² (1,33 hab/Km²).

4.3 Descripción de los factores abióticos

4.3.1 Temperatura.

La máxima mensual es de 29 a 40 °C, la mínima mensual es de 18 a 20 °C durante los meses de agosto y setiembre. La variación diaria de temperatura es de 5 a 6 °C.

El Friaje se da entre los meses de mayo a setiembre y es un fenómeno por el cual las masas de aire del Anticiclón Polar marítimo penetran al continente sudamericano y son canalizados por los Andes desplazándose hasta Bolivia. El proceso levanta el aire tropical caliente y liviano generando frentes fríos y nubosos en la ciudad de Puerto Maldonado y El Pueblo El Triunfo. (SENAMHI).

Temperatura promedio anual, según departamento, 2003-2016 (grados centígrados)

Departamento	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Madre de Dios	27.1	26.8	27.8	27.4	27.1	26.5	26.1

Departamento	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Madre de Dios	...	26.6	26.9	26.6	26.5	27.1	26.4

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

4.3.2 Precipitación.

La estación climática de Puerto Maldonado (SENAMHI), altitud de 200 msnm, registra el promedio mensual de precipitación desde 50.0 mm en Julio, con una precipitación máxima mensual de 603.6 mm en enero y una precipitación mínima mensual de 2.6 mm en Julio. A nivel anual, la precipitación media del periodo 2000 - 2016, es de 2102.41 mm/año. (SENAMHI).

Precipitación total anual, según el departamento de Madre de Dios, 2000-2016 (milímetros)

Departamento	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Madre de Dios	2089.4	2147.6	2545.3	2806.0	1870.9	1919.2	2396.8	2105.5	1871.4

Departamento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Madre de Dios	2414.3	...	2217.9	1758.5	2398.1	2747.7	2349.9	2 284.3

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

4.3.3 Clima

El clima en la provincia de Manu es de tipo tropical: cálido, húmedo y con precipitaciones anuales superiores a 1000 mm. La temperatura media anual en Puerto Maldonado, capital del departamento, es de 26 °C.; las máximas llegan a 38 °C. En los meses de Agosto y Setiembre; las mínimas descienden a 8 °C. Existe un periodo de precipitaciones muy escasas que abarca los meses de Junio, Julio y Agosto. La época lluviosa es de Diciembre a Marzo.

El clima de Madre de Dios sufre a veces influencias de masas de aire frías que llegan desde el sureste del continente americano, ocasionando sensibles bajas de temperatura, que hacen bajar el termómetro hasta 8°C. Y que son conocidos

localmente con los nombres de " surazo " o " friaje” (*Boletín del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*)

4.3.4 Hidrología

El territorio del departamento esta cruzado por una densa red hidrográfica que tiene como eje el río de Madre de Dios. Río Madre de Dios. Conocido desde épocas prehispánicas, se le llamaba río Amarumayo o río Serpiente; río Manú - Tali y Padre Río. Su origen más lejano se encuentra en las nacientes del río de Pilcopata, ubicadas en el Nevado de Pucará, sureste de la Ciudad de Paucartambo, en el departamento del Cusco.

En sus nacientes se llama río Huaisambilla y luego río Pilcopata este último después de confluir con el río Piñi-Piñi, cambia su denominación por la del Alto Madre de Dios y penetra los territorios del departamento del mismo nombre. Sigue una dirección general de suroeste a noreste, hasta unir sus aguas con el río Manú. Cambia entonces su rumbo y con la sola denominación de río Madre de Dios se desplaza de noreste a sureste, por un lecho sinuoso, formando numerosos meandros. Después de recibir las aguas del río Heath, en el límite con Bolivia, penetra el territorio de este país y luego al del Brasil, para desembocar en el Amazonas con el nombre de río Madeira.

El río Madre de Dios es navegable desde su confluencia con el Manú. Su cuenca con importante riqueza forestal, esta poco humanizada y predominan los paisajes naturales.

Río Manú. Nace en colinas bajas que forman divisorias de aguas entre las cuencas del Madre de Dios y Urubamba. En sus orígenes tiene una dirección de sureste a noreste y después de recibir por su margen izquierda las aguas del río Cashpajali,

forma una gran curva y más o menos desde el meridiano 72° Longitud Oeste sigue un rumbo noreste - sureste, hasta confluir con el río Madre de Dios, al que da sus aguas por la margen izquierda.

Del río Manú su afluente importante es el río Umerjali, el que da sus aguas por al margen derecha.

Río Tacuatimanú o de las Piedras. Importante afluente del Madre de dios por su margen izquierda, aparece con el nombre de "Río de los Indios Bravos" en el mapa de Raimondi. Juan Alvarez Maldonado le llama Guariguaca; otros lo nominan río Cuetreras y río Chandles. Los naturales lo conocen con el nombre de río Tacuatimanú. Sus orígenes se encuentran al noreste del departamento en colinas que forman divisorias de aguas del río Shepagua, afluente del Ucayali, con los de la cuenca de Madre de Dios. Su lecho, muy sinuoso, tiene una longitud aproximadamente de 500 Km. Da sus aguas al Madre de Dios, en las inmediaciones de Puerto Maldonado, donde tiene un ancho de 150 metros. Posee numerosos afluentes y los principales le dan sus aguas por la margen derecha, pudiendo citarse los ríos: Ceticayo, Chanchamayo, San Francisco, Lidia, Caricayu, Pariamanu y Uperi Capu Tauri. En su cuenca hay poca población y los pequeños núcleos humanos se localizan aisladamente a lo largo de su recorrido. Río Orton o Tahuamanú. Llamado por los naturales Datimanu (río de las tortugas), es navegable en épocas de estiaje hasta más o menos la mitad de su curso.

Río Tambopata. Nace en el departamento de Puno, al norte del Lago Titicaca, en los deshielos del nevado Shalluyo, con el nombre de río Chicaillane. Sigue su dirección sur-norte hasta confluir con el río Lanza, luego a partir del cual se llama río Tambopata. Sus aguas corren de sureste a noreste. Después de recibir sus aguas del río Candamo, en el límite departamental de Puno con Madre de Dios; penetra en

territorios de este último y sigue una dirección sur-oeste a nor-oeste, hasta confluir con el río madre de Dios, junto a la ciudad de Puerto Maldonado. El principal afluente del río Tambopata es el río Carama o Malinowski, que le da sus aguas por la margen izquierda.

El Tambopata es navegable desde la desembocadura del río La Torre. Son famosos sus lavaderos de oro, motivo por el cual, durante la Colonia se le conoció con el nombre de río San Juan del Oro.

Río Inambari o Azul. Conocido por los naturales con el nombre de Collahuaya, nace en el departamento de Puno, al norte del Lago Titicaca, en el nevado de Ananea, con el nombre de Quiaca. Sigue su dirección sur-norte y luego de formar una pronunciada curva cambia de rumbo y corre de oeste a este con la nominación de Huari-Huari, hasta la desembocadura del río Coasa que le da sus aguas por la margen izquierda. A partir de ese lugar se llama río Inambari y su lecho toma una dirección sureste-noreste. Al confluir con el río Sangaban, que llega por su margen izquierda, cambia nuevamente su rumbo y corre de sur a norte.

Finalmente y después de su confluencia con el río Marcapata penetra al departamento de Madre de Dios, un poco al sur del paralelo 13° Lat.Sur. y sigue una dirección suroeste a noroeste hasta su desembocadura. La cuenca del río Marcapata, es también famosa por los placeres auríferos que existe a lo largo de su lecho.

Las aguas del Inambari son cristalinas y azules aun cuando se mezclan con las turbias del río Madre de Dios.

La cuenca del río Inambari es una de las más ricas en shiringa y caucho. Sus principales afluentes son: el río San Gabán y Marcapata. Ambos le dan sus aguas por la margen derecha.

Río Heath. Lleva este nombre en memoria del médico Edwin Heath, que lo navegó en abril de 1893. Los naturales lo conocen con el nombre de Abuyama. Alvarez Maldonado también navegó por este río y le dio el nombre de Cano. Según Stiglich el Heath es un río con ancho continuo, nunca inferior a los 80 metros. (*Autoridad nacional del agua*)

4.4 Tipos y condiciones de la vegetación en el área del proyecto

El área del proyecto se encuentra, en la actualidad, casi totalmente cubierta por bosque húmedo subtropical primario, con escaso o nulo grado de intervención. Según el mapa de tipos de bosque del INRENA, en el área del proyecto se encuentran los siguientes: (INRENA)

- ✓ Bosque aluvial inundable.
- ✓ Bosque de terraza baja.
- ✓ Bosque de terraza alta.
- ✓ Bosque de terraza disectada suave.
- ✓ Bosque de terraza disectada fuerte.
- ✓ Bosque de colina baja de pendiente suave.
- ✓ Bosque de colina baja de pendiente fuerte.
- ✓ Bosque de colina alta de pendiente suave.
- ✓ Bosque de colina alta de pendiente fuerte.
- ✓ Bosque de montaña.

4.5 Fisiografía y suelos

La actual topografía de la región de Madre de Dios se caracteriza por presentar dos grandes unidades biofísicas: las franjas subandinas de la Cordillera Oriental y el

valle de la Madre de Dios. Estas unidades son diferentes debido a sus características litológicas, desarrollo pedogenético, altitud y tipos de cubierta vegetal. De acuerdo con este tipo de topografía, los principales procesos morfo-dinámico que afectan a la zona son los deslizamientos de tierra e inundaciones.

El valle del río Madre de Dios es el más extenso y se desarrolla al este de la alineación montañosa subandina, entre los 176 y 500 m.sn.m. Se caracteriza por un relieve suave y ondulado, donde domina la llanura aluvial y las colinas bajas.

En general los suelos de la región son pobres en nutrientes, debido a la naturaleza de la litología, la fuerte meteorización química (causada por la alta temperatura y humedad) y el lavado de nutrientes que ocasionan las fuertes lluvias durante gran parte del año. En estas condiciones naturales, la fertilidad del suelo está vinculada al ciclo orgánico. La abundante cubierta vegetal de los bosques tropicales proporciona un suministro constante de materia orgánica, principalmente en forma de hojarasca, que después se transforma en humus. Debido a las condiciones climáticas y la acción de los microorganismos, la descomposición de la materia orgánica es tan rápida que sólo deja una fina capa de humus relativamente rica en nutrientes; se observa que la mayor parte de las raíces de las plantas se encuentran en esta capa superficial para absorberlos.

Los suelos en las terrazas altas son en general bien drenados, tienen baja fertilidad y pueden desarrollar niveles tóxicos de aluminio. Los suelos en las terrazas bajas varían de mal drenados a moderadamente bien drenados, dependiendo de cuán disectadas sean. Tienen baja a muy baja fertilidad y la saturación de aluminio es muy alta. En las colinas fuertemente disectadas y, en menor proporción, en las terrazas altas del río Madre de Dios, los suelos presentan una textura franca en la capa superficial y una acumulación de arcilla en el subsuelo; por lo tanto, son muy

susceptibles a la erosión. Ésta se ve agravada por la deforestación, especialmente en las unidades más fuertemente disectadas.

Los suelos del departamento tienen escasa aptitud agrícola; aquellas tierras que alcanzan esta condición tienen limitaciones de uso dada su fertilidad calificada como 'media baja', con dificultades de drenaje y problemas de inundaciones. (*Leite Pitman, 2003*)

4.6 Zonas de vida

Se halla cubierta mayoritariamente por bosques subtropicales donde se realizan diversas actividades productivas, destacando entre ellas las extractivas de oro, madera y castañas. Recientemente y con gran futuro ha incursionado en el ecoturismo.

Durante toda su historia ha afrontado el restrictivo problema de la falta de vías de comunicación, lo cual la ha aislado del resto del país, mermando así el desarrollo de su potencial económico. La provincia de Manu está dotada con un gran potencial en recursos naturales, al punto de ser considerada la “capital peruana de la biodiversidad”. Existen tres importantes áreas protegidas en el departamento encontrándose una dentro del área de estudio: el Parque Nacional del Manu.

