

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**CLASIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA LA PLANTACIÓN  
FORESTAL EN EL ANEXO DE YAVINA CENTRAL DE LA COMUNIDAD  
CAMPESINA DE URINSAYA YAVINA DISTRITO DE SANTO TOMÁS  
PROVINCIA DE CHUMBIVILCAS – CUSCO**

Tesis Presentado por el Bachiller en Ciencias Agrarias

**JOSE CHACO ANCCASI**

Para Optar al Título Profesional de  
**INGENIERO AGROPECUARIO**

Asesores:

**Ing. Zoot. Mgt. Dr. Wilbert Sotomayor Chahuaylla**

**Ing. Zoot. Mgt. Telmo Raúl Murga Torres**

Tesis Financiada Por:

**UNSAAC**

Cusco – Chumbivilcas

Setiembre 2017.

## DEDICATORIA

A mis padres Andrés Chaco Cjuro y Prazida Anccasi Qasquina, mi Papá por haberme enseñado a leer y escribir cuando me encontraba en mis primeras etapas de aprendizaje, apoyo moralmente y económicamente para seguir adelante mis estudios superiores.

A mi hermano Gabino Chaco Anccasi y a mi primo Héctor Chaco, por su apoyo incondicional, personas que me apoyaron económicamente durante la etapa de mi estudio universitario. A mi hermana Nancy Chaco Anccasi y Victor Quispe R. Por su apoyo incondicional, personas que han sido importantes para poder graduarme y mis hermanos menores Viki Chaco Anccasi, Alex Chaco Anccasi y Reyna Chaco Anccasi.

A Martha Sillcahue Torres; persona que me llena de alegría, su amor, apoyo incondicional deseando ser bendecido y perseverante por los objetivos propuestos de esta tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera expresar mis más sinceros agradecimientos al Ing. Zoot. Mgt. Dr. Wilbert Sotomayor Chahuaylla. Gran responsable de mi interés por las Ciencias Forestales persona que me dirigió los procesos y etapas de la investigación cuando yo necesitaba apoyo y me encontraba en mi etapa de formación profesional del cual he recibido un apoyo incondicional en todo el estudio realizado y que ha dedicado un tiempo valioso en las correcciones y sugerencias de esta tesis.

De igual forma agradecer al Ing. Zoot. Mgt. Telmo Raúl Murga Torres. Con quien iniciamos el proyecto de tesis por su ayuda de estructura y procesos de la investigación cuando yo necesitaba apoyo y me encontraba en mi etapa de formación profesional del cual he recibido un apoyo incondicional también de su tiempo valioso en las correcciones y sugerencias de esta tesis.

Al Ing. Agr. Mgt. Luis Justino Lizárraga Valencia, quien me dirigió las correcciones de esta tesis así como la estructura y el contenido.

Al Ing. Agr. Mgt. Ricardo Gonzales Quispe, mi colaborador de las correcciones de esta tesis así como el contenido y la estructura.

## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Resumen.....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1. Problema Objeto de Estudio.....	9
1.1. Problema central.....	9
1.1.2. Problema específico.....	9
1.2. Preguntas de la investigación.....	10
<b>II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>11</b>
2.1. Objetivos.....	11
2.1.1. Objetivo general.....	11
2.1.2. Objetivos Específicos.....	11
2.2. Justificación.....	12
2.3. Hipótesis.....	13
<b>III. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....</b>	<b>14</b>
3.1. Antecedentes.....	14
3.2. Caracterización de los Recursos Naturales de la Región Cusco.....	20
a. Recurso Suelo.....	20
b. Pastizales.....	22
c. Cobertura Vegetal.....	23
d. Recurso Forestal.....	24
3.3. Problemática del Sector Agrario Regional Cusco.....	28
a. Alta fragmentación de la propiedad de la tierra.....	28
b. Erosión y degradación del suelo.....	29
c. Deforestación.....	29
d. Sobre pastoreo en la zona puna.....	29
3.4. Aplicaciones de Técnicas Cartográficas y de Teledetección.....	31

3.5.	Fotointerpretación Preliminar de la Vegetación.....	32
3.6.	Norma Jurídica Sobre la Clasificación de Uso Mayor del Suelo.....	33
3.6.1.	Categorías de Capacidad de Uso Mayor del Terreno Según la Clasificación de Uso Mayor del Terreno.....	33
<b>IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>		<b>37</b>
4.1.	Tipo de Investigación.....	37
4.2.	Descripción del área de estudio.....	37
a.	Ubicación Espacial.....	37
b.	Ubicación política.....	37
c.	Ubicación geográfica.....	37
d.	Ubicación Hidrográfica.....	39
e.	Ubicación ecológica.....	39
	Clima.....	39
	Suelos.....	40
	Vegetación y fauna.....	41
4.3.	Materiales y Métodos.....	42
4.3.1.	Materiales.....	42
4.3.1.1.	Materiales del campo.....	42
4.3.1.2.	Materiales de escritorio.....	42
4.3.1.3.	Programas de ingeniería.....	42
4.3.2.	Métodos.....	43
1.	Clasificación y cuantificación según uso actual del terreno en las categorías de áreas urbanas, terrenos agrícolas, praderas, matorrales, bosques, zonas rocosas, terrenos eriazos y ríos del Anexo de Yavina Central.....	43
a.	Generación de la Cartografía.....	43
b.	Clasificación de categorías de terreno a través de fotointerpretación en la imagen de Google Earth.....	44
c.	Transformación de Mapa de Clasificación en Google Earth al formato kml a shapefile en ArcGIS 10.3 del anexo de Yavina Central.....	45
d.	Uso actual del terreno.....	46

2.	Identificación de las Áreas Potenciales que Requieran de Forestación con Fines de Protección, en Base al Método de Capacidad de Uso Mayor del Terreno.....	48
a.	Mapa de elevación.....	49
b.	Mapa de pendiente.....	50
c.	Intercepción de las Tres Variables Identificando Áreas Potenciales.....	51
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>55</b>
5.1.	Clasificación y Cuantificación de Áreas en base a Categorías de Terreno en el Anexo de Yavina Central.....	55
5.2.	Áreas Potenciales que Requieran de Forestación, en Base a la Capacidad de Uso Mayor del Terreno en el Anexo de Yavina Central.....	58
a.	Superficie del Terreno Según Pendiente y Elevación.....	58
b.	Áreas potenciales según el intercepto de Uso actual, Elevación y Pendiente en base al método de capacidad de uso mayor del terreno (CUMT).....	62
c.	Cuantificación de áreas potenciales.....	61
<b>VI. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>66</b>
Conclusiones.....		66
Recomendaciones.....		67
Bibliografía.....		68
Anexos.....		71

## RESUMEN

El Anexo de Yavina Central de la comunidad campesina de Urinsaya Yavina, distrito Santo Tomás, pertenece a la provincia de Chumbivilcas de la región Cusco, tiene un ecosistema frágil que actualmente se encuentra en un estado de conservación crítico debido a la tala de bosques nativos y una erosión continua del suelo que ha sufrido en los últimos años. Creando así graves problemas de erosión, degradación de suelos e indirectamente la disminución del recurso hídrico. Para contribuir con información de utilidad y contrarrestar los daños, se propuso la clasificación de áreas potencialmente para la plantación forestal dirigida a los sectores más críticos que requieren protección del suelo, según la metodología de criterios de uso actual del suelo, pendiente del terreno y elevación en el anexo de Yavina Central; en donde los resultados obtenidos fueron:

En la cartografía levantada se identificaron 884.83 (has) intervenidas. Se clasificaron 335.76 (has) a forestarse, es decir el 40% de la superficie total, en tres categorías: la prioridad 1 obtuvo una superficie de 135.50 (has), la prioridad 2 sumó 160.94 (has) y la prioridad 3 resultó con 39.32 (has). Los polígonos de áreas potenciales para forestación se concentraron principalmente en tres zonas, primero en la zona de Calvario abarcando así hacia Qeshqapata y luego hasta Qayarayoq, seguido a la ladera Oeste lugar Huyma iniciando desde río grande, finalmente hacia la zona de Este comenzando desde Lunkuta y todo Wankarani Norte del anexo de Yavina Central.





## I. INTRODUCCIÓN

El anexo de Yavina Central pertenece a la Comunidad Campesina Urinsaya Yavina, dicha comunidad posee una superficie de 21159 ha del distrito de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas de la región Cusco, en Perú. A nivel provincial cuenta con una diversidad de pisos ecológicos que se distribuyen desde una altitud de 2550 m a 5438 m, la que determina la existencia de climas muy variadas, siendo el promedio de altitud 3,678 m. Al igual que las localidades altas de la sierra peruana, disminuye la temperatura conforme aumenta la altitud.

Sin embargo, los ecosistemas naturales de estos pisos ecológicos han sido transformados en su mayoría por la acción antrópica, convirtiéndose mayor parte pradera y terrenos eriazos, consecuencia de la tala indiscriminada, el sobrepastoreo y la quema de bosques para la habilitación de los terrenos para cultivos y la ganadería. El anexo de Yavina Central a través del tiempo, ha sufrido daños económicos y ambientales, como sequías, erosión de suelos, cambios y pérdidas de recursos vegetales, principalmente la deforestación de bosques nativos. Esta área cuenta con una microcuenca que articula a la cuenca de Apurímac, que no se aprovecha en su totalidad, lo que hace indispensable trabajar en proyectos que puedan ser capaces de contrarrestar la deforestación de los bosques, escasez de cultivos agrícolas, por lo tanto, evitar los daños causados por las malas prácticas en la agricultura y de fenómenos naturales.