Principales zonas de vida

bosque húmedo – Subtropical / bosque húmedo – Tropical, bh-S/bh-T.

Transición entre bosque húmedo – Subtropical, bh- S y bosque húmedo –Tropical, bh-T.

bosque muy húmedo – Premontano Tropical, bmh – PT.

Altitudinalmente, se sitúan entre los 600 y 2000 msnm, para selva alta y entre los 200 y 400 msnm, para selva baja. La biotemperatura media anual máxima estimada es de 25.6°C y la media anual mínima estimada es de 18.5°C, el promedio máximo de precipitación total por año estimado es de 4376 mm y el promedio mínimo de 2193 mm.

De acuerdo al diagrama de Holdridge, esta zona de vida tiene una biotemperatura media anual que varía entre 24°C y 25.5°C y un promedio de precipitación total por año variable entre 3000 y 3500 mm.

La configuración topográfica es generalmente abrupta con gradientes sobre 7% muy susceptibles a la erosión, el molde edáfico está representado por suelos generalmente ácidos.

bosque muy húmedo – Subtropical, bmh – S. Se encuentra a la misma altura del bosque muy húmedo Premontano Tropical. La biotemperatura media anual máxima es de 23.4°C y la media anual mínima de 20.2°C el promedio máximo de precipitación total por año es de 3374.7 mm.

De acuerdo al diagrama de Holdridge, esta zona de vida tiene una biotemperatura media anual que varía entre 17°C y 22.5°C y un promedio de precipitación total por año variable entre 4000 y 4500 mm.

bosque pluvial – Montano Bajo Subtropical, bp – MBS Esta zona de vida se localizan entre los 1600 y 1900 msnm, llegando a altitudes máximas de 2300 – 2600 metros, en la parte media de la zona que se denomina “Ceja de montaña”.

Esta zona de vida, según el diagrama de Holdridge, tiene un promedio de evapotranspiración potencial total por año variable entre las octava (0.125) y la

cuarta parte (0.25) del promedio de precipitación total por año, lo que las ubica en la provincia de humedad.

bosque pluvial – Montano Subtropical, bp – MS.

Esta zona de vida geográficamente se distribuyen ocupando vertientes orientales de los Andes, emplazados entre los 5°00' y 12°15' de latitud sur para la zona de vida bosque pluvial – Montano Subtropical.

Altitudinalmente se extiende desde 2500 hasta cerca de 3800 msnm, ocupando las posiciones elevadas del flanco oriental andino, en la zona denominada “ceja de montaña”.

Según el diagrama de Holdridge la biotemperatura media anual varía entre 6°C y 12°C, el promedio de precipitación total por año varía entre 2000 y 4000 mm, y el promedio de evapotranspiración potencial total por año es variable entre la octava (0.125) y la cuarta parte (0.25) del promedio de precipitación total por año, lo que ubica a estas zonas de vida en la provincia de humedad: súper húmedo.

bosque pluvial – Subtropical, bp – S. y bosque pluvial – Premontano Tropical, bp – PT.

Estas zonas de vida ocupan la porción inferior de las vertientes orientales de los Andes, entre 600 y 700 msnm, llegando a altitudes máximas de 2000 metros. La biotemperatura media anual en el bosque pluvial – Subtropical es de 23.3°C, el promedio máximo de precipitación total por año es de 7162.4 mm y el promedio mínimo de 6608.3 mm.

En el bosque pluvial – Premontano Tropical, la biotemperatura media anual es de 24.4°C y el promedio de precipitación total por año es de 5661 mm. Esta zona ocupa una mínima parte de la cuenca.

Según el diagrama de Holdridge, estas zonas de vida tienen una evapotranspiración potencial que varía entre la octava (0.125) y la cuarta parte (0.25) del promedio de precipitación total por año, lo que las ubica en la provincia de humedad.

bosque pluvial semisaturado – Montano Bajo Subtropical, bps – MBS.

Esta zona de vida se ubica exclusivamente en la vertiente oriental de los andes, entre los 12°20' y los 12°45' de Latitud sur, conformando parte de la cuenca del río Palotoa, afluente del río Alto Madre de Dios. La altitud varía entre 1500 y 2700 msnm.

La biotemperatura media anual calculada según el diagrama de Holdridge varía entre 12°C y 17°C, el promedio de precipitación total varía entre 8000 y 16000 mm, y el promedio de evapotranspiración potencial total por año es variable entre un dieciseisavo (0.0625) y la octava parte (0.125) del promedio de precipitación total por año, lo que ubica a esta zona de vida en la provincia de humedad.

bosque pluvial semisaturado – Montano Subtropical, bps – MS.

Se localiza entre los 12°21' y 12°45' de latitud sur y con altitud que varía entre 2500 y 3500 msnm. La biotemperatura media anual según Holdridge varía entre 6°C y 12°C, el promedio de precipitación total por año varía entre 4000 y 8000 mm, y el promedio de evapotranspiración potencial total por año es variable entre un dieciseisavo (0.0625) y la octava parte (0.125) del promedio de precipitación total por año, lo que ubica a esta zona de vida en la provincia de humedad.

bosque pluvial semisaturado – Subtropical, bps – S.

Esta zona de vida se extiende en la vertiente oriental boscosa andina a niveles altitudinales máximos de 1800 msnm.

Las características bioclimáticas han sido estimadas en base al diagrama de Holdridge, La biotemperatura media anual varía entre 17°C y 24°C, el promedio de

precipitación total por año varía entre 8000 y 16000 mm. Finalmente el promedio de evapotranspiración potencial total por año es variable entre un dieciseisavo (0.0625) y la octava parte (0.125) del promedio de precipitación total por año, lo que ubica a esta zona de vida en la provincia de humedad.

Páramo pluvial semisaturado - Subalpino Subtropical, pps – SaS.

Esta zona de vida se localiza sobre la zona de bosque pluvial – Montano Subtropical, en la cima de las estribaciones de los Andes Orientales sobre los 3500 y 3800 msnm Para la zona del estudio es casi despreciable.

Según Holdridge la biotemperatura media anual varía entre 3°C y 6°C, el promedio de precipitación total varía entre 2000 y 4000 mm, y el promedio de evapotranspiración potencial total por año es variable entre un dieciseisavo (0.0625) y la octava parte (0.125) del promedio de precipitación total por año, lo que ubica a esta zona de vida en la provincia de humedad. (*Diagnóstico Hidrológico de la Cuenca Madre de Dios ANA-DCPRH*)

Tabla 4.1 Principales zonas de vida según HOLDRIDGE

ZONAS DE VIDA		Temperaturas °C	Precipitaciones (mm/año)
Bosque húmedo – Subtropical / bosque húmedo – Tropical	bhS/bh-T		
Bosque muy húmedo – Premontano Tropical	bmh – PT	24 y 25.5	3000 y 3500
Bosque muy húmedo – Subtropical	bmh – S	23.4 y 20.2	4000 y 4500
Bosque pluvial – Montano Bajo Subtropical	bp – MBS		2300 – 2600
Bosque pluvial – Montano Subtropical	bp – MS	6 y 12	2000 y 4000
Bosque pluvial – Premontano Tropical	bp – PT	24.4	5661
Bosque pluvial – Subtropical	bp – S	23.3	7162.4
Bosque pluvial semisaturado – Montano Bajo Subtropical	bps – MBS	12 y 17	8000 y 16000
Bosque pluvial semisaturado – Montano Subtropical	bps – MS	6 y 12	4000 y 8000
Bosque pluvial semisaturado – Subtropical	bps – S	17 y 24	8000 y 16000
Páramo pluvial semisaturado - Subalpino Subtropical	pps – SaS	3 y 6	2000 y 4000

Fuente: Diagnóstico Hidrológico de la Cuenca Madre de Dios. ANA-DCPRH

4.7 Fauna y flora

Madre de Dios alberga algunas de las regiones de mayor biodiversidad del mundo. Por ejemplo, el parque nacional del Manu (provincia de Manu) tiene el récord en número de especies de anfibios y reptiles.

Tiene una enorme diversidad de Aves, tiene a las grandes especies de felinos sudamericanos (jaguar, tigrillo, puma), múltiples especies de lagartos, y otros reptiles como reptiles como la boa constrictora y la shushupe. También son abundantes y diversos los monos, los peces, los insectos y en general el conjunto de animales.

Su flora es también muy rica, y entre las que se encuentran especies de madera noble y alto interés. Al igual podemos encontrar muchas especies como el: Gallito de las rocas o tunqui, Jaguar. (*Leite Pitman, 2003*)

4.8 Infraestructura económica y social

4.8.1 Salud

Los traumatismos y envenenamientos representan el 60% de las causas de muerte, seguidos por enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas (15%), ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias (13%) y enfermedades del sistema respiratorio (11%) (*Dirección de Servicios de Salud –DISA Madre de Dios, 2001*).

4.8.2 Comunicaciones

En esta región, la infraestructura de comunicaciones se concentra en la capital departamental, destacando la telefonía, correos, radio de comunicación, retransmisores radiales y cabinas de Internet. Actualmente la central telefónica tiene una capacidad de 2,432 líneas con aproximadamente

2,372 usuarios. La telefonía en el sector rural es incipiente, existiendo algunas instalaciones solares y satelitales. El departamento cuenta con ocho radiodifusoras.

(www.mtc.gob.pe)

4.8.3 Infraestructura vial

La única vía de acceso permanente es la aérea. Los caminos terrestres no son asfaltados y durante los meses de lluvias se vuelven intransitables. Los ríos navegables solo lo son en parte, debido a los rápidos y a las turbulencias existentes en sus cursos que dificultan la navegación; sin embargo son el mejor medio de transporte para sus habitantes pues a través de ellos se trasladan a los centros poblados a efectuar sus actividades comerciales.

La construcción de la carretera transoceánica transformo la dinámica de la región incrementando su competitividad, pues será más fácil llegar a los puertos de embarque y se solucionará el problema de accesibilidad que tenía. (PAIPB – diagnostico regional integrado).

4.9 Desarrollo Económico Local

4.9.1 Agropecuario

A pesar de lo extenso de su territorio, en el año 2015 el sector agropecuario ocupó el tercer lugar en el VAB departamental, caracterizándose por el uso intensivo de mano de obra y de tecnología tradicional. Los principales productos agrícolas del departamento son: pasto brachiaria, maíz amarillo duro, plátano, arroz y yuca, los cuales se destinan esencialmente al consumo local, debido a que el departamento es deficitario en producción agrícola, por lo que debe abastecerse de otras zonas de la sierra y costa del país.

La avicultura y la ganadería son actividades que vienen tomando impulso, dadas sus características de fácil adaptación al medio Según el IV Censo Nacional

Agropecuario 2012 (CENAGRO), se registró un aumento de unidades agropecuarias del 18,7 por ciento respecto al III CENAGRO de 1994, al incrementarse de 5 597 a 6 641 unidades agropecuarias con tierras. (INEI. CENAGRO – 2012)

4.9.2 Ganadería

La crianza de animales menores como aves de corral y cerdos es una actividad frecuente entre los productores rurales. La ganadería se centraliza en unos pocos productores y se sustenta en ganado vacuno (30 mil cabezas) y ovino (4,200 cabezas). (INEI. CENAGRO – 2012)

4.9.3 Industria

La rama de producción industrial más importante está constituida por pequeños empresarios asociados en tres gremios dedicados a la fabricación de muebles de madera fina como la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela odorata*) (*Dirección de Industria DRITINCE-MDD*)

4.9.4 Acuicultura

Desde el año 2003 ha mostrado un notable crecimiento debido a las ventajas comparativas que ofrecen los ecosistemas amazónicos (lagos, “cochas”, quebradas, ríos), terrenos de bajo costo y biodiversidad acuática, y que aseguran la sostenibilidad de la acuicultura en base al crecimiento del consumo per cápita de pescado. El cultivo de peces es la principal actividad, siendo las especies gamitana, paco y boquichico las de mayor importancia en los cultivos. Para el 2005 la producción fue aproximadamente de 120 TM (*Dirección Regional de Pesquería de Madre de Dios-DIREPE*)

4.9.5 Pesca

El sector pesca representó el 0,1 por ciento del VAB del departamento de Madre de Dios en el año 2015. No obstante, esta actividad es considerada como una de las potencialidades del crecimiento de la región, debido a que el recurso ictiológico en los últimos años ha mostrado un notable crecimiento asociado a las ventajas comparativas que ofrecen los ecosistemas amazónicos (lagos, “cochas”, quebradas, ríos), y que aseguran la sostenibilidad de la acuicultura en base al crecimiento del consumo per cápita de pescado. El cultivo de peces es la principal actividad, siendo las especies paco, mota, gamitana y boquichico las de mayor importancia.