A nivel mundial, los bosques andinos son ecosistemas frágiles, lo que indica que en el anexo de Yavina Central tiene un ecosistema de alta fragilidad ecológica, sin embargo por lo visto anteriormente, no ha tenido los cuidados que se requiere para un desarrollo sustentable. Es por ello que se propone la clasificación de áreas potenciales para la plantación forestal, con fines de protección del suelo. Debido a la dificultad de forestar un área tan extensa y heterogénea, se necesita de herramientas que puedan facilitar y optimizar los recursos. Entre tales herramientas, es de utilidad la aplicación de técnicas cartográficas, geoprocésamiento de datos físicos del terreno y de teledetección a través de imágenes de google Earth, que permiten desarrollar procesos de análisis, planificación, gestión y control de los recursos físicos ambientales.

## **1.2. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO.**

### **1.2.1. Problema central.**

Dicha área cuenta con varios microclimas que actualmente se encuentra en un estado de conservación crítico debido a altas precipitaciones pluviales con 1350 mm anuales y velocidad del viento 8.15 km/hora y una topografía accidentada (**Castillo, 2015, p. 9**), degradación de la cobertura vegetal por la creciente necesidad de leña, habilitación de nuevas áreas de cultivo y Quema de la cobertura vegetal durante los meses de julio a septiembre por acción antrópica, estas continuas problemas que ha ocasionado una erosión severa del suelo, generando más hectáreas de terrenos eriazos y praderas zonas totalmente desprovistas de vegetación sin presencia de vidas y poca producción agropecuario; por lo tanto existe áreas potenciales que requieren una protección urgente del suelo.

### **1.2.2. Problemas específicos.**

Se desconoce la clasificación del uso actual del terreno en las categorías de áreas urbanas, terrenos agrícolas, praderas, matorrales, bosques, zonas rocosas, terrenos eriazos y ríos, existiendo así un uso inadecuado de los recursos naturales como la deforestación de bosques nativos, lo cual ocasiona una erosión severa del suelo, dejando terrenos totalmente desprovista de vegetación por lo cual la producción agropecuario no es rentable, siendo esta la actividad principal de esta zona.

No tienen conocimiento sobre la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor; donde indica que hay tierras aptas para cultivo en limpio (Símbolo A), tierras aptas para cultivos permanentes (Símbolo C), tierras aptas para pastos (Símbolo P), tierras aptas para producción forestal (Símbolo F) y tierras de protección (Símbolo x), por esta razón existe la dificultad de identificar y cuantificar las áreas potenciales que requieran de forestación en base a los criterios de elevación y pendiente del anexo de Yavina central.

### **1.3. Preguntas de la investigación.**

- ❖ ¿En el anexo de Yavina Central de la comunidad campesina de Urinsaya Yavina, cuál es la clasificación de áreas potenciales para plantación forestal con fines de protección del suelo?
  
- ¿Qué categorías de terreno se tiene Según la clasificación del uso actual del suelo en el anexo de Yavina central?
  
- ¿Cuál es la identificación y cuantificación de las áreas potenciales que requieran de forestación con fines de protección del suelo, según criterios de uso actual del terreno, elevación y pendiente?

## **II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.**

### **2.1. Objetivo general.**

Clasificar Áreas Potenciales Para la Plantación Forestal en el Anexo de Yavina Central de la Comunidad Campesina de Urinsaya de Yavina, Distrito de Santo Tomás, Provincia de Chumbivilcas – Cusco.

#### **2.1.1. Objetivos Específicos.**

Realizar un catastro que clasifique y cuantifique el uso actual del terreno en las categorías de áreas urbanas, terrenos agrícolas, praderas, matorrales, bosques, zonas rocosas, terrenos eriazos y ríos.

Identificar y cuantificar las áreas potenciales que requieran de forestación con fines de protección del suelo, en base a la capacidad de uso mayor del terreno.

## 2.2. JUSTIFICACIÓN.

El presente estudio de clasificación de áreas potenciales para la plantación forestal, resolverá el problema crítico del tema medioambiental en el anexo Yavina Central de la Comunidad Campesina de Urinsaya Yavina, porque identificará suelos potenciales que requieren de protección contra los distintos tipos de erosión, además en áreas tan extensas se recurre al sistema de información geográfica (GIS) que sirve como un diagnóstico de nivel preliminar de primera fase de proyectos forestales, es muy útiles para trabajos de ordenamiento territorial y de decisiones forestales.

También existirá la información de áreas potenciales a forestar para otros proyectos de forestación con fines de protección del suelo, que pueda generar microclimas en donde el agricultor puede producir productos agrícolas como las hortalizas, tubérculos andinos, gramíneas y hasta se puede generar el sistema de agrosilvopastoril con fines de producción, de esta manera el agricultor enlazará sus productos al mercado local y nacional para tener ingresos económicos contrarrestando así la desnutrición infantil, el problema social que aqueja mayormente en las comunidades más lejanas como Urinsaya Yavina, también son débiles en sus organizaciones para ello el presente estudio tiene carácter de toma de decisiones para la población y de concientización sobre las áreas que se encuentran en continuas erosiones por las altas precipitaciones pluviales, exceso de viento en los meses de junio a agosto y también por la acción del poblador andino como es la tala de bosques nativos por la creciente necesidad de leña.

Por tal razón se propone la investigación sobre la clasificación de áreas potenciales que requieren una protección urgente del suelo recuperando así las zonas desprovistas de vegetación, así mismo las praderas de acuerdo al uso actual del terreno, clases de pendientes en base al sistema de capacidad de uso mayor del terreno y elevación respecto a las zonas de vida, para lo cual se utilizará las herramientas de GPS (sistema de posicionamiento Global), imágenes de alta resolución como Google Earth y el programa de ArcGIS (Sistema de Información geográfico).

## **2.3. HIPÓTESIS.**

**2.3.1. Ha.- Hipótesis General.** Con la Clasificación, Existe Áreas Potenciales Para La Plantación Forestal En Yavina Central De La Comunidad Campesina De Urinsaya Yavina Distrito De Santo Tomás Provincia De Chumbivilcas – Cusco

**2.3.2. Hn.- Hipótesis Específico.** Con la Clasificación, No Existe Áreas Potenciales Para La Plantación Forestal En Yavina Central De La Comunidad Campesina De Urinsaya Yavina Distrito De Santo Tomás Provincia De Chumbivilcas – Cusco

### III. MARCO TEÓRICO.

#### 3.1. Antecedentes.

a) Estudio de las Áreas Potenciales Para la Reforestación en la Hacienda el Prado Lasa Yangolquí. Tesis de Grado. Pozo C. D. J. Departamento de Ciencias de la Vida. Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador 2010.

Esta investigación ha ejecutado teniendo como objetivo general determinar las áreas potenciales para reforestación en la Hacienda “El Prado” con la finalidad de establecer plantaciones con fines de conservación, producción y sistemas agroforestales.

Para esto lo ha caracterizado áreas de la hacienda identificando las zonas mediante mapas topográficos, para plantaciones con fines de conservación y producción, la reforestación ha realizado en tresbolillo a distancia de 3 m. entre plantas. Ha realizado el manejo de la plantación con fertilización, podas, riego, desmalezado, etc. Y ha obtenido 85.50 ha para reforestar, de las cuales 35.70 ha. Correspondió a plantaciones con fines de producción y 49.80 ha para plantaciones de protección, y 151.96 ha. De pastos, dentro de los cuales se podía establecer cercas vivas en sus bordes. Ha planteado 3368 árboles entre nativos: Cholán, guabas, cedro, nogal, arrayán, casuarinas, alisos, romerillo, yagual, retamo y Pumamaqui; y exóticas: ciprés, eucalipto y pino.

b) Caracterización Paisajística y Definición de Lineamientos de Manejo de “Montaña Grande”: Zona de Recarga de las Microcuencas de la Soledad, las Cañas y el Cobre, Valle de Ángeles y Santa Lucía. Tesis de Grado. Barahona C. J. F.; Universidad Nacional de Agricultura. Honduras 2006.