Actualmente, la actividad pesquera se circunscribe en zonas de pesca cercanas a Puerto Maldonado, porque la flota pesquera carece de sistemas de refrigeración que permita conservar la captura en zonas más alejadas. (*Dirección Regional de Pesquería de Madre de Dios-DIREPE*).

4.9.6 Minería

En el año 2015, la producción minera del departamento de Madre de Dios representó el 40,8 por ciento del VAB departamental. En la región, esta actividad es una de las más dinámicas y una parte importante de su Población Económicamente Activa (PEA) se dedica a la búsqueda y extracción de oro en polvo o en pepitas en los ríos, playas y antiguos cauces de ríos. El oro se encuentra principalmente en las vertientes del sureste del departamento, debido a que los ríos nacen en las alturas andinas.

El centro del comercio del oro se ubica en el distrito de Laberinto, en las cuencas de los ríos Colorado, Inambari, Madre de Dios, Malinowski, Tambopata, Huepetuhe y Caychihue. En la zona de Huepetuhe se obtiene oro de gran calidad. Como

consecuencia de los estrictos controles contra la minería informal, la producción de oro en el 2015 alcanzó 409 miles de onzas troy, siendo superior en 58,4 por ciento con relación al año 2014. De igual forma, el empleo directo generado por la minería fue de 674 personas mayores a lo registrado en el año 2014 (295 personas). Asimismo, la inversión privada ascendió a US\$ 5,8 millones en el año 2015, siendo superior a lo registrado en el año 2014 (US\$ 1,4 millones). Las reservas de oro probable y probado para el año 2015, fueron de 155 y 138 miles de onzas finas, respectivamente. (*Instituto de investigación de la amazonia peruana – IIAP*)

4.9.7 Turismo ecológico

A lo largo de su territorio la provincia de Manu posee una mega diversidad de especies naturales que le ha merecido el reconocimiento nacional e internacional. Por Ley N° 26311 se le denomina “Capital de la Biodiversidad del Perú” y en 1987 la UNESCO reconoció al Parque Nacional del Manu como “Patrimonio Natural de la Humanidad”.

En la última década se ha observado un crecimiento importante de turismo proveniente del extranjero, interesado en los atractivos de la Amazonía y de los ecosistemas de una floresta de monte primario, muy poco impactado por la actividad humana.

Adicionalmente, la cercanía al Cusco, polo mundial de atracción turística, ha facilitado y promovido la inversión en infraestructura hotelera y de servicio en las zonas aledañas a la ciudad de Puerto Maldonado. El crecimiento del flujo turístico entre el año 2001 y 2002 fue de más del 10%, (*Ministerio de Comercio Exterior y Turismo –MINCETUR*).

CAPÍTULO V: RESULTADOS

Fase 1 Recopilación de Información

En el presente trabajo de investigación se hizo uso de información del portal web espacial del USGS como lo explicamos en el capítulo metodológico, de donde se realiza la selección de las imágenes satelitales: de los años 2000, 2008 y 2016.

Tabla 5.1 Información de las imágenes satelitales año 2000

Sensor	path/row	Fecha	ID
Landsat 5 TM	003/068	23/05/2000	LE70030682000144EDC00
Landsat 5 TM	003/069	23/05/2000	LE70030692000144EDC00
Landsat 5 TM	004/069	01/07/2000	LE70040692000183COA00
Landsat 5 TM	004/068	19/09/2000	LE70040682000263COA00

Fuente: USGS (*united states geological survey*)

Tabla 5.2 Información de las imágenes satelitales año 2008

Sensor	path/row	Fecha	ID
Landsat 5 TM	003/068	25/08/2008	LT50030682008238CUB00
Landsat 5 TM	003/069	25/08/2008	LT50030692008238CUB00
Landsat 5 TM	004/068	01/09/2008	LT50040682008245CUB00
Landsat 5 TM	004/069	01/09/2008	LT50040692008245CUB00

Fuente: USGS (*united states geological survey*)

Tabla 5.3 Información de las imágenes satelitales año 2016

Sensor	path/row	Fecha	ID
L8 OLI_TIRS	004/068	06/08/2016	LC80040682016219LGN00
L8 OLI_TIRS	004/069	06/08/2016	LC80040692016219LGN00
L8 OLI_TIRS	003/068	16/09/2016	LC80030682016260LGN00
L8 OLI_TIRS	003/069	16/09/2016	LC80030692016260LGN00

Fuente: USGS (*united states geological survey*)

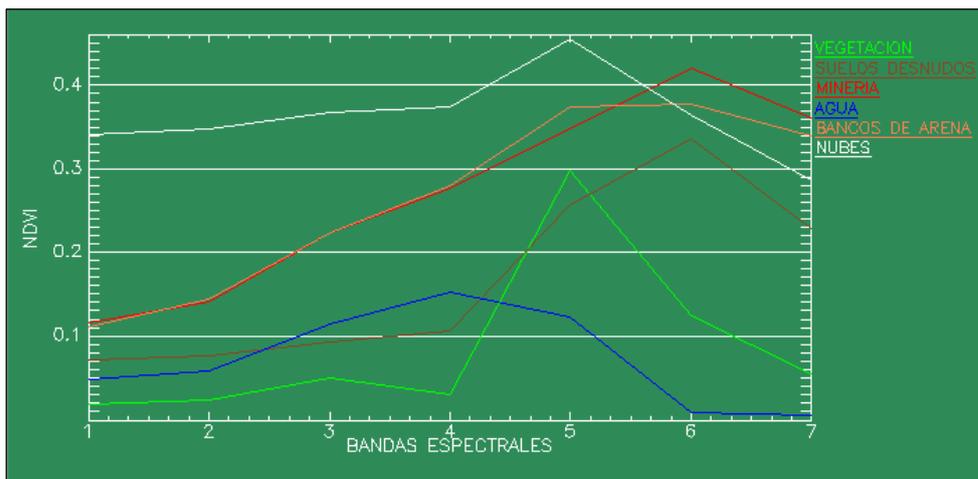
5.1 Firmas espectrales

Todos los elemento geográficos (bosques, cultivos, ríos lagos edificios, etc.) transforman de forma diferenciada la radiación electromagnética que reciben del sol. Cada tipo de objeto representa a un tipo de nivel específico en términos de: **radiación recibida = radiación reflejada + radiación absorbida + radiación transmitida**

La variación de reflectancia (radiación reflejada) en función de la longitud de onda se denomina firma espectral, es decir, la función que describe la cantidad de radiación reflejada, con respecto a la longitud de onda de dicha radiación, es la firma espectral de un objeto o elemento.

Ahora, resumiremos algunos de los elementos de nuestro interés, y el comportamiento de su firma espectral, entre los elementos a estudiar tenemos: agua, suelo, vegetación.

Imagen 5.1 Firmas espectrales de algunos elementos a estudiar en el área de estudio.



Fuente: elaboración propia del área de trabajo.

Vegetación

Sabemos que la vegetación, es un recurso con muchas variedades, y características distintas dependiendo de la especie (hojas, tallos, tronco, humedad, etc.), y además de esto, por ser seres vivos, están sujetos a cambios dependiendo las condiciones ambientales e internas del mismo, es decir, si la vegetación está enferma no va a tener las mismas características que cuando está sana.

La vegetación sana tiene una reflectividad baja en el visible aunque con un pico en el color verde debido a la clorofila y las bolsas de aire que se generan en el tejido intermedio de las hojas. Esta reflectividad es muy alta en el infrarrojo próximo debido a la escasa absorción de energía por parte de las plantas en esta banda. En el infrarrojo medio hay una disminución especialmente importante en aquellas longitudes de onda en las que el agua de la planta absorbe la energía.

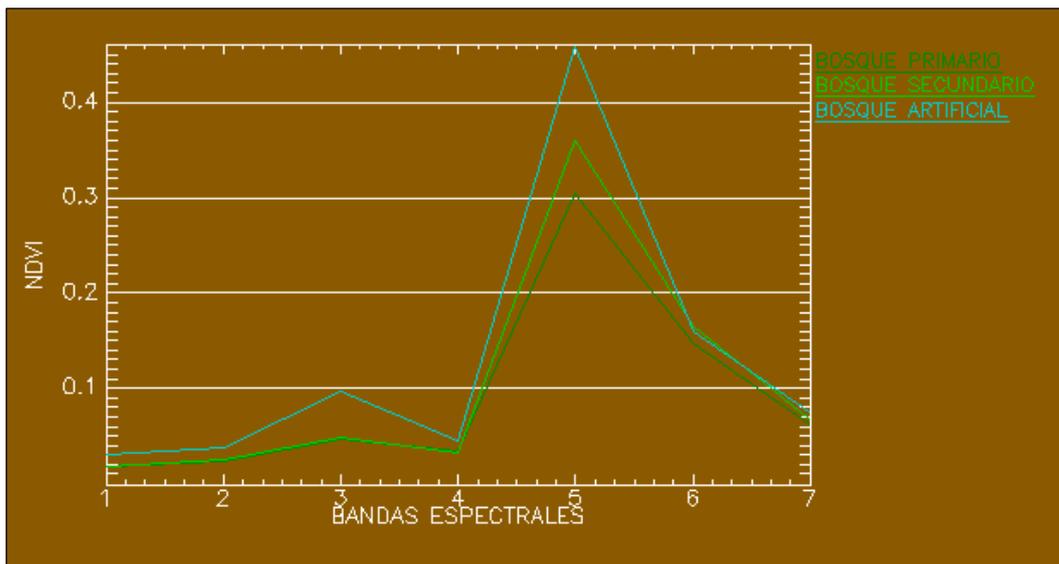
La vegetación que se encuentra enferma presenta una disminución de reflectividad en el infrarrojo, pero aumenta la reflectividad en el rojo y azul (visible).

Un factor adicional que afecta la reflectividad de la vegetación es la cantidad de agua que esta posee, pues cuando este aumenta la reflectividad disminuye, y viceversa

(inversamente proporcional), debido al comportamiento del agua con respecto a la radiación.

Debemos aclarar que esta descripción es general, pues el comportamiento aunque es muy similar, varía entre especies.

Imagen 5.2 Firmas espectrales de los tipos de bosque.



Fuente: elaboración propia del área de trabajo.

Tipos de bosques

Bosque primario o antiguos en los que no habido actuaciones humanas.

Bosque secundario que ha sufrido importantes modificaciones o existen por la actuación humana (regenerados a partir de una primera tala).

Bosque artificial plantados por el humano.

ANÁLISIS DE FRECUENCIA

Para calcular la frecuencia de un suceso, como es la pérdida de cobertura vegetal Calculamos el índice de Vegetación es una combinación de bandas espectrales capturadas por los sensores a bordo de un satélite de Teledetección. Esta combinación realza la vegetación por medio de su respuesta espectral y reduce los detalles de otros elementos localizados alrededor de las masas vegetales como el suelo, el agua, etc.

Todo esto se consigue gracias a operaciones algebraicas sobre los distintos valores de las bandas espectrales, consiguiendo como resultado una nueva imagen donde cada píxel arroja información sobre las coberturas vegetales.

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, conocido como NDVI, por sus siglas en inglés, es uno de los más utilizados a la hora de estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación en el área de estudio. Su cálculo se realiza por medio de los valores de intensidad de radiación de las bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

Su principio consiste en determinar la densidad de color verde sobre el área de la superficie terrestre de interés, por medio del estudio de los valores de longitudes de onda de la luz solar visible que absorbe la clorofila para su uso en el proceso de la fotosíntesis (desde 0,4 hasta 0,7 micras), y la luz del infrarrojo cercano reflejado por las hojas (0,7 a 1,1 micras).

Cálculo e interpretación de los resultados

Cómo se ha comentado en el párrafo anterior, el NDVI se calcula por medio de la luz visible e infrarroja cercana reflejada por la vegetación. Por tanto, para su cálculo será necesaria la información obtenida por los sensores correspondientes a las bandas roja e infrarroja cercana del espectro electromagnético.

La ecuación matemática del Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) es:

$$\text{NDVI} = (\text{Banda infrarroja cercana} - \text{Banda Roja}) / (\text{Banda infrarroja cercana} + \text{Banda Roja})$$

En otras palabras, para realizar este análisis solo necesitaremos las bandas de una imagen capturada por un satélite correspondiente a nuestro área de estudio y que comprendan los valores de longitudes de onda de la luz solar visible que absorbe la clorofila desde 0,4 hasta 0,7 micras, y la luz del infrarrojo cercano reflejado por las hojas 0,7 a 1,1 micras.

Para indicar en nuestra área de estudio, en el caso de las imágenes tomadas por el satélite LANSAT, solo utilizaremos las bandas 3 y 4.

Los resultados del cálculo del NDVI generan valores que oscilan entre -1 a 1 para cada pixel de la imagen.

Estos valores representan principalmente el verdor de la vegetación. A nivel general:

- ✓ Los valores negativos corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve.
- ✓ Los valores cercanos a cero corresponden principalmente a rocas y terrenos desnudos o sin vegetación.
- ✓ Los valores por debajo de 0,1 corresponden a áreas yermas de rocas, arena o nieve.
- ✓ Los valores moderados (0,2 a 0,3) representan terrenos con arbustos y prados.
- ✓ Los valores altos indican bosques de zonas templadas y tropicales (0,6 a 0,8).

Imagen 5.3 Analisis de frecuencia para el año 2000

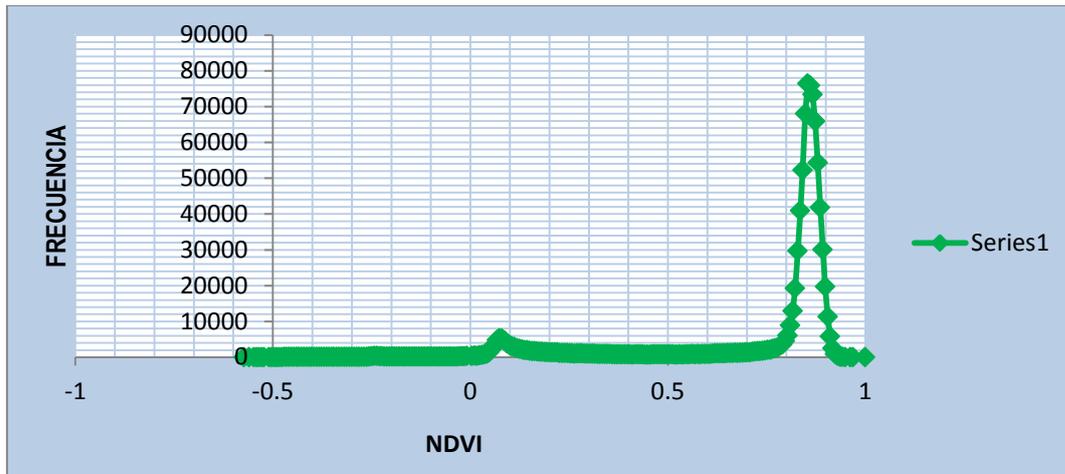


Imagen 5.4 Analisis de frecuencia para el año 2008

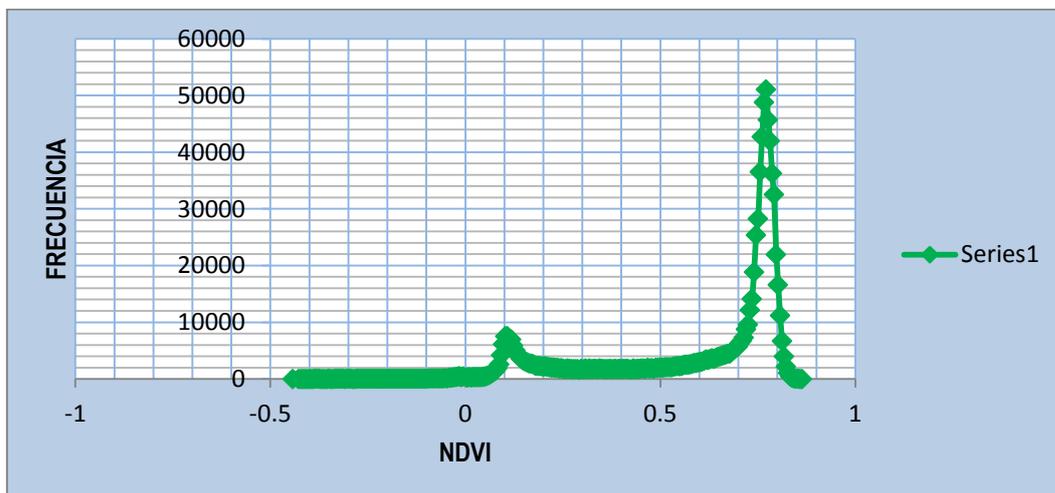
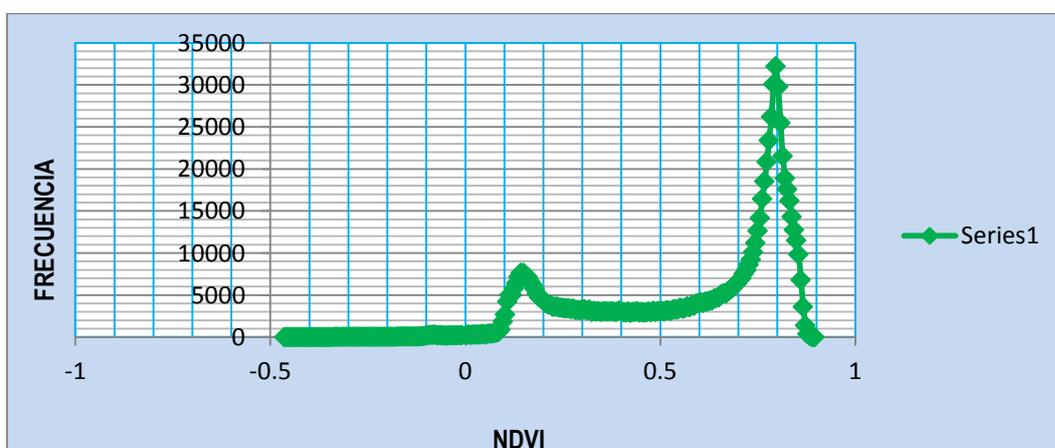


Imagen 5.5 Analisis de frecuencia para el año 2016



Fuente: Elaboración propia mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada.

ESTIMACIÓN DE DEFORESTACIÓN:

Estimamos la deforestación mediante clasificación supervisada donde se basa en la disponibilidad de áreas de entrenamiento. Se trata de áreas de las que se conoce a priori la clase a la que pertenecen y que servirán para generar una signatura espectral característica de cada una de las clases.

Se denomina clase informacionales en contraposición a las clases espectrales que generan la clasificación no supervisada. Las áreas de entrenamiento deben ser lo más homogéneas posibles y en las que sepamos lo que había el día que se tomó la imagen.

Como resultado de este estudio se obtuvo la deforestación para los años 2000, 2008 y 2016 dando la clasificación supervisada de las imágenes satelitales los siguientes resultados.

No obstante el concepto de deforestación y pérdida de cobertura boscosa casi siempre es entendido como resultado de la intervención antrópica, existen también procesos naturales que provocan la pérdida de bosque, por lo cual, en este punto es oportuno mencionar los tipos de deforestación que se pueden presentar.

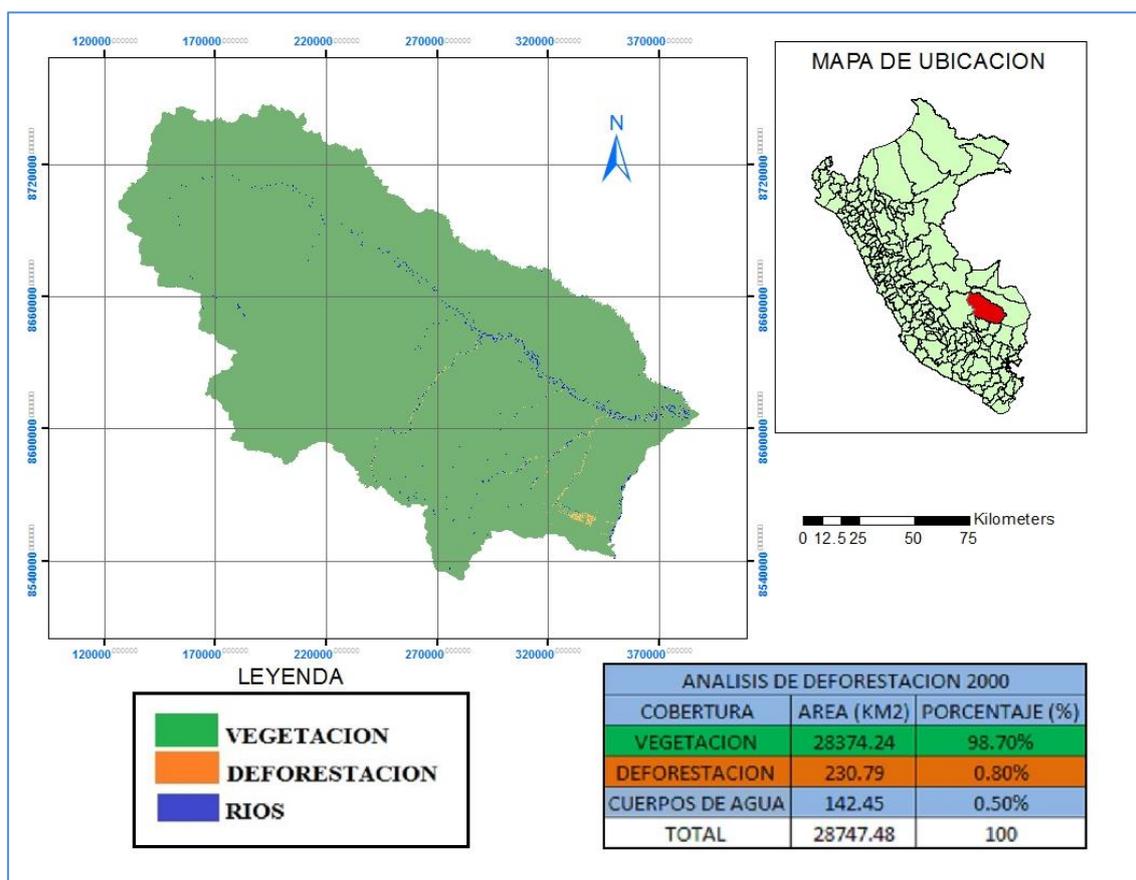
Deforestación natural: Aquí podemos agrupar a aquellas clases que de manera natural pueden dar origen a la pérdida de algún tipo de vegetación natural, la cual, sin embargo, se da en un mediano a largo plazo y no ha sido ocasionada por una acción directa del hombre. En esta clase podemos agrupar a la hidrografía, islotes, playones, meandros, zonas pantanosas y deslizamientos.