La investigación que lo realizó en Montaña Grande, zona de recarga de las micro cuencas de la Soledad, las Cañas y el Cobre, entre los municipios de Santa Lucía y Valle de Ángeles, entre los meses de mayo y agosto del 2006; el objetivo fue caracterizar dicha zona en aspectos de paisaje. El estudio lo ha desarrollado en tres etapas, la primera consistió en la descripción

de los medios físicos (clima, altitudes, pendientes, hidrología, suelos, geología), biológicos (zonas de vida, ecosistemas, zonas de importancia ambiental) y socioeconómicos de la zona de recarga; en la segunda lo realizó análisis participativos sobre la problemática, las limitantes y las potencialidades de los componentes Bosque, vida silvestre, Agua, Medios de Producción, Suelos, Bienestar humano; por último, lo facilito espacios de construcción colectiva de un escenario o visión integral que lo tomo como base para que los pobladores propusieran lineamientos generales para el manejo de la zona. La primera parte ha realizado con la ayuda de herramientas de SIG; la segunda y tercera parte se desarrollaron a través de herramientas del Sistema de Análisis Social “SAS” (Chevalier, 2006). La zona presentaba condiciones climáticas propias de montaña, clima lluvioso con invierno muy seco y elevaciones en su mayoría arriba de los 1600 msnm; tales parámetros, sumados a las escarpados pendientes y la pérdida de un 46 % de cobertura y las malas prácticas agrícolas, entre otros, explicó en gran medida la agricultura de subsistencia en la zona y la precariedad de los pobladores. La zona presentó una vulnerabilidad natural alta a deslizamientos; la formación geológica característica era de la zona y es del tipo Kva lo cual requiere del ordenamiento de las actividades humanas partiendo de este parámetro. Por otro lado, la zona presentó ecosistemas (BHT y SA) y zonas de vida (bh-MB) y (bh-ST) que se constituyó en elementos paisajísticos de gran riqueza natural y que deben ser aprovechados para el desarrollo del área; la transformación e innovación en los sistemas de producción, hacia sistemas más integrados que incluyan, por ejemplo, la producción de bienes y servicios ambientales, es fundamental para mejorar la calidad de vida de los habitantes. Según el análisis social que ha realizado, los componentes suelo, agua y medios de producción resultaron estratégicos –por su efecto en cascada- para implementar acciones en la zona, dentro de estos, se debe poner especial interés a resolver problemas de erosión, reducción de cantidad y calidad del agua, malas prácticas agrícolas y altos costos de producción. La investigación- acción- capacitación, llevada a la práctica a través del Sistema de Análisis Social, es una estrategia apropiada y determinante durante el proceso de caracterización y manejo de cuencas, cualquier iniciativa a desarrollarse en la zona debe partir de la creación de espacios de diálogo y consenso de los



actores involucrados, incidentes en el parque y en la comunidad y en el municipio, de tal forma que puedan consensuarse planteamientos conjuntos. Tales espacios de dialogo pueden ser facilitados por FOCUENCAS, como actor clave en el área.

c) Áreas Potenciales Para Establecer Plantaciones Forestales Comerciales de *Pinus pseudostrobus lindl.* Y *pinus greggii engelm.* En Michoacán. Muñoz F. J. H; Sáenz R. T; García S. J; Hernández M. E y Anguiano C. J. Facultad de Agrobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México 2011.

El presente estudio lo realizó de establecimiento de plantaciones forestales fue una alternativa para recuperar terrenos degradados, disminuir las tasas de erosión y asegurar el abastecimiento a la industria. En Michoacán lo han utilizado, con esa intención, varias especies de coníferas y hojosas, sin embargo, presentan una baja supervivencia y reducidos incrementos, en respuesta a factores como: el establecimiento sin un propósito específico, mala elección de especies, densidades inadecuadas para el buen desarrollo del arbolado y falta de manejo silvícola. El objetivo de la dicha investigación tenía, determinar áreas potenciales para plantaciones comerciales de *Pinus pseudostrobus* y *P. greggii*, en el estado de Michoacán. La delimitación de las áreas se ha realizado con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) IDRISI 32, y ArcView. Para ambos taxa lo ha considerado las variables: uso y tipo de suelo, temperatura media anual, precipitación total anual, altitud y pendiente.

Los resultados se verificaron en campo. Se generaron cuatro mapas con las áreas potenciales para las plantaciones, así como la superficie total para cada taxón. *P. pseudostrobus* se estimaron 234,766 ha, con pendiente 0- 15% y 99,760 ha (pendiente 15-30%); para *P. greggii* 253,626 ha (pendiente 0-15%) y 108,365 ha (pendiente 15-30%). Lo ha concluido que con el uso de los SIG para definir la ubicación de las plantaciones comerciales de las dos especies de *Pinus* se tienen mayores probabilidades de supervivencia, buenos incrementos, además de ser una herramienta confiable para determinar las áreas potenciales.

d) La Cartografía Como Una Base Estratégica Para el Aprovechamiento Ambiental y Sociocultural del Parque Metropolitano los Lagos de la Pradera, Municipio de dos Quebradas, Risaralda. Tesis de Grado. Roldan M. X.; Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia 2014.

De este trabajo de investigación lo ha obtenido la información del Parque Metropolitano Los Lagos de la Pradera, cuyo objetivo que era es diagnosticar la situación actual del parque y generar la información cartográfica actualizada del mismo y la generación de su base de datos espacial. Lo ha realizado una breve descripción sobre los sistemas de información geográfica SIG y su aplicación en la planificación territorial, la importancia sociocultural que tienen las zonas verdes para los habitantes del municipio. Este proyecto se constituyó como una herramienta de gestión para el Administrador Ambiental al ser ésta de gran utilidad en la toma de decisiones que se ejercía dentro del parque y los diferentes procesos de planificación ambiental y territorial que esté desarrollando la Alcaldía de Dosquebradas y que de esta manera ayudaría a cumplir las necesidades del Municipio.

e) Plan Estratégico para el Desarrollo de Plantaciones y Reforestación en el Trópico Seco de Nicaragua. Ministerio Agropecuario y Forestal. Mejía C. A., Castillo U. A. y Gómez M. Nicaragua 2005.

Esta investigación lo realizaron sobre la estrategia para el desarrollo de plantaciones forestales y agroforestales, han presentado el resultado combinado de la revisión y análisis de la mayor parte de la documentación existente, relacionada al manejo forestal de Nicaragua, de consultas sistemáticas a nivel nacional de los diferentes actores sociales vinculados al sector forestal y su problemática y de consultas interactivas con un grupo de expertos nacionales e internacionales, que de una u otra forma se avían sumado a la dicha investigación. La estrategia que presentaba es concebida como un proceso dinámico y en marcha que debe ser mejorada y adaptada en la medida que se implementa.

El documento, en cuatro acápites importantes, describen la estrategia de la siguiente manera: del acápite uno al tres, presentó un diagnóstico breve de los recursos forestales, principalmente de plantaciones forestales, sus características importantes, la situación actual y los diferentes factores influyentes en su desarrollo; el cuarto da contenido a la estrategia misma, describiendo sus actividades por componentes principales: establecimiento de plantaciones, plan de inversión, Monitoreo, Seguimiento y Sistemas de Información y finalmente Investigación, Capacitación y asistencia Técnica. Adicionalmente, se describió el impacto social, económico y ambiental de la estrategia y el mecanismo de implementación.

f) Identificación de Áreas Potenciales Aptas para Repoblación Forestal en el Cantón Antonio Ante. Tesis de Grado. Jácome M. J. N. y Jácome M. S. E. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ecuador 2009.

En esta investigación realizada el objetivo principal que tuvo es realizar la identificación de áreas potenciales aptas para repoblación forestal en el Cantón Antonio Ante. El trabajo ha fundamentado en la aplicación de Sistemas de Información geográfica y análisis socio-económico de la población perteneciente al Cantón Antonio Ante que se encuentra ubicada en el centro de la provincia de Imbabura a 12 Km al Sur de la capital de la provincia, es el de menor extensión territorial con 7901,97 Has, que significan el 1,8% de la Provincia, pero su población representa el 10,5% de Imbabura. El Cantón lo conforman las parroquias de San José de Chaltura con el 17,67% de la extensión, Imbaya el 15,22%, San Roque 16,98%, San Francisco de Natabuela el 18,67% y Atuntaqui que es la cabecera cantonal con una extensión que equivale al 31,46%. Del mapa de uso potencial de suelo, el 54.62% pertenece a terrenos aptos para cultivos, el 21.65% aptos para pastos combinados con cultivos forestales, el 16.43% pertenecen a suelo de protección total, el 5.86% áreas erosionadas aptas para forestación y el 1.45% zonas erosionadas. En lo que se refiera a la capacidad de uso de suelo ha llegado a lo siguiente: el 61.21% pertenecen a la clase II-II y IV. El 19, 77% pertenecen a las clases V- VI son en general adecuadas para el uso de plantas nativas, principalmente pastos y

árboles, el 14.97% a la clase VII son en general adecuadas para el uso de plantas nativas, principalmente pastos y árboles. Sin embargo, algunos suelos de las clases V y VI La clase VIII se destina a las áreas con el mayor grado de limitaciones y riesgos. El 5.04% a la clase VIII para zonas de protección conservación, cuyas tierras no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna y en las cuales sea dado la utilidad solo como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica.

Como explicó en la investigación lo ha determinado que el Cantón Antonio Ante es un área netamente de uso en cultivos de ciclo corto, puesto que la población sobrevive con la comercialización de dichos productos, pero no existía el conocimiento adecuado que haga que la población dedicaría sus tierras a otro tipo de cultivos, que mantenga sus tierras activas o aumente su producción y al mismo tiempo sus ingresos económicos, y la protección del medio ambiente en el que vivían.

g) Identificación de la Calidad de Sitio en una Plantación de *Pinus radiata* d. Don, en el Cantón Ibarra, Parroquia Angochagua, Sector Hacienda la Merced. Tesis Grado. Pantoja C. L. M. y Vallejo A. E. Y. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ecuador 2013.