Deforestación artificial: Agrupa a aquellas clases que por acción del antrópica generan algún tipo de pérdida de vegetación natural, esta actividad generalmente se da en el corto plazo dependiendo de lo intensa que sea la actividad humana en la zona. En este tipo de deforestación podemos identificar la minería, los pastos, cultivos, el rozo, las chacras abiertas y áreas urbanas.

Estimación de deforestación para el año 2000

Según el mapa N° 1 de pérdida de cobertura vegetal del año 2000 obtenido por clasificación supervisada, utilizando el software ENVI 5.3. En este se observa un dominio de cobertura vegetal, siempre verde.

Imagen 5.6 Estimación de deforestación para el año 2000



Fuente: Elaboración propia mediante el uso e imágenes satelitales landsat.

Datos en kilómetros cuadrados y porcentajes de las unidades de cobertura para el año 2000

Tabla 5.4 Información de las imágenes satelitales año 2000

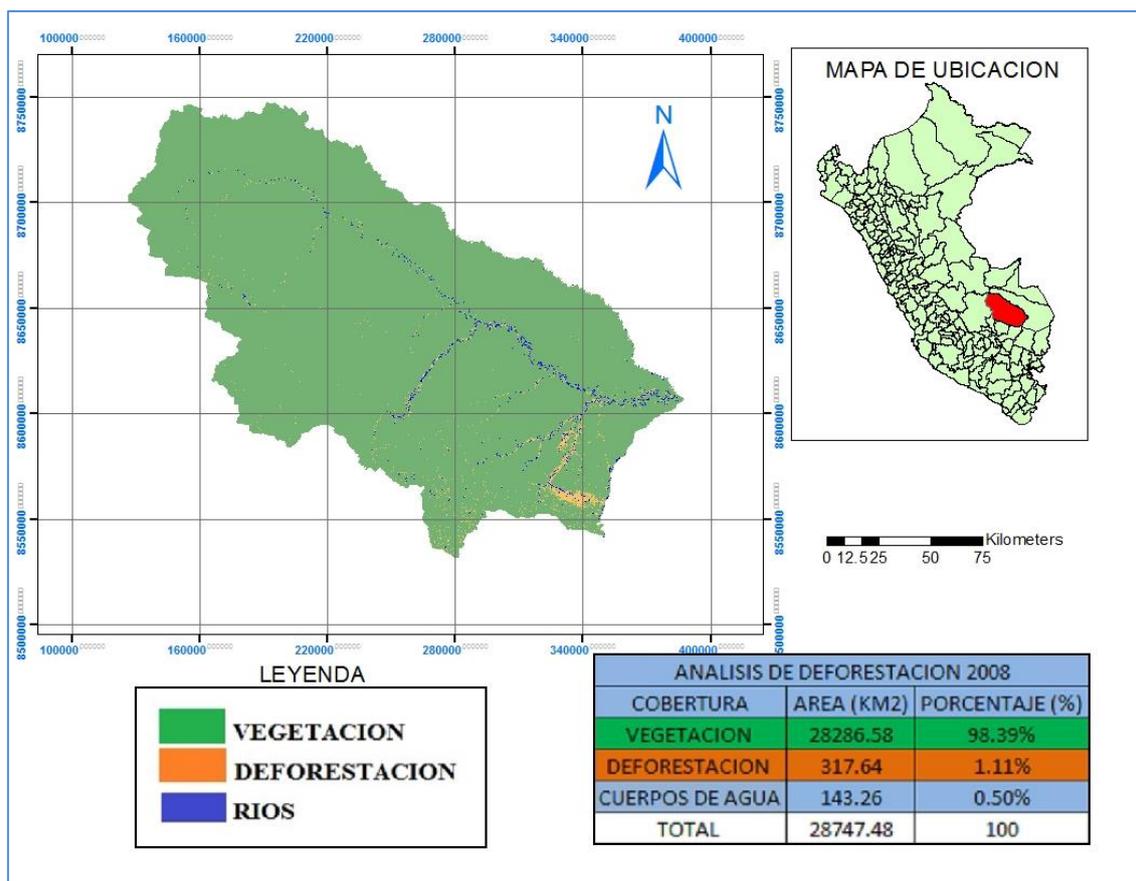
ANÁLISIS DE DEFORESTACION 2000		
COBERTURA	AREA (KM2)	PORCENTAJE (%)
VEGETACION	28374.24	98.70%
DEFORESTACION	230.79	0.80%
CUERPOS DE AGUA	142.45	0.50%
TOTAL	28747.48	100

Fuente: Elaboración propia mediante el uso e imágenes satelitales landsat

Estimación de deforestación para el año 2008

Según el mapa N° 2 de pérdida de cobertura vegetal del año 2008 también obtenido por clasificación supervisada, utilizando el software ENVI 5.3. En este se puede observar un avance de la deforestación ocasionado de factores antrópicos como la minería y la tala indiscriminada.

Imagen 5.7 Estimación de deforestación para el año 2008



Fuente: Elaboración propia mediante el uso e imágenes satelitales landsat.

Datos en kilómetros cuadrados y porcentajes de las unidades de cobertura para el año 2008

Tabla 5.5 Información de las imágenes satelitales año 2008

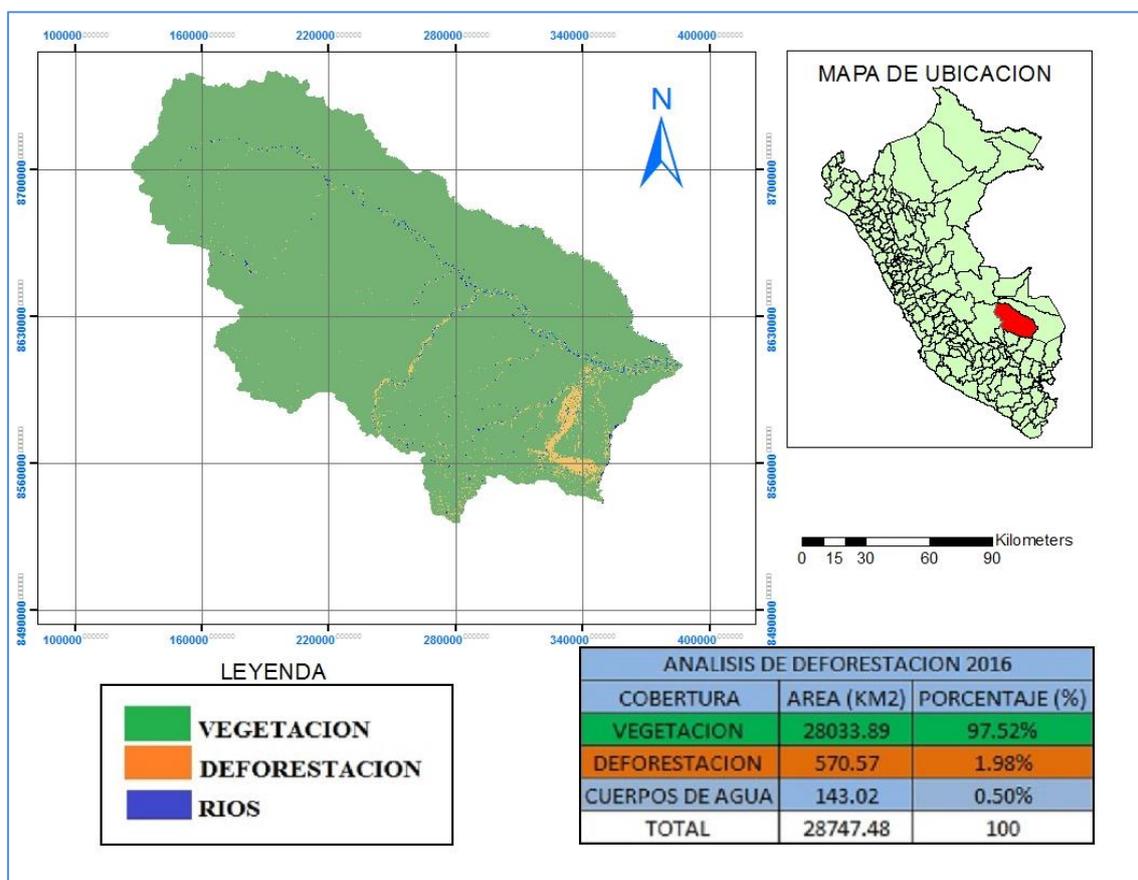
ANALISIS DE DEFORESTACION 2008		
COBERTURA	AREA (KM2)	PORCENTAJE (%)
VEGETACION	28286.58	98.39%
DEFORESTACION	317.64	1.11%
CUERPOS DE AGUA	143.26	0.50%
TOTAL	28747.48	100

Estimación de deforestación para el año 2016

Según el mapa N° 3 de pérdida de cobertura vegetal del año 2016 también obtenido por clasificación supervisada, utilizando el software ENVI 5.3. En este se puede

observas una acelerada deforestación y pérdida de cobertura boscosa ocasionado de factores antrópicos como la minería y la tala indiscriminada.

Imagen 5.8 Estimación de deforestación para el año 2016



Fuente: Elaboración propia mediante el uso e imágenes satelitales landsat

Datos en kilómetros cuadrados y porcentajes de las unidades de cobertura para el año 2016

Tabla 5.6 Información de las imágenes satelitales año 2016

ANÁLISIS DE DEFORESTACION 2016		
COBERTURA	AREA (KM2)	PORCENTAJE (%)
VEGETACION	28033.89	97.52%
DEFORESTACION	570.57	1.98%
CUERPOS DE AGUA	143.02	0.50%
TOTAL	28747.48	100

Fuente: Elaboración propia mediante el uso e imágenes satelitales landsat

Incremento de la deforestación en porcentaje entre 2000 – 2016

Tabla 5.7 Cuadro de áreas para los años 2000, 2008 y 2016

INCREMENTO DE LA DEFORESTACION 2000 - 2016			
COBERTURA	AREA (KM2)2000	AREA (KM2)2008	AREA (KM2)2016
VEGETACION	28374.24	28286.58	28033.89
DEFORESTACION	230.79	317.64	570.57

Fuente: Elaboración propia mediante el uso e imágenes satelitales landsat

PROPUESTA DE MANEJO AMBIENTAL

En base a los resultados de análisis multitemporal de deforestación y pérdida de cobertura boscosa, la realización de caracterización biofísica con las actividades de la identificación de problemas ambientales y la deforestación en la provincia de Manu, se obtienen alternativas de solución que constan de varios programas y proyectos que deberían ser puestos en práctica para conservar, proteger, recuperar y restaurar el ecosistema actual.

Objetivos de la propuesta de manejo ambiental

Los objetivos que se plantearon y se persiguen en la propuesta de manejo ambiental son los siguientes.

Objetivo general de la propuesta de manejo ambiental

- formula un programa y diversos proyectos que contribuirían a la protección y conservación de nuestro ecosistema forestales.

Objetivos específicos de la propuesta de manejo ambiental

- proponer acciones y medidas para restaurar, proteger y conservar los ecosistemas en zonas de amortiguamiento y parques nacionales.

- Generar conciencia ambiental en los actores sociales en el área de influencia de los ecosistemas de la provincia de Manu frente a las actividades mineras desarrolladas, dándole uso sostenible a los recursos naturales.

Formulación de programa y proyectos.

Para dar solución a los problemas de deforestación, dividimos de programa y dos proyectos

Programa

Programa de protección y conservación de los ecosistemas de nuestros reservas nacionales.

Proyecto

- Restauración ecológica de los ecosistemas.

Proyecto de restauración ecológica de los ecosistemas de las zonas de amortiguamiento y reservas nacionales

Un porcentaje importante de superficie está cubierta por actividades de la minería formal e informal. Con las consecuencias que esto conlleva en términos de la permanencia de las especies de flora y fauna presentes en la provincia de Manu. La erosión de los flujos hídricos, la inestabilidad del suelo y el desarrollo de procesos ecológicos básicos, Sumando al hecho que continuamente se amplía la frontera por parte de la minería y agropecuaria para establecer áreas de extracción de minerales y agricultura respectivamente en los márgenes de ríos y quebradas.