El estudio lo han realizado sobre la calidad de sitio se usa para definir el potencial para producir madera dada una especie o un tipo forestal en el caso del pino. El pino es una especie de gran interés para la industria por la calidad de su madera y su rápido crecimiento, que hace que su cultivo comience a dar beneficios en pocos años. Su madera se aprovecha para diferentes fines, entre las que destacan la pasta de papel y la fabricación de tableros de partículas. Se cultiva en muchos países para hacer repoblaciones, principalmente por la rapidez de su crecimiento. Del análisis del incremento medio anual por altura de la plantación de pino a los 15 años de edad lo han determinado que en el Sitio I, con un IMA 15 de 1,79 m<sup>3</sup>/año, que ha producido el mayor incremento en comparación al Sitio II, III y IV que presentaba un IMA 15 de 1,48 m<sup>3</sup>/año, 1,24 y 0,93 m<sup>3</sup>/año respectivamente, por lo que se ha referido que los

árboles en el Sitio I se encontraban expuestos por un periodo de tiempo más prolongado a la luminosidad que los árboles de los otros sitios. Ya que como lo indica la bibliografía esta especie requiere alta luminosidad.

El método directo, basado en la altura de los arboles dominantes o altura mayor es el de mayor uso y el más práctico al ser un buen indicador del potencial productivo de una plantación según los autores.

h) Áreas con Aptitud para Establecer Plantaciones de Maguey Cenizo: Definición Mediante Análisis Multicriterio y SIG. Tesis de Grado. Olivas G. U., Valdez L. J. R. Aldrete A., Manuel J. Gonzáles J. y Vera C. G. Universidad Autónoma Chapingo. México 2007.

Esta investigación lo han realizado sobre La evaluación del grado de aptitud de los terrenos permite identificar su capacidad inherente para apoyar el uso más apropiado. Con estudio han usado el proceso de análisis jerarquizado (PAJ) en un entorno de sistemas de información geográfica (SIG) para definir áreas con aptitud para establecer *Agave durangensis* Gentry en tres municipios del Estado de Durango, México. Para lo cual han utilizado informaciones cartográficas de clima, suelo y topografía, además de la opinión de cuatro expertos plantadores forestales para evaluar el grado de aptitud de la tierra.

Los resultados han indicado que existen aproximadamente 50 736 ha con aptitud alta, de las cuales 22 427 ha se encuentran en el municipio Nombre de Dios, 16 480 ha en el municipio Durango y 11 829 ha en Suchil. Lo detectaron 53 138 ha de aptitud media y 148 912 ha de aptitud baja distribuidas en la región de estudio. La implementación de la técnica PAJ en un ambiente espacial mostró ser útil para incorporar el conocimiento de plantadores expertos en el proceso de toma de decisiones, para la localización espacial y para la cuantificación de superficies con diferente grado de aptitud para el establecimiento de plantaciones de *Agave durangensis* Gentry.

## **3.2. Caracterización de los Recursos Naturales de la Región Cusco.**

La región Cusco presenta un territorio caracterizado por la presencia de una variedad ecológica y climática, producto de su posición altitudinal y topografía accidentada, que condiciona y limita las actividades sobre todo en el desarrollo productivo **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 13)**

Los principales recursos naturales renovables son el agua, suelo y cobertura vegetal. Estos recursos están presentes en cada uno de los diferentes pisos ecológicos y acondicionados en su disponibilidad, calidad, magnitud y distribución por los factores de altitud y topografía mencionados **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 13).**

### **a. Recurso Suelo**

Según la clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor, la región Cusco tiene seis clases de tierras, que suman 7, 189,197 ha, de las cuales 32.7% tiene aptitud para uso agrario, sin embargo solo el 3.1% tiene aptitud para cultivos en limpio y asociaciones con permanentes. En el cuadro 1, se aprecia la superficie de tierras aptas para uso agrario, la misma que es inferior a la de uso actual para fines agropecuarios (uso real) que totaliza 2,872,925 (has), esto demuestra el uso de tierras de protección y marginales para actividades agrarias. **(Sayan., et al., 2009-2021)**

**Cuadro 1. Clasificaciones de suelos por capacidad de uso mayor en la región Cusco.**

<b>N°</b>	<b>Capacidad de Uso Mayor de Suelos</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>%</b>
1	Tierras aptas para pastos	1,135,260	15.8
2	Tierras aptas para producción	990.667	13.8
3	Tierras aptas para cultivo en limpio	196,832	2.7
4	Tierras aptas cultivo en permanente	30,631	0.4
5	Tierras aptas para uso agrario	2,353,390	32.7
6	Tierras de protección	4,731,278	65.8
7	Otros (nevadas, lagos, ríos, centros poblados)	104,518	1.5
	Total	7,189,197	100

Fuente: **INRENA, Lima abril 2000 citado por (Sayan., et al., 2009-2021, p. 14)**

Las **tierras aptas para pastos** representan el 15.8% de la superficie regional, constituidas por las praderas de pastos naturales de ladera y alto andinas, recurso valioso como productor de alimento para el ganado, productor de fauna silvestre y para la recreación. La importancia del manejo de praderas y sus posibilidades en el control de la erosión debe ser enfatizada (Sayan., et al., 2009-2021, p. 14). Las tierras Aptas para la producción forestal ocupan el 13.8% de la superficie regional, se presentan en colinas bajas y altas, con pendientes menores de 75% las que se ubican fundamentalmente en las zonas de Selva Alta de las provincias de La Convención, Paucartambo, Calca, Urubamba y en la llanura Amazónica del Bajo Urubamba (**Sayan., et al., 2009-2021, p. 14**). Las tierras aptas para cultivos en limpio ocupan el tercer lugar con 196,832.00 (has), 2.7 % de la superficie regional. Esta extensión se encuentra mayormente en el gran paisaje de planicies, que presentan las mejores

condiciones edáficas y topográficas. Estas tierras se ubican en las zonas alto andinas, selva alta, llanura amazónica y en los valles interandinos **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 14)**.

Las tierras de protección, son espacios que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para el desarrollo de cultivos, pastoreo y producción forestal.

Su distribución es muy amplia en la región, pues abarcan 4, 731,278 (has), es decir el 65.8% de la superficie regional. Estas tierras se presentan mayormente en las colinas altas y montañas. Su uso más apropiado está orientado a la protección de cuencas hidrográficas y vida silvestre, promoción de valores escénicos, recreación e investigación científica. Estas tierras incluyen picos, nevados, pantanos, cauces de ríos, bosques, etc. Esta clase incluye tres áreas naturales protegidas: Parque Nacional Manu, Santuario Histórico de Machu Picchu, Bosque Nacional Cuenca del Apurímac, las que suman 2, 135,472 (has) y representan el 29.7% de la superficie regional **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 14)**.

#### **b. Pastizales**

Son las superficies que producen forrajes, ya sea este de gramíneas, gramínoideas, arbustos, hierbas o mezclas de estas, formando praderas naturales, donde pueden pastorear ganado doméstico de diversas especies y animales de la fauna silvestre. En términos generales, las praderas naturales son aquellas tierras que por ser demasiado secas, húmedas, calurosas, frías, empinadas, poco profundas y/o infértiles, no pueden dedicarse a los cultivos. Alrededor de 29.61% del territorio regional constituye la superficie de praderas naturales (Cuadro 2), cuyo potencial de soportabilidad de pastoreo está determinado por la predominancia de diversas especies vegetales forrajeras. La mayor parte de este recurso se encuentra en las provincias denominadas altas **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 15)**.

La mayoría de las praderas naturales de la región están sobre pastoreadas, debido al manejo inadecuado del ganado y de los potreros. Teniendo en consideración, que el manejo adecuado de praderas requiere del conocimiento o utilización de una variedad de ciencias como la ecología, la taxonomía de las plantas, la fisiología vegetal, suelos, bosques, economía, agronomía,



producción animal, nutrición animal, hidrología, manejo de la fauna silvestre, ingeniería y otros, se concluye, la baja capacidad técnica de la mayoría de los criadores de ganado para manejar racionalmente los recursos naturales.

**Cuadro 2. Pradera natural de la región Cusco.**

Especie predominante	Potencial	Superficie	
		(ha)	%
Chilliwar y ohjonal	Alto	103,893.00	1.43
Icha e iral	Medio	959,738.50	13.21
Icha/crepillo	Bajo	1,087,606.70	14.97
<b>Total</b>		<b>2,151,238.20</b>	<b>29.61</b>

Fuente: (Sayan., et al., 2009-2021, p. 15)

Además de los pastizales de praderas naturales, los productores agrarios de diversos pisos ecológico cultivan pasturas bajo un relativo manejo intensivo desde el punto de vista agronómico y cultural, consistente en una comunidad de plantas que se están adaptadas al medio ambiente natural, por lo tanto requieren tratamientos culturales frecuentes tales como: fertilización, control de malezas y riego, para el mantenimiento de la composición florística (Sayan., et al., 2009-2021).

### **c. Cobertura Vegetal**

La cobertura vegetal, es la comunidad vegetal predominantemente de árboles u otra vegetación leñosa, que ocupa una gran extensión del espacio regional. En su estado natural, el bosque permanece en condiciones autorreguladas durante un largo periodo de tiempo (Sayan., et al., 2009-2021, p. 16). El clima, el suelo y la topografía de la región determinan los árboles característicos del bosque, como tal, proporcionan un hábitat a una amplia variedad de plantas y animales que cumplen otras muchas funciones que afectan a los seres humanos. La fotosíntesis es el proceso químico mediante el cual las hojas usan la luz del sol y el dióxido de

carbono para producir azúcares que proporcionan energía al árbol o a la planta; durante el proceso, el follaje de las plantas y los árboles liberan oxígeno necesario para la respiración. Los bosques también impiden la erosión, el desgaste del suelo por el viento y la lluvia **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 16)**. En parajes desnudos con poca o ninguna vegetación, las fuertes lluvias que caen sobre grandes áreas pueden arrastrar el suelo hasta ríos y arroyos, provocando corrimientos de tierra e inundaciones. En áreas boscosas la bóveda de hojas (la copa de los árboles) intercepta y redistribuye gradualmente la precipitación, que de otro modo podría causar inundaciones y erosión una parte de la precipitación fluye por la corteza de los troncos; el resto se filtra a través de las ramas y el follaje. Esa distribución más lenta y poco uniforme de la lluvia asegura que el suelo y el agua no sean arrastrados de forma inmediata. Además las raíces de los árboles y las otras plantas sujetan el suelo e impiden inundaciones y el enturbiamiento de ríos y arroyos. Los bosques también pueden aumentar la capacidad de la tierra para capturar y almacenar reservas de agua; la bóveda de hojas es especialmente eficiente para capturar agua procedente de la niebla – vapor de agua condensado, en forma de nube que distribuye como precipitación en la vegetación y el suelo. El agua almacenada en las raíces de los árboles, los troncos, los tallos, el follaje y el suelo del terreno forestal, permite a los bosques mantener un flujo constante de agua en los ríos y arroyos en tiempos de fuertes precipitaciones o sequías **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 16)**.

La cobertura vegetal de la región bordea el 45% del territorio regional; algunos tipos más importantes de estas son: bosque húmedo montañosos sobre el 29.18% bosques de pacal 9.32%, bosque húmedo de colinas 3.79%, matorrales de valle intermedio 2.36%. Al igual que ocurre con el recurso en nuestra región se está produciendo una pérdida peligrosa de la cobertura vegetal. Las causas de esto en las zonas de sierra son las siguientes; 1º la presión sobre los bosques debido a la necesidad de combustible y escasez de tierras aptas para cultivos en limpio (solo 0.92% de la superficie regional); 2º Aumento de la población rural, que propicia el excesivo fraccionamiento de tierras (cada familia en promedio dispone 0.37 ha), cuando hace 70 años disponía de 0.62 ha. 3º Pastoreo inadecuado de praderas e incremento de la población de ganado; y 4º Demanda creciente de productos agrarios en las ciudades **(Sayan., et al., 2009-2021)**.

En la región amazónica de Cusco, la principal causa de pérdida de la cobertura vegetal es la deforestación debido a la tala selectiva del bosque para extraer madera, tala indiscriminada para extraer minerales e hidrocarburos y realizar agricultura migratoria, construir carreteras, aeródromos y poblaciones. Para dar una idea de la gravedad de la deforestación, basta recordar la estimación hecha hasta 1995, cuando la mitad de los mejores bosques de la región habían sido talados y que cada año se sigue perdiendo más de 20 mil hectáreas de bosques **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 61).**

#### **d. Recurso Forestal**

El 56% del territorio Regional comprende la región amazónica, donde existen bosques húmedos, densos y semidensos, potenciales para el manejo forestal, tanto para la producción permanente como para la protección de especies representativas de la flora y fauna silvestre. Según la evaluación de las formaciones vegetales de la Región, el 30.8% del territorio está ocupada por bosques húmedos, el 26.6% por pajonales o césped de puna, el 18.2% por áreas con cultivo más vegetación, el 14.3% por bosques densos y semidensos y el resto del territorio conformado por matorrales, áreas con escasa vegetación o sin vegetación como se puede apreciar en el cuadro 3 **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 17).**

Las formaciones vegetales de pajonal o césped de puna, constituyen gran potencial para el manejo de praderas destinadas al pastoreo de crías de camélidos sudamericanos, ovinos, vacunos y equinos, sea en condiciones naturales o mediante la incorporación de pasturas de mejor calidad alimentaria.

La forestación y la reforestación como medios de manejo de suelos, tienen un desarrollo considerable principalmente en zonas erosivas de mayor riesgo, cercanos a los pisos de valle con mayor intensidad agrícola: Anta, Urubamba, Calca, Canchis, Quispicanchis y otros. Sin embargo, la estrategia de desarrollo territorial sostenible debe considerar la promoción de la producción agraria mediante sistemas agroforestales y agrosilvopastoril así como el fomento de reservas privadas para poner en valor, recuperar y formar cobertura vegetal de especies nativas y exóticas de alto valor económico y ambiental **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 17)**

**Cuadro 3. Recurso Forestal en la región Cusco.**

<b>FORMACIONES VEGETALES</b>	<b>AREA (ha)</b>
Bosque seco de valles interandinos	21,025
Matorral	169,911
Bosque húmedo de valles interandinos	53,045
Bosque de macizos exóticos	5,202
Bosque denso de terraza baja sin disección	51,566
Bosque semidenso de terraza baja sin disección / pacal	5,631
Bosque denso de terraza media sin disección	39,921
Bosque denso de terraza media sin disección / pacal	38,986
Bosque denso de terraza media disección leve	27,759
Bosque denso de terraza media disección leve / pacal	5,502
Bosque denso de terrazas alta sin disección	39,197
Bosque denso de terrazas alta sin disección leve / pacal	12,468
Bosque denso de terrazas alta disección leve	25,184
Bosque denso de colina baja disección media	27,603
Bosque denso de colina baja disección media / pacal	228,606
Bosque denso de colina baja disección fuerte	82,448
Bosque denso de colina baja disección fuerte / pacal	89,834
Bosque denso de colina alta disección media	37,250
Bosque denso de colina alta disección media / pacal	131,490

Bosque denso de colina alta disección fuerte	155,187
Bosque denso de colina alta disección fuerte / pacal	36,874
Bosque húmedo de montañas	2,083,772
Bosque húmedo de montañas /pacal	104,321
Sabana pluvifolia	33,041
Pajonal / césped de puna	1,929,211
Humedales	106,481
Piso nival	128,007
Áreas con escasa o sin vegetación	271,052
Áreas con cultivo agropecuario + vegetación	1,327,777
<b>TOTAL</b>	<b>7,265,351</b>

Fuente: **Oficina de Planificación y Evaluación IMA-2005 citado por (Sayan., et al., 2009-2021, p. 18)**

### **3.3. Problemática del Sector Agrario Regional.**

El agro es el sector más afectado por problemas de pobreza y exclusión, producto de una pobreza rural sostenida, inseguridad alimentaria, bajos niveles educativos, migración, alcoholismo, desigualdad de género, entre otros **(Sayan., et al., 2009-2021)**, así mismo las tierras cultivables son escasas, representan no más del 3.5% de la superficie regional; junto a ella existe una excesiva fragmentación de la propiedad de la tierra, donde más del 65.5% de las unidades agropecuarias poseen tierras con extensiones menores a 01 (has), en tal sentido **Sayan., et al, (2009-2021)** menciona que, “el Sector agrario regional de la Región Cusco y sus provincias alto andinas, se caracteriza como un sector con bajo nivel de desarrollo agrario y rural debido a las siguientes causas”

**Aprovechamiento no sostenible de los recursos naturales** en agua, suelo, flora y fauna, que ocasiona daños irreparables sobre su disponibilidad y los ecosistemas.

**Bajo nivel de competitividad y rentabilidad agraria**, que tiene sus orígenes debido a las siguientes causas: Bajo nivel del capital humano, físico y social; Inadecuado sistema de comercialización (mercados distorsionados, no se le da el valor agregado a los productos, escasa infraestructura de comercialización, presencia alta de intermediarios) e Inadecuados servicios agrarios (insuficiente información agraria, limitada extensión, investigación e innovación agraria, baja cobertura de servicios de sanidad agraria, elevado riesgo y limitado acceso a servicios financieros) que brindan las instituciones públicas y privadas.

**Alta fragmentación de la propiedad de la tierra**, que permanentemente es fragmentada en áreas más pequeñas, creando más minifundio por los problemas del crecimiento poblacional, impidiendo así el desarrollo sostenible de la actividad agraria regional.

**Factores climatológicos adversos**, como las heladas, granizadas, sequías y exceso de lluvias.

**Erosión y degradación del suelo**, la erosión no lleva únicamente a una contaminación del agua y a la sedimentación de los depósitos de agua, sino que virtualmente significa la pérdida del potencial agrícola de una localidad, región o nación.

**La erosión y degradación** del suelo tiene como causas principales el sobre pastoreo, el uso agropecuario inadecuado y/o las prácticas y técnicas impropias de manejo de suelos. Esta problemática es diferenciada territorialmente ya que en la mayoría de los casos las tierras son cultivadas en secano, sin sistemas de riego y gran parte de esas áreas carecen de medidas o prácticas de conservación de suelos. El Ministerio de Agricultura a través del Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y conservación de Suelos PRONAMACHCS, han efectuado intervenciones focalizadas, pero que aún son de poca significancia en áreas potencialmente erosivas.