Por tales razones es necesario que en las zonas de amortiguamiento suspendan las explotaciones mineras, deforestación y se realice en forma complementaria un proceso

de restauración ecológica de especies propias de la región, encaminado a que retomen original y recupera su función ecológica.

Objetivos

- Contribuir al restablecimiento de la cobertura vegetal.
- Conocer las técnicas, métodos y prácticas adecuadas para restaurar cada uno de los ecosistemas nativos las zonas de amortiguamiento.
- Acelerar los procesos de restauración natural

Resultados esperados

- Aumento de la biodiversidad en las zonas de amortiguamiento y reservas nacionales.
- Incremento de nuestra cobertura vegetal.
- Estabilidad de los regímenes hídricos e incrementos de los caudales.

Actividades a realizar

- Capacitación y concientización a cooperativas y organismos no gubernamentales y propietarios individuales en la importancia de conservar la cobertura vegetal.
- Acuerdos con organizaciones, gobiernos locales, regionales o propietarios individuales para destinar áreas representativas de cada ecosistema a la restauración.
- Definición de la metodología de restauración a implementar y de las especies y tratamientos específicos a utilizar.
- Implementación de medidas factibles para favorecer la regeneración natural y vegetación propia de la región.
- Implementación de medidas eficaces por parte del estado o gobiernos regionales de prohibición de destrucción de nuestros ecosistemas naturales.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados facilitados por el análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia de Manu – 2016 se explica la estimación y análisis de cambio de cobertura vegetal y la intervención humana. Con la clasificación de las imágenes satelitales landsat se identificó que no es solo cambios de vegetación de bosque a no bosque sino que se gestiona la consistencia de la pérdida de la vegetación

Donde también los en las organismos y foros internacionales, como la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, (FAO) y metodológicamente la dirección general de ordenamiento territorial DGOT después de obtener la clasificación supervisada se realizó un post proceso de discriminación de algunos datos como de nubes, sombras encontrados en mínimas cantidades así obtener un resultado óptimo de la deforestación.

Si observamos el cuadro de deforestación comprendida en 15 departamentos de nuestra amazonia peruana hasta el 2015, donde el 84% de la superficie deforestada se concentra en 5 departamentos, donde se incluye nuestra zona de estudio la provincia de Manu.

Tabla 5.8 Superficie deforestada según departamentos amazónicos en los últimos 15 años

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE DEFORESTADA POR PERIODO (HAS)							TOTAL(has)
	2000-2005	2005-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2013	2013-2014	2014-2015	
AMAZONAS	21,808.69	16,226.84	3,657.99	4,047.05	3,942.90	3,424.04	2,472.08	55,579.59
AYACUCHO	1,952.16	1,706.35	69.21	120.32	1,088.90	362.23	336.69	5,635.86
CAJAMARCA	4,893.02	2,243.69	676.8	535.11	3,336.80	1,288.14	127.77	13,101.33
CUSCO	13,645.73	27,095.36	674.09	1,371.76	9,484.87	4,997.41	3,796.05	61,065.27
HUANCAVELICA	532.58	55.16	0.61	0.54	10.81	4.2	11.61	615.51
HUANUCO	44,550.62	60,089.87	7,511.10	7,283.60	25,859.21	23,577.06	14,604.76	183,476.22
JUNIN	11,536.79	32,891.78	295.05	1,391.75	3,220.57	3,709.47	3,854.32	56,899.73
LA LIBERTAD	102.86	238.74	0	0	0	9.45	51.93	402.98
LORETO	78,521.93	104,633.51	20,198.87	34,449.75	35,057.39	26,350.05	16,726.97	315,938.47
MADRE DE DIOS	16,188.56	23,477.13	4,840.52	5,638.99	9,135.75	10,653.58	8,050.19	77,984.72
PASCO	13,106.97	19,300.86	2,511.65	3,628.51	4,770.90	5,430.43	6,063.28	54,812.60
PIURA	0.03	0.00	142.4	227.17	226.3	4.14	15.66	615.7
PUNO	1,400.51	2,957.76	104.03	335.54	680.22	2,073.71	686.47	8,238.24
SAN MARTIN	69,235.35	119,091.00	33,447.07	27,180.20	21,541.90	48,478.48	22,540.65	341,514.65
UCAYALI	51,529.56	78,245.22	9,008.02	9,303.06	52,692.59	18,353.78	27,730.18	246,862.41
TOTAL (has)	329,005.36	488,253.27	83,137.41	95,513.35	171,049.11	148,716.17	107,068.61	1,422,743.28

Fuente: MINAM - 2015

Una razón por la cual influyen en la diferencia de datos o resultados que brinda el análisis con respecto a otras entidades, u organizaciones, es las clasificaciones de bosque primario, bosque secundario y artificial, y suelos desnudos y bancos y de arena cuya característica del terreno tiene o predomina a la cobertura de vegetación en su totalidad bosque primario y lo secundario por deforestación para minería o agricultura, o cambio de uso de suelo, de tal manera en otro estudios consideran solo un tipo de vegetación o suelos, cultivo y otros esto influye a diferencia mayores o menores de superficie deforestada, no obstante aclarando esta condición no aplica dentro del concepto de deforestación realizado.

La cobertura vegetal cumple muchas funciones, siendo el principal el equilibrio del ecosistema, al hacer una alteración a este equilibrio se ve afectado y se suscita una serie de características imprevisibles e irreversibles, por ejemplo cuando se produce la

precipitaciones, el bosque talado ya no tiene el colchón de amortiguamiento que evita la erosión de suelo los ende los nutrientes se lavan, investigaciones recientes han demostrado que la deforestación puede afectar mucho a la cantidad de lluvia caída en un lugar y a otros fenómenos climáticos, siempre que las alteraciones se den de gran magnitud.

Según nuestra propuesta de manejo ambiental aducido a la restauración ecológica de nuestros ecosistemas forestales, podría aumentar la lluvia, y que una disminución de la misma podría reducirla. Según el laboratorio de ciencias atmosféricas Goddard. Se ha demostrado que los grandes cambios de la cobertura vegetal afecta a la lluvia, pero, no es la vegetación el factor determinante, sino más bien la correlación entre la humedad del suelo, la vegetación y la energía que se necesita para convertir el agua en vapor de agua que forma parte del aire.

La pérdida de cobertura vegetal, por tanto, puede ocasionar la extinción local o regional de especies, la pérdida de recursos genéticos, el aumento de plagas, la disminución en la polinización de cultivos comerciales o la alteración de los procesos de formación de suelos, como la erosión, así mismo, impide la recarga de los acuíferos y altera los ciclos biogeoquímicos. En suma la deforestación provoca la pérdida de diversidad biológica a nivel genético, poblacional y eco sistémico.

Por su parte la Universidad nacional del altiplano puno Mediante un estudio de “Deforestación en el sureste de la amazonia del Perú entre los años 1999 - 2013; caso Región de Madre de Dios (Puerto Maldonado – Inambari).”

Análisis de la deforestación: Los cálculos y mapas de deforestación del sector comprendido entre el eje carretero Puerto Maldonado – Inambari de los años 1999,

2008, 2011 y 2013. Son uno de los resultados del estudio realizado, en donde se encuentran representadas por la leyenda nivel cero. Esta categorización emplea una leyenda jerárquica, que vincula distintos niveles de detalle espacial (escala espacial) con distintos niveles de detalle temático.

Tabla 5.9 Reporte de clasificación supervisada (Random Forest) del Eje carretero Puerto Maldonado – Inambari, años 1999, 2008, 2011 y 2013.

años	clases	
	Bosque (Ha)	Deforestación (Ha)
1999	1 480 516,20	32 243,50
2008	1 457 169,28	55 590,42
2011	1 443 892,10	68 867,60
2013	1 435 074,95	77 684,75

Fuente: Universidad nacional del altiplano puno.

La validación de campo del estudio se llevó a cabo en un periodo de 1 mes en el año 2013 para las áreas deforestadas en el eje carretero Puerto Maldonado – Inambari en un área de influencia de 50 km a ambos lados. Un total de 368 puntos fueron generados aleatoriamente en el sistema de información geográfica para definir las ubicaciones para las visitas de campo. Cada punto fue ubicado y observado con un sistema de Posicionamiento Global, clasificando el punto como Bosque y deforestación.

Lo que significa que la fuerza de concordancia es casi perfecta. Este resultado indica una alta fiabilidad de los mapas de deforestación, bosque y detección de cambio. Para nuestro caso (2016) la variación de precisión está en función a la dinámica de cambios sufridos en el área de estudio, obteniéndose una mayor incidencia en el año.

A nivel del área de estudio, históricamente en Madre de Dios han ocurrido una serie de cambios, y los cambios en las políticas económicas generaron diferentes patrones de uso

del suelo, marcada por una serie de ciclos económicos de auge y caída, como en la época del caucho, la madera y el oro. Como en otros casos de dependencia de un solo producto básico, los auges se han visto limitados por la inestabilidad de los mercados mundiales (Chávez et al., 2013).

Las bases para estos cambios se concretaron entre los años 2001-2006, cuando el gobierno peruano supervisó y planificó la pavimentación de la Carretera Interoceánica. La pavimentación incrementó el valor de las tierras y en ese contexto se produjo la expansión de cultivos y pastos, especialmente en las áreas más cercanas a la autopista (Southworth et al., 2011).

En el año 2008, a raíz de la crisis financiera mundial el precio del oro aumentó considerablemente, esta situación también generó un incremento de la extracción aurífera en la macro región sur del Perú y en particular en la región Madre de Dios, impulsando masivamente la actividad minera. Los bosques de la Amazonía occidental del Perú se han convertido en el epicentro de la minería de oro, desarrollada mayormente por ilegales, esta naturaleza clandestina de la actividad minera ha generado el monitoreo y el reporte de pérdidas forestales extremadamente importantes (Domec, & Delgado, 2011).

Culminada la pavimentación de la vía interoceánica que se extiende a través de la región de Madre de Dios y el área de estudio, sumada al aumento del precio del oro en el mercado internacional, se da inicio al incremento de la tasa de deforestación más drástica suscitada anteriormente. Esta infraestructura ha sido desde el 2006 y actualmente es una de las principales causas de la deforestación en Madre de Dios, esta vía ha permitido la migración a la región de otras áreas del Perú y de haber contribuido

al incremento de la actividad minera, de la agricultura y la explotación forestal (Swenson et al., 2011).

Con la construcción de la carretera interoceánica la deforestación se incrementó en la provincia de Manu y en todo el departamento de Madre de Dios su mayor avance se debe a la facilidad de transportar estos productos como la madera y la tecnología para la minería informal y formal lo mostramos en nuestro estudio de análisis multitemporal.

Por su parte el MINAM (2012), Usando CLASlite determinó para Madre de Dios de los años 2009 al 2010 una deforestación anual de 5 402,23 ha mientras que para el año 2010-2011 fue de 5 959,29 ha, con una deforestación absoluta de 11 361,52 ha hay una tasa de deforestación 5 680,76 ha/año. La misma entidad usando la metodología de la Universidad de Maryland reportó para Madre de Dios la pérdida acumulada de bosque al 2011, de 291 652 ha (4%), registró, un incremento en la extensión deforestada en el área de estudio que alcanza las 57 030 ha que equivale pasar de 2,55 a 4,1 % del área total deforestada. De las cuatro causas de deforestación, la más importante es la agricultura practicada en la zona y a la que se atribuye un incremento del 2,21 al 3,60 % en la década pasada, mientras que la minería aurífera sería responsable del incremento de la deforestación de casi 4 500 ha, lo que significa pasar del 0,23 al 0,36 %.

Al comparar estos resultados con nuestro estudio para el año 2000 tenemos una deforestación de 230.79 Km² incrementándose acelerada ente en el 2006 con la construcción de la carretera interoceánica sur para el 2008 tenemos una deforestación de 317.64 Km² llegando así al 2016 con 570.57 Km² .