**Deforestación**, El 45% del territorio de la región Cusco está cubierto por bosques y el 29.50% por praderas naturales, ubicados mayormente en zonas de selva y sierra respectivamente. La situación de la deforestación en la selva

es dramática, debido a una explotación irracional de los bosques naturales. Para el año 1995 se estimaba una superficie deforestada de 50% de los mejores bosques en áreas de aptitud forestal, y del 15% de la superficie total del bosque húmedo, a un tasa de deforestación anual de 20,000 ha, tendencia que va en aumento en los últimos años. Respecto a la sierra, existen relictos de bosques nativos que también sufren la depredación debido a la extracción de madera, leña y dedicación a la agricultura migratoria **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 36).**

**Sobre pastoreo en la zona puna**, que viene degradando las praderas naturales. Numerosos estudios señalan que existe cada vez menos especies de pastos con altos grados nutritivos, de soportabilidad y palatabilidad, debidos principalmente a la sobrecarga animal. La superficie de pastizales naturales de la región actualmente en uso es de 1,826.711 (ha) cuyas en condiciones promedio la soportabilidad está alrededor de 2.0 UO/ha/año. Realizando un cálculo estimado en las áreas de pastizales, estas alcanzarían para alimentar 3, 653,422 UO; sin embargo existe una carga animal actual de 7, 306,66 UO; por lo tanto existe un fuerte desbalance forrajero en condiciones naturales hecho que revela la condición pastizal de pobre y muy pobre. Este déficit es mitigado aunque no significativamente con los residuos de cosecha, pastos cultivados y pastoreo en zonas marginales de bosques de producción forestal y de protección, esta situación viene agudizando los problemas erosivos y en términos productivos se traduce en los bajos rendimientos pecuarios **(Sayan., et al., 2009-2021, p. 37).**

### **3.4. Aplicaciones de Técnicas Cartográficas y de Teledetección.**

La teledetección espacial se entiende como la técnica que permite detectar objetos sin contacto físico, desde un punto de vista exterior al planeta, generando avances sustanciales en un número importante de disciplinas científicas, como en la geografía, geología, meteorología, ciencias forestales e ingeniería, entre otras. El observador corresponde a un sensor situado en el aire o en el espacio, siendo capaz de detectar y almacenar la información para su posterior análisis. Por otro lado, los sistemas de información geográficos (SIG) son una herramienta importante para la gestión y análisis de información geográfica y espacial obtenida mediante sensores remotos. Como interfase entre la información espacial y el SIG se encuentra la foteointerpretación, que es una técnica que identifica y cuantifica áreas (objetos) de interés, como, por ejemplo, un catastro de vegetación, en que se categorizan ciertas áreas diferenciadas por un patrón de vegetación y se delimitan sus respectivas superficies. Otro campo de interés, es el sistema de posicionamiento global (GPS), sistema basado en tecnología satelital que consiste en determinar la posición geográfica de un punto sobre la superficie terrestre en coordenadas universal transversal mercator (UTM). Todas estas herramientas, facilitan y optimizan los recursos económicos para mejorar la calidad y aumentar la información sobre los recursos naturales **(Kutchartt, 2013 pag. 6)**.

Según **García-Lino et al. (2006)**, se han elaborado mapas de vegetación, caracterizando comunidades vegetales, como unidades naturales según su fisonomía y composición florística. El mismo autor menciona que una de las grandes utilidades que ofrece la clasificación digital de imágenes, es documentar el cambio en el uso del suelo, mediante la comparación temporal de imágenes de la misma área, como por ejemplo la deforestación y fragmentación de hábitats, entre otros. Una de las limitantes de las imágenes, está referida a la nubosidad, ya que en muchas ocasiones la presencia de nubes impide identificar el uso de los suelos.

En la teledetección es posible clasificar áreas de manera supervisada y no supervisada **(Killeen et al. 2005)**. La clasificación supervisada está referida a



un análisis visual, la cual consiste en una técnica que examina la imagen analógica, con el propósito de identificar los diferentes componentes del paisaje, basándose en criterios visuales de tono, color, textura, etc. **(Mena 2005)**. Esto es posible realizarlo con herramientas disponibles gratuitamente en la red. Una de estas herramientas es el Google Earth, que permite al usuario navegar libremente por cualquier lugar de la Tierra, observando detalladamente sus territorios a distintas escalas, basándose en datos y fotografías reales. Una desventaja del análisis visual es el fatigoso trabajo humano y el tiempo empleado, sin embargo, el costo de realizar éste es menor, que un análisis digital **(Mena et al. 2001)**.

### **3.5. Fotointerpretación Preliminar de la Vegetación.**

Utilizando el material fotográfico y cartográfico se realiza una fotointerpretación preliminar de la superficie comprendida por el estudio. Los principales criterios de fotointerpretación para una fotografía normal son: Textura, tono, forma, estructura, tamaño y patrón espacial. Los cuales se puede evaluar integradamente por el fotointerprete especialista para llegar a establecer la sectorización preliminar. La escala a utilizar, es decir la escala del mapa final, debe ser establecida en función de las características de cada estudio. Para ello, es de utilidad el concepto de superficie mínima cartografiable (SMC) que establece la mínima unidad superficial en terreno que será representada explícitamente en la cartografía final **(Kutchartt, 2013 pag. 7)**.

### **3.6. NORMA JURÍDICA SOBRE LA CLASIFICACIÓN DE USO MAYOR DEL SUELO.**

Perú. Decreto Supremo N° 017-2009-AG: La facultad conferida por el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú y numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158 - Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, Decreta. Ley N° 26821, Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, Considera Recursos Naturales, al Suelo, Subsuelo y las Tierras Según su Capacidad de Uso Mayor: Agrícolas, Pecuarias, Forestales y de Protección.

#### **3.6.1. Categorías de Capacidad de Uso Mayor del Terreno Según la Clasificación de Uso Mayor Del Terreno.**

**Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (Símbolo A).** Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o aradura periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

**Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (Símbolo C).** Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

**Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P).** Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zorra de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

**Tierras Aptas para Producción Forestal (Símbolo F).** Agrupa a las tierras cuyas características climáticas, relieves y, edáficas no son favorables para cultivos en limpio permanentes, ni pastos, pero, sí para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden, destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

**Tierras de Protección (Símbolo x).** Están constituidos por que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni relieve requerido para la producción de cultivos en limpio, permanente, pastos y producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección. En este grupo se incluyen los escenarios glaciarios (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas zonas mineras playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas cauces del río y quebradas cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinados para producción minera, energética, fósiles hidro-energía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos turismo, científico y otros que contribuyen al beneficio del estado social y privado. **(Peruano, 2009)**

Cuadro 4. **Clasificación de Categorías del Terreno (FAO).**

	<b>Cobertura vegetal</b>	<b>Características</b>
F1	Bosque de coníferas	Vegetación arbórea dominante, cobertura de copa mayor al 60%
G2	Pastizal natural - matorral	Otras coberturas vegetales
O	Tierras desprovistas de vegetación	Presencia de rocas más del 50%, desprovista de vegetación
F2	Bosque cultivado	
S	Asentamientos urbanos	Casas, industria, calles, carreteras
F3	Selva baja caducifolia primaria	Vegetación arbórea dominante cobertura de más del 80%
C2	Agricultura anual	Cultivos cosechados anualmente
F4	Selva baja caducifolia secundaria	Vegetación degradada por perturbaciones (naturales, humanas) cobertura de más del 50%
G3	Matorral xerófilo leñoso	Vegetación arbórea mayor a 1ha, 3m de altura, 10% de vegetación
W	Lago	
F5	Manglar	Vegetación arbórea de más de 10m
C1	Agricultura permanente	Cultivos frutales leñosos
G1	Pastizal inducido	Actividad ganadera en el 60% de la cobertura, con presencia de vegetación leñosa, menor al 10% de copa

Fuente: **(FAO, 2014)**

**Cuadro 5. Distribución de las zonas de vida presentes en Costa Rica, según piso y ámbito de altitudinal.**

<b>Piso altitudinal</b>	<b>Límites de la temperatura (°C grados Celsius)</b>	<b>Rango altitudinal (m.)</b>	<b>Zonas de vida</b>
<b>Basal</b>	Más de 24	0 -700	Bosque seco
			Bosque húmedo
			Bosque muy húmedo
<b>Premontano</b>	Entre 24 – 18	700 – 1400	Bosque húmedo
			Bosque muy húmedo
			Bosque pluvial
<b>Montano Baja</b>	Entre 18 – 12	1400 - 2700	Bosque húmedo
			Bosque muy húmedo
			Bosque pluvial
<b>Montano</b>	Entre 12 – 6	2400 - 3700	Bosque húmedo
			Bosque seco
<b>Sub alpino</b>	Entre 6 – 3	2800 - 4000	Páramo

Fuente: (Citado por Fournier, 1980).

## IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

**4.2. Tipo de Investigación:** Descriptiva - Exploratoria.

**4.3. Descripción del área de estudio:**

**a. Ubicación Espacial:**

- La dimensión del anexo Yavina Central es de 5.06 km de largo en su eje principal y entre 3.18 km de ancho (Anexo 1), su superficie de la Comunidad Campesina es de 21,159.00 hectáreas y el área de estudio es 884.832 ha (cuadro 9)

**b. Ubicación Política.**

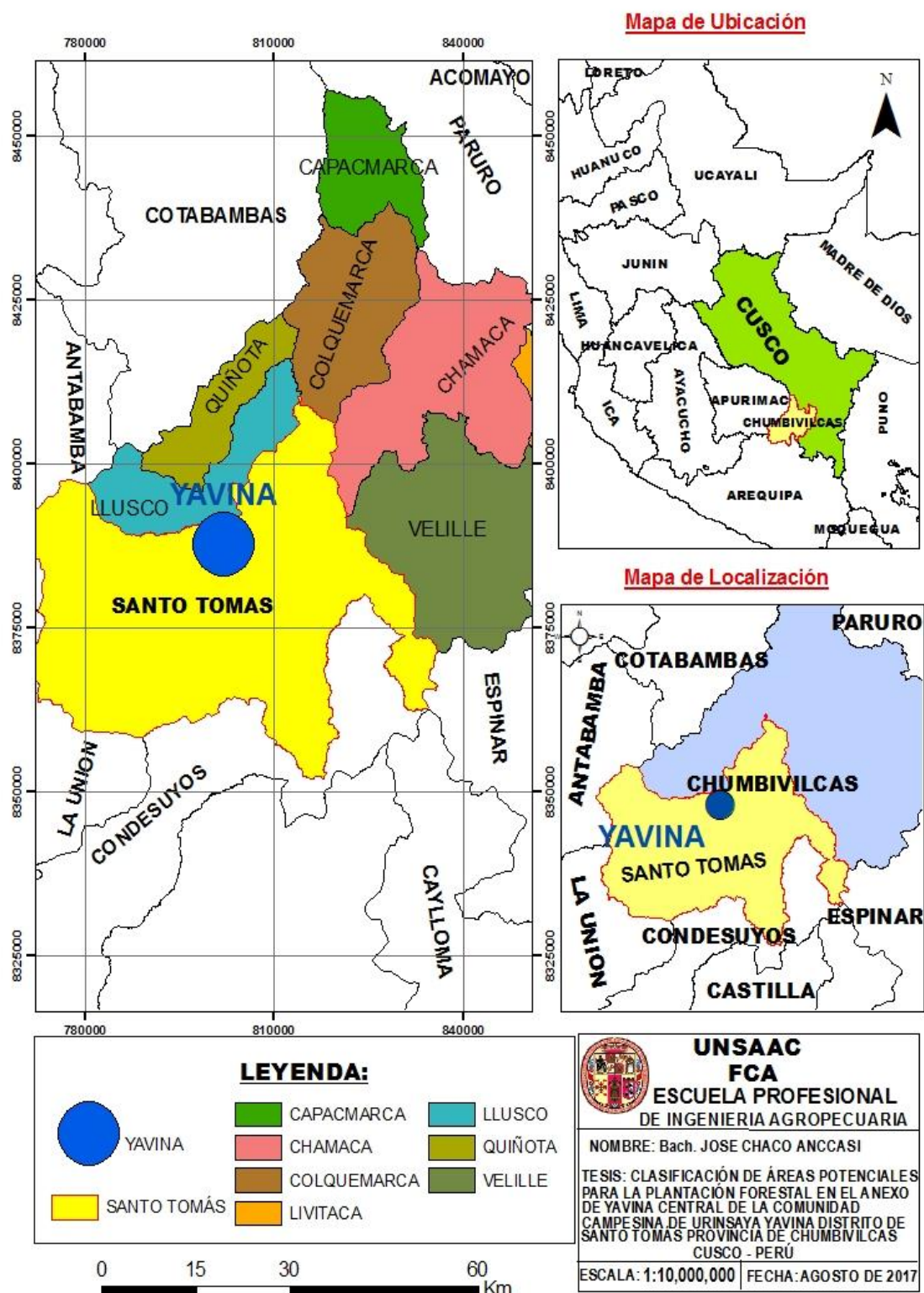
Región	: Cusco
Provincia	: Chumbivilcas
Distrito	: Santo Tomás
Comunidad	: Urinsaya Yavina
Anexo	: Yavina Central

**c. Ubicación Geográfica.**

- Altitud Promedio : 3,678 m
  - Latitud : 14°26'45"
  - longitud : 72°04'50"
  - UTM Norte : 801934 a 800643
  - UTM Este : 8390193 a 8387069
  - Zona : 18L
  - Altitud Máxima : 5438 m
  - Altitud Mínima : 2550 m
- **Límites:**
- Este :Distrito de Velille y departamento de Arequipa
  - Oeste :Distrito de Llusco – Chumbivilcas
  - Norte :Distrito de Chamaca y Colquamarca Chumbivilcas
  - Sur :Provincia La Unión departamento de Requipa

## Mapa de ubicación.

Mapa N° 1. Límites del distrito de Santo Tomás (C.C. de Urinsaya Yavina)



Fuente: Elaboración Propia.

#### **d. Ubicación Hidrográfica.**

La provincia de Chumbivilcas que forma parte de las cuencas del río de Santo Tomás con una extensión de 4,569.8 km<sup>2</sup>. El río Santo Tomás nace entre los nevados Minasniyoc y Cullpacucho a los 4,940 m, fluyen sus aguas por la quebrada Cayacti y Yuraccancha en dirección Norte hasta la unión con el río Ranrapata tomando el nombre de río Yavina, siguiendo su curso hasta unirse con el río Senjahuayjo punto en el cual toma el nombre de río Santo Tomás, siguiendo una dirección noreste hasta la unión con el río Challamayo. El río Santo Tomás tiene una longitud de 103.186 km, y tiene un área de 2446.4 km<sup>2</sup> de superficie. A lo largo de su recorrido el río recibe por la margen derecha el aporte de los ríos Challhuani, Senjahuayjo, Tucuire, Conde, Collota, Japayño y Challamayo y por la margen izquierda recibe el aporte de los ríos Ranrapata y Chihumcalla siguiendo así hasta unirse a la cuenca del río Apurímac.

#### **e. Ubicación Ecológica.**

##### **Clima.**

El clima en el distrito de Santo Tomás es variado, puesto que presenta grandes diferencias altitudinales. Posee un período de lluvias entre los meses de noviembre y abril, concentrándose el período seco entre los meses de mayo y agosto. La precipitación media anual es de 1350 mm. La temperatura se torna algo cálido, con temperaturas de 21°C durante el día y de 6°C por las noches; pero en los meses de Mayo a Octubre hay la presencia de heladas y las temperaturas varían de -7 °C a 18 °C (**Gobierno Regional Cusco-FOT, 2010**). En las partes altas, conocidas como punas, a altitudes mayores a 4750 m, la temperatura varía de -15 °C a 17 °C durante el crudo invierno y la temperatura durante los meses de Diciembre a Marzo oscila entre los -5 °C a 21 °C y una humedad relativa media del aire 60 % (varía de acuerdo a la época) (**Gobierno Regional Cusco-FOT, 2010**).



## **Suelos.**

El origen de los suelos en el anexo de Yavina Central proviene del resultado de la meteorización de rocas metamórficas de montañas, serranías y colinas. Según la taxonomía, estos suelos pertenecen a entisols, inceptisols, molisoles y histosoles **(FAO, 2009 citado por PIGA Chumbivilcas, 2015 Pag. 36:38).**

**Entisoles.-** Son suelos de origen fluvial; profundos a moderadamente profundos, de textura franco limosa, de color pardo grisáceo, con mateados rojo amarillentos en los horizontes intermedios, drenaje imperfecto, de reacción neutra a ligeramente alcalina, saturación de bases alta, ausencia de aluminio cambiante, bajo contenido de materia orgánica, contenido medio de fósforo y potasio disponibles. Son suelos sin desarrollo genético y con perfil tipo AC. **(FAO, 2009 citado por PIGA Chumbivilcas, 2015 Pag. 36:38).**

**Inceptisoles.-** Son suelos originados a partir de materiales residuales (arcillitas), sin desarrollo genético, con perfil de tipo AC; superficiales, de textura arcillosa, de color pardo gris oscuro a gris claro, con moteados rojos en los horizontes intermedios, drenaje muy pobre, reacción fuerte a muy fuertemente ácida, saturación de bases baja y saturación de aluminio alta, contenido en materia orgánica, bajo en fósforo y contenido medio en potasio disponibles **(FAO, 2009 citado por PIGA Chumbivilcas, 2015 Pag. 36:38).**

**Molisoles.-** Son suelos con desarrollo genético, formados sobre depósitos, cuyo origen puede ser coluvio-aluvial, fluvio-glacial, lacustrino, fluvio antiguo o residual; son suelos de color superficial castaño con vegetación esteparia y suelos negros con alto contenido de humus de vegetación de praderas, ocupan posiciones de fisiografía variada con un rango de pendientes de 15 - 50 % **(FAO, 2009 citado por PIGA Chumbivilcas, 2015 Pag. 36:38).**

**Histosoles.-** Son suelos orgánicos de naturaleza lacustrino, que se encuentran ocupando posiciones planas a depresiones de las planicies lacustrinos, con pendientes de 0-4 %, con abundantes fibras vegetales en proceso de descomposición, determinándose una fertilidad natural baja **(FAO, 2009 citado por PIGA Chumbivilcas, 2015 Pag. 36:38).**

## **Vegetación y fauna.**

Según **(Navarro 1997)** el anexo de Yavina Central conforma microbosques perennifolios que constituyen la vegetación potencial natural de las altas mesetas distribuyéndose en todas las quebradas y fondos de valles

anegables, asociados solamente a tholares y pajonales compuestos por *Parastrephia quadrangularis*, *P. lepidophylla*, *P. phyllicaeformis*, *Festuca orthophylla* y *Stipa frígida*. De acuerdo al **(Fournier, 1980 modificado)** sobre la distribución de zonas de vida en el anexo de Yavina Central existe 3 zonas de vida o formaciones vegetales distribuidas en pisos altitudinales montano (bosque húmedo y bosque seco de 2400 – 3700 m.s.n.m.) y subalpino (paramo pluvial de 2800 – 4000 m.s.n.m.) Cabe mencionar que estos bosques también poseen una rica variedad de fauna, albergando en su interior a primates, roedores, zorrinos, zorros, aves, los reptiles y animales domésticos como la oveja, vaca y equinos **(Gobierno Regional Cusco-FOT, 2010)**.