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Al hacer un análisis de frecuencia de la deforestación y pérdida de cobertura con la utilización de Imágenes de satélite landsat de diferentes fechas, se determinó el cambio de cobertura de la tierra para el periodo de 2000 – 2008 y 2016 mostrándose así el cálculo e interpretación de los resultados del Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI) generan valores que oscilan entre -1 a 1 para cada pixel de la imagen. Teniendo como resultado los valores cercanos a cero corresponden principalmente a rocas y terrenos desnudos o sin vegetación, los valores que estas entre un rango de (0,1 a 0,3) corresponden a áreas yermas de rocas, arena, terrenos con pequeños arbustos y prados, los valores altos indican bosques de zonas templadas y tropicales donde se encuentran en un rango entre (0,6 a 0,9). Donde se puede observar el cambio mediante la frecuencia para los años mencionados.

Para estimar y analizar los cambios de cobertura vegetal con el uso de imágenes satelitales landsat de sensor ETM+ y utilizando el software ENVI 5.3 que es una herramienta de gran valor e importancia para los proyectos medio ambientales en ingeniería por su libre acceso es fundamental conocer las potencialidades y aplicaciones de los productos ofrecidos por la NASA.

Los sensores son equipos que han transformado la idea acerca de los fenómenos planetarios, gracias a su obtención de información de toda la superficie, ofreciendo datos con los cuales se pueden realizar estudios bastante precisos, que nos permite a los ingenieros conocer y aprender de una manera sencilla tanto los principios físicos del proceso de teledetección remota como las principales aplicaciones de la información obtenida de los sensores remotos.

La utilización de herramientas tales como los sistemas de información geográfica, maximizan las posibilidades de aprovechamiento de los datos obtenidos en imágenes satelitales, así mismo optimizan la calidad de los resultados en el procesamiento de la información. Obteniendo así a una conclusión de nuestro estudio realizado que para el año 2000 tenemos un aproximado de 230.79 Km² incrementándose para el 2008 a 317.64 Km² y así consecutivamente para el año 2016 tenemos una acelerada deforestación de 570.57 Km² lo cual nos da una diferencia desde el año 2000 se deforesto un total de 339.78 Km². Teniendo como principal factor de deforestación a el incremento del precio del oro y la construcción de la carretera interoceánica.

Con la elaboración de una propuesta de manejo ambiental nos permitirá proteger, conservar y contribuir al restablecimiento de nuestros ecosistemas forestales, gracias a ello se puede tener la restauración de la biodiversidad en flora y fauna en nuestra área de proyecto.

Se logró alcanzar los objetivos planteados, teniendo determinadas las coberturas de deforestación y pérdida de cobertura boscosa, así como también se calcularon el escenario de referencia del área forestal, estableciendo la frecuencia de cambio de cobertura boscosa para los años establecidos respectivamente.

La información del presente estudio ayudara a las autoridades en el área ambiental y a las diferentes entidades no gubernamentales, así como a personas dedicadas o involucradas en temas ambientales en la zona de manú y así como a nivel regional. A la identificación de las áreas deforestadas y degradadas en el periodo de tiempo entre 2000, 2008 y 2016, pudiendo establecer las posibles causas y emprender mecanismos de control y restauración de la problemática.

Como estudiantes de ingeniería geográfica conocemos Técnica y usos de software para describir y representar con detalle la superficie o el relieve de un terreno y analizar, lo cual nos hace eminentes de vocación con las tecnologías para los estudios de control, prevención, mitigación y restauración de ecosistemas forestales y perdidos de cobertura vegetal.

CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

El monitoreo forestal de las zonas de amortiguamiento como nuestras reservas comunal y parque nacional es recomendable realizarlo continuamente, pudiendo estimar un monitoreo, puesto que el índice de deforestación según este estudio es alto, siendo urgente la intervención de nuestras autoridades y como de OSINFOR componentes para el control de la deforestación.

Según el Proyecto de restauración ecológica de los ecosistemas de las zonas de amortiguamiento del parque nacional Manu y la reserva comunal Amarakaeri. Presentado adjunto es importante aplicar ya que tiene como objetivo ofrecer una propuesta integral para articular los esfuerzos públicos y privados y contribuir a conservar, proteger, recuperar y restaurar el ecosistema forestal, para así reducir la deforestación y degradación de nuestros bosques y con ello reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

Para complementar el trabajo análisis multitemporal de deforestación se recomienda realizar una clasificación de uso de suelo a nivel regional, complementando así la información del área de estudio, y actualizando a su vez este tipo de información, que por lo general es muy dinámica en el tiempo.

Por último una estrategia recomendable sería aumentar el valor del bosque a través del manejo forestal sostenible en las diferentes unidades de ordenamiento forestal, así como fortalecer la prevención, control y sanción de las actividades que generan la deforestación y degradación de los bosques.

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

9.3 Bibliografías

Brack A. y Mendiola C. 1977, *Ecología del Perú-Estudio Nacional de la Diversidad Biológica* – DGANPE, INRENA.

Borst, H.L. y Woodburn, R. (1942) *the effect of mulching and methods of cultivation on runoff and erosion from Muskingum silt loam.* Agr. Engin, 23(1): 19-22.

Borst h. l. and Mederski h. j. (1957). *Pavimentos y Labranza de mantillo para Producción de maíz, boletín de investigación* 796 p.

Bustamante, R. & Grez. A. 1995. *Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos.* Ciencia y ambiente.

Buzai, Gustavo Daniel. (2013) *Sistemas de información geográfica SIG: teoría y aplicación.* - 1a ed. - Luján: Universidad Nacional de Luján, 2013. 312 p.

CODIGO PENAL (DECRETO LEGISLATIVO N° 635)

FISCALIA ESPECIALIZADA EN MATERIA AMBIENTAL (delitos ambientales en relación con el nuevo código procesal penal).

Dirección nacional de censos y población según código de ubicación geográfica.

Espinoza G. 2007 *Gestión y fundamentos de evaluación de impactos ambientales*. Santiago – Chile.

Emilio Chuvieco. (2008) *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. Ariel Ciencia. Editorial Ariel, 2008 3ra edición actualizada. Barcelona - España.

Emilio Chuvieco. (2002) *Teledetección ambiental: La observación de la tierra desde el espacio* Ariel Ciencias. Editorial Ariel, 1ra edición mayo 2002. 528 paginas.

Foro Virtual - Red Participa Perú I (25 de noviembre de 2013) Tema 2: *Causas y consecuencias de la minería informal, ilegal, artesanal, el rol de los gobiernos regionales y alternativas de solución* Julia Cuadros Falla – Cooperación.

Flores V. (2017) *predicción de bofedales a través del tratamiento de imágenes satelitales aplicando el algoritmo random forest en la reserva de producción de fauna Chimborazo*. Proyecto de investigación. RIOBAMBA – ECUADOR

Garmendia L. (2009) *sistema de evaluación de impacto ambiental*. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Gómez. S M, *análisis multitemporal mediante imágenes landsat caso de estudio: cambio de área laderas de la ciénaga de tumaradó parque natural los katíos.*

Hernández. O, (2012) *análisis multitemporal de la cobertura vegetal del municipio del distrito central años 1987 y 2006.* Universidad nacional autónoma de honduras.

Instituto Nacional de Estadísticas e Informáticas INEI. Censos nacionales de población y vivienda.

Instituto Geográfico Nacional IGN, Carta nacional 1:100000

Leite Pitman, (2003) *ALTO PURÚS: Biodiversidad, Conservación y Manejo.*

Martínez D. (2009) *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (pma) BOGOTA D.C.*

Ministerio del Ambiente (MINAM) (2012). *Memoria descriptiva del mapa de Cobertura Vegetal del Perú.* Ministerio del Ambiente (MINAM). Editorial Súper Gráfica EIRL. Lima, Perú.

Nelson obregón Neira. (2005) *manual para el manejo y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas de sensor remoto modis de la nasa, aplicado en estudio de Ing. civil.* Pontificia Universidad Javeriana Bogotá D.C 2005.

Organismo de supervisión de los recursos forestales y de fauna silvestre – 2015 (OSINFOR).

Plan de Desarrollo Regional Concertado de Madre de Dios, 2007 – 2021.

Pinilla C. (1995) *Elementos de teledetección* RA-MA Madrid – España
344 pg.

Torres, J. y Gómez, A. 2008. *Adaptación al cambio climático: de los fríos y los calores en los Andes. Experiencias de adaptación tecnológica en siete zonas rurales del Perú.* Soluciones Prácticas – ITDG. Lima. 152 p.

Víctor Olaya (2011) *sistema de información geográfica Versión 1.0*
Revisada el 24 de marzo de 2011.

1.1 Web grafía

<http://earthexplorer.usgs.gov/>

<http://infobosques.com/portal/>

<http://www.infobosques.com/bosques-del-peru.php> y MINAM (2010)/

<http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

http://www.guiarte.com/mapas-destinos/satelite_pais_peru.html

<http://sisfor.osinfor.gob.pe>

<http://www.mtc.gob.pe>

<http://www.gsp-peru.com/>

ANEXOS

Mapa de análisis de deforestación año 2000.

Mapa de análisis de deforestación año 2008.

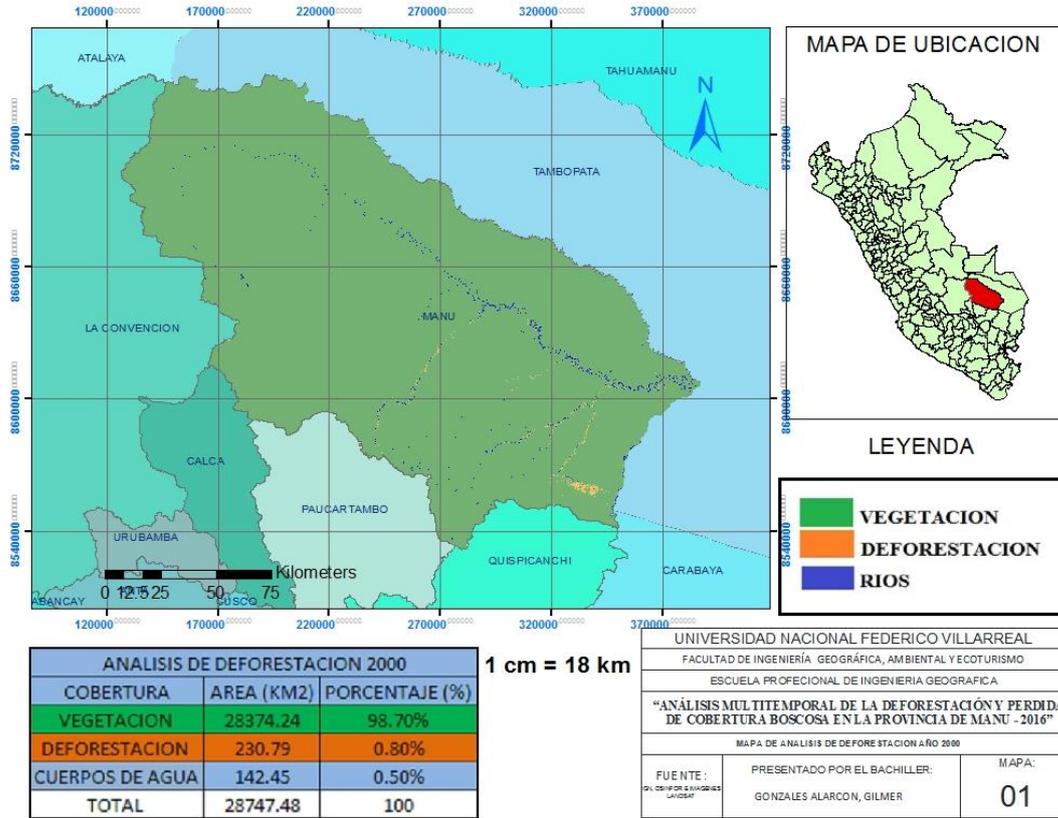
Mapa de análisis de deforestación año 2016.

Mapa base.

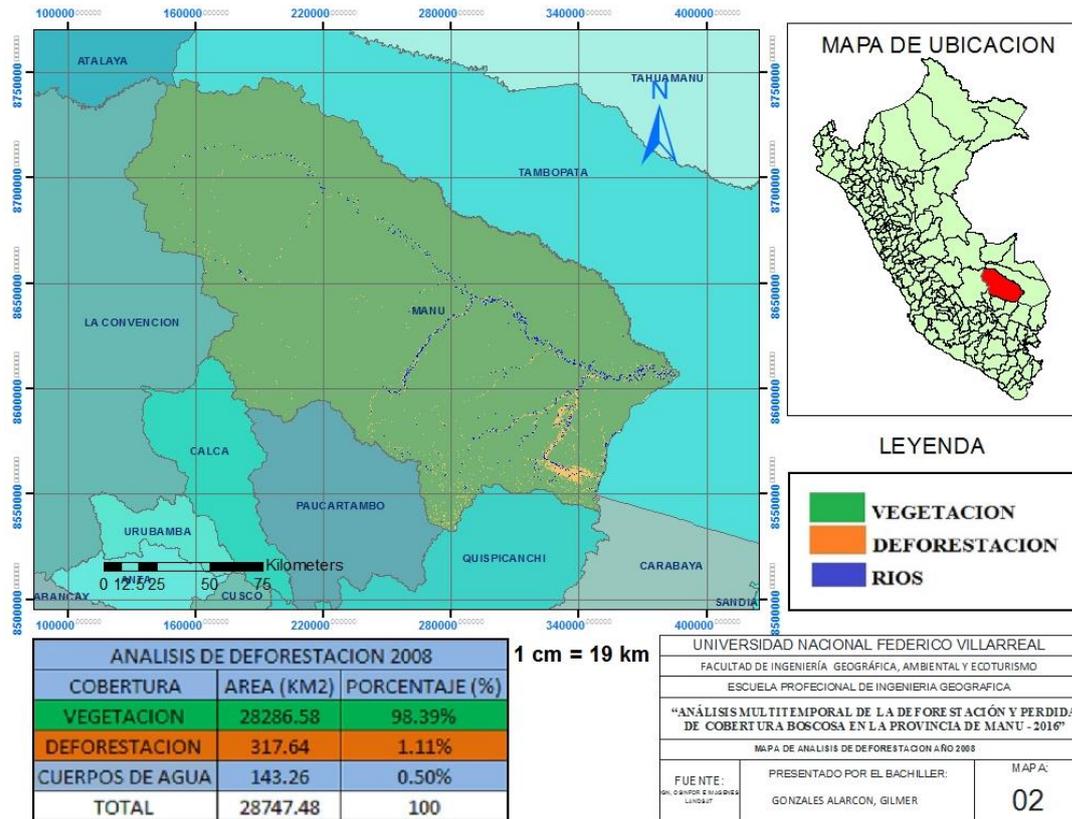
Mapa hidrológico.

Mapa de clasificación de bosque.

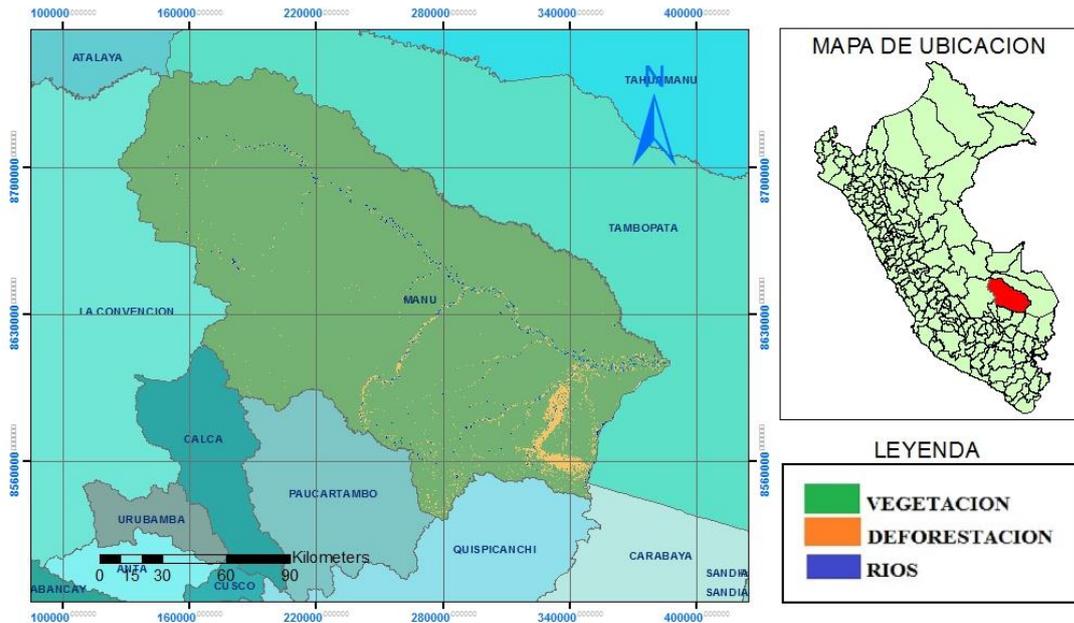
“Análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia de Manu - 2016



“Análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia de Manu - 2016”



“Análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia de Manu - 2016

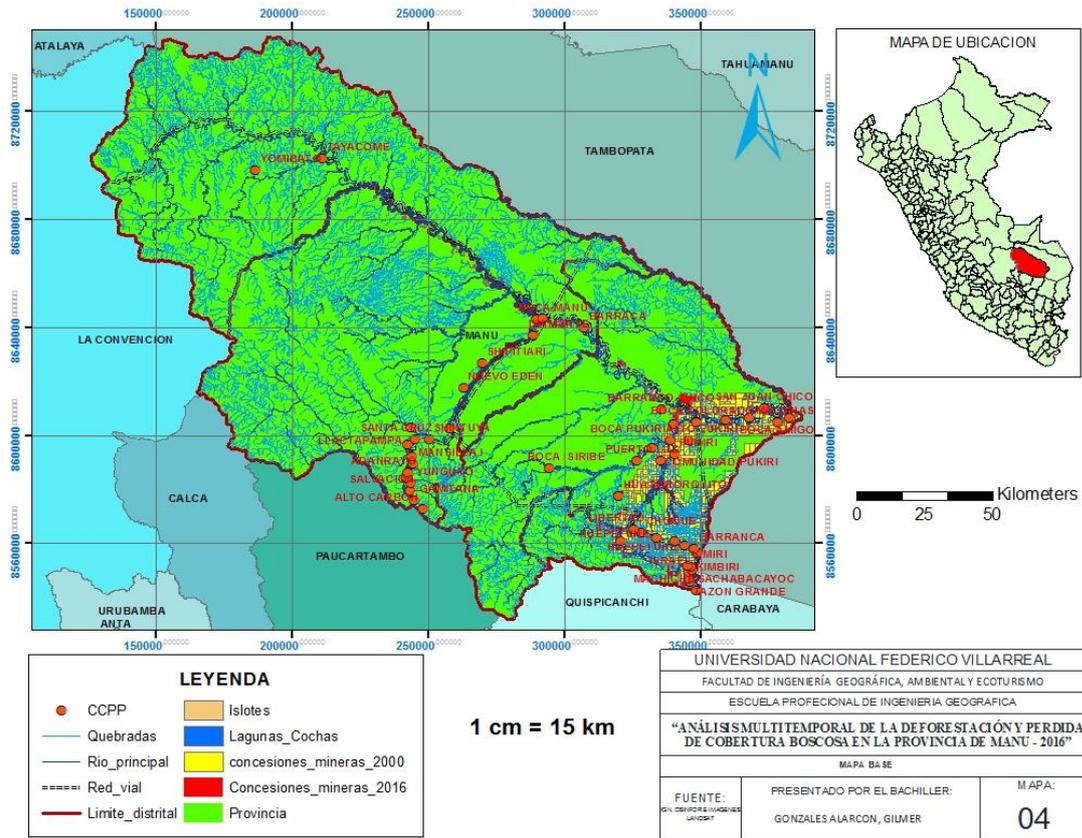


ANÁLISIS DE DEFORESTACION 2016		
COBERTURA	AREA (KM2)	PORCENTAJE (%)
VEGETACION	28033.89	97.52%
DEFORESTACION	570.57	1.98%
CUERPOS DE AGUA	143.02	0.50%
TOTAL	28747.48	100

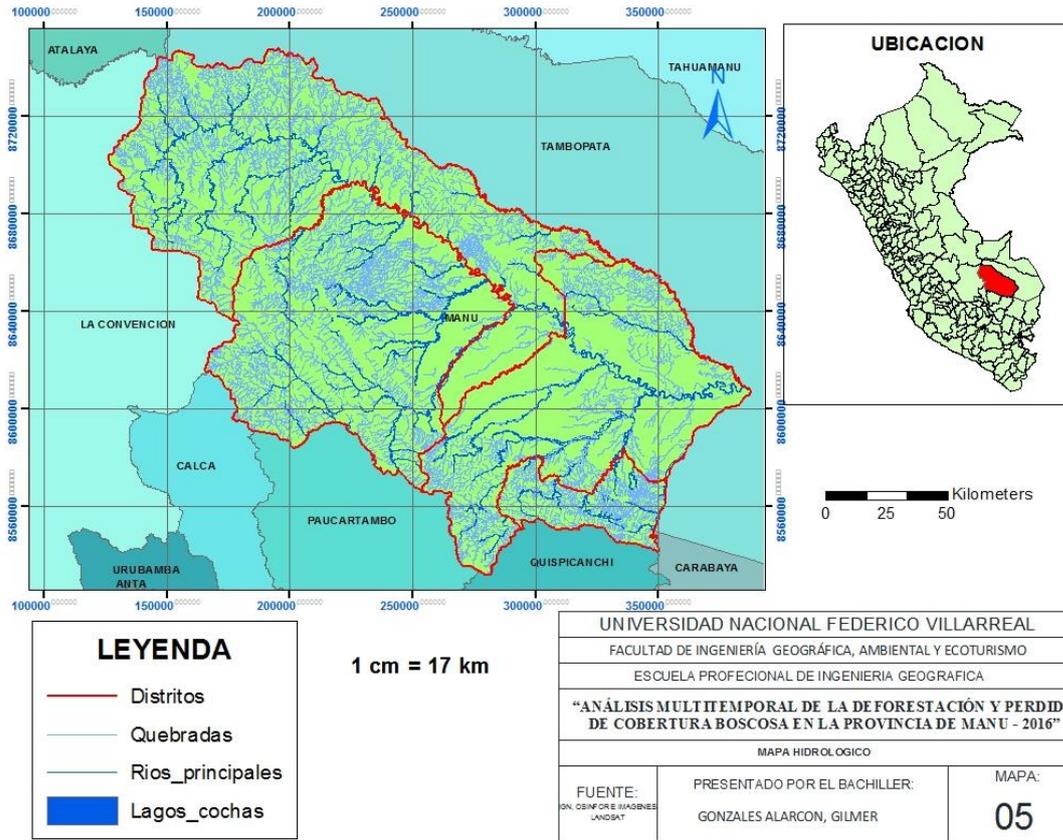
1 cm = 19 km

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA		
“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA DEFORESTACIÓN Y PÉRDIDA DE COBERTURA BOSCOSA EN LA PROVINCIA DE MANU - 2016”		
MAPA DE ANÁLISIS DE DEFORESTACION AÑO 2016		
FUENTE: DR. OSWALDO MORALES UNIVERSIT	PRESENTADO POR EL BACHILLER: GONZALES ALARCON, GILMER	MAPA: 03

“Análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia de Manu - 2016



“Análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia de Manu - 2016



“Análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia de Manu - 2016