**Cuadro 6. Distribución de las zonas de vida presentes en Anexo de Yavina Central, según piso y ámbito de altitudinal.**

<b>Pisos altitudinales</b>	<b>Límites de la temperatura (°C grados Celsius)</b>	<b>Rango altitudinal (m.)</b>	<b>Zonas de vida</b>
<b>Montano Baja</b>	Entre 12 – 6	3490 – 3700	- Bosque Húmedo
<b>Montano</b>			- Bosque seco
<b>Sub alpino</b>	Entre 6 – 3	3700 – 4000	- Páramo

Fuente: **(Modificado Fournier, 1980)**

#### **4.4. Materiales y Métodos:**

##### **4.4.1. Materiales.**

###### **a. Materiales de campo**

- GPS: Sistema de Posicionamiento Global
- Cámara digital
- Cuaderno de campo
- Mochila de campo
- Lentes
- Manual suelos FAO
- Planilla de registro para descripción del área de estudio.
- Wincha o cinta métrica
- Mameluco.
- Motocicleta.

###### **b. Materiales de escritorio**

- Impresora.
- Papel bon A4.
- Lápiz, lapicero y borrador.
- Laptop.
- Local de escritorio.
- Cuaderno de anotes.
- Cuaderno de agenda.
- Calculadora científica.
- Folder.
- Resaltador.

###### **c. Programas de ingeniería**

- ArcGIS 10.3
- Google Earth 17 de diciembre 2016.
- Microsoft office Excel.
- Microsoft office Word.
- Internet.

### **4.3.2. Métodos.**

**1) Clasificación y cuantificación según uso actual del terreno en las categorías de áreas urbanas, terrenos agrícolas, praderas, matorrales, bosques, zonas rocosas, terrenos eriazos y ríos del Anexo de Yavina Central.**

#### **a) Generación de la Cartografía.**

Se clasifica el área del anexo de Yavina Central, en base al método de categorías de terreno (Cuadro 7). Para tener mayor precisión se georreferencia el área de estudio, con las coordenadas de UTM (Universal Transversal Mercator) con la herramienta de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) así se obtiene los punto de (Norte, Este) = (800379, 8388756); (801934, 8390193); (805001, 8388909); (805709, 8388144); (802843, 8387091); (800643, 8387069). Estos coordenadas se importa de GPS al programa Google Earth, luego se fotointerpreta con un rango de escala aproximado de 1:3.500 a 1:4.000, identificando las categorías de área urbana, terreno agrícola, pradera, bosque, matorral, áreas rocosos, ríos y terrenos eriazos; esta última está referida a los sitios con suelo desnudo, en que no existe ningún tipo de cubierta vegetal. Para el presente trabajo se utiliza imágenes, que datan de 17 de Diciembre de 2016, estas imágenes permite trabajar de manera confiable los atributos de interés.

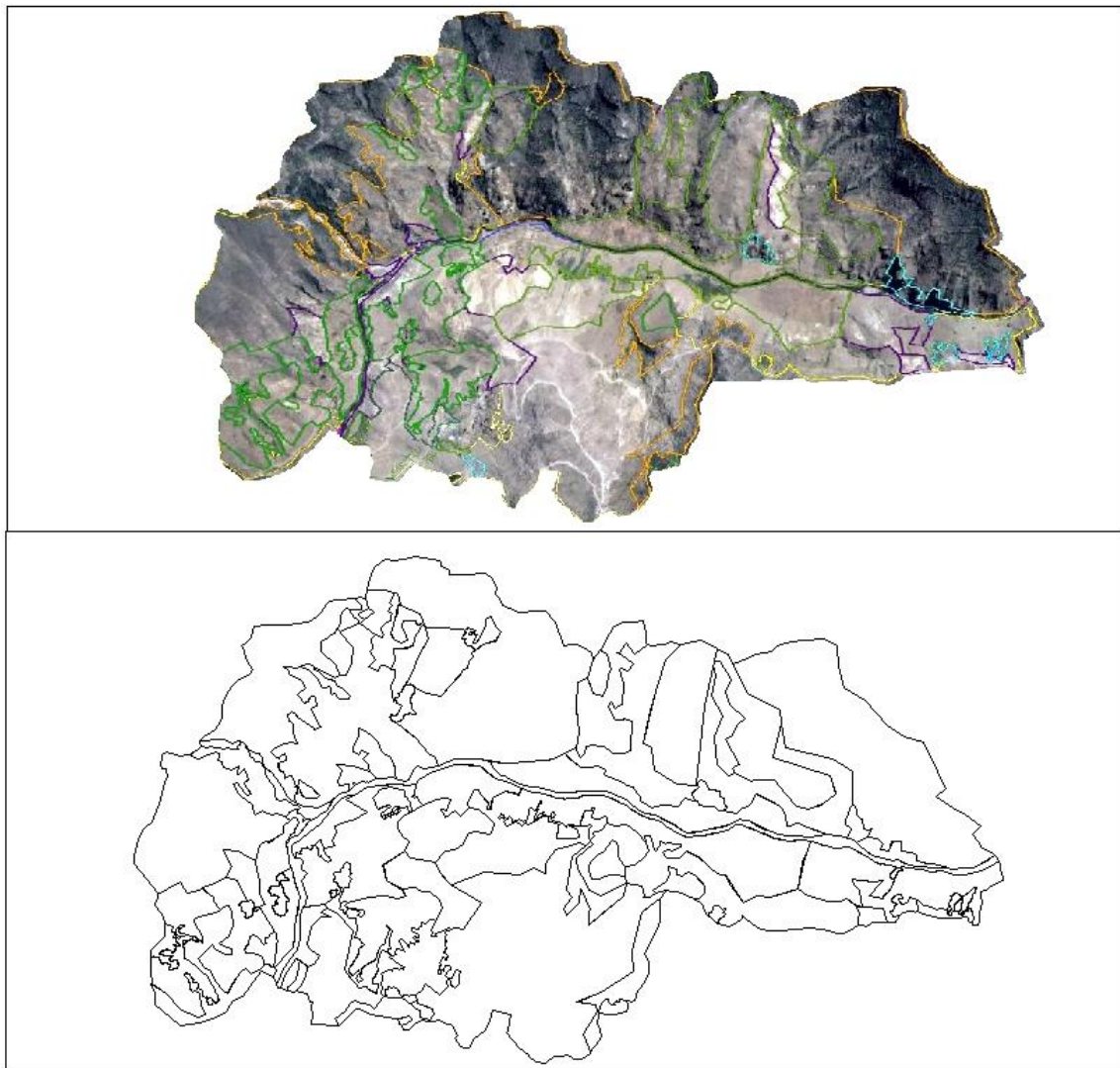
b) (Cuadro 7). **Clasificación de categorías de terreno a través de fotointerpretación en la imagen de Google Earth.**

Categoría	Descripción	Imagen
Área urbana	Sectores ocupados por ciudades o instalaciones industriales.	
Terreno Agrícola	Zonas actualmente destinadas a la producción agropecuaria.	
Pradera	Formaciones herbáceas.	
Matorral	Formaciones arbustivas	
Bosque	Ecosistema en el cual el estrato arbóreo están constituido por especies nativas que presentan $\geq 2m$ y cobertura de copas $\geq 25\%$	
Áreas desprovistas de vegetación.	Sectores cuya cobertura vegetal no alcanza el 25% de cobertura mínima	
Zonas rocosas	Superficies extensas no forestales	

Fuente: (Kutchartt, 2013 Pág. 11).

Luego de fotointerpretar los sectores de interés, la mapa de Google Earth que posee un formato en kml (Keyhole Markup Language), se transportada a formato shp (shapefile) en programa de ArcGIS 10.3, lo que además se transforma de líneas a polígonos permitiendo así trabajar en un sistema de información cartográfica y a si mismo calcular las superficies de forma más adecuado. El programa utilizado para esta transformación de la capa es ArcGIS 10.3 con la herramienta de From (desde) kml (Keyhole Markup Language), el cual permite que la capa pueda ser trabajada con más exactitud. (Figura N° 1).

**c) Figura N°1. Transformación de la Mapa de Clasificación en Google Earth del formato kml a shapefile en ArcGIS 10.3**

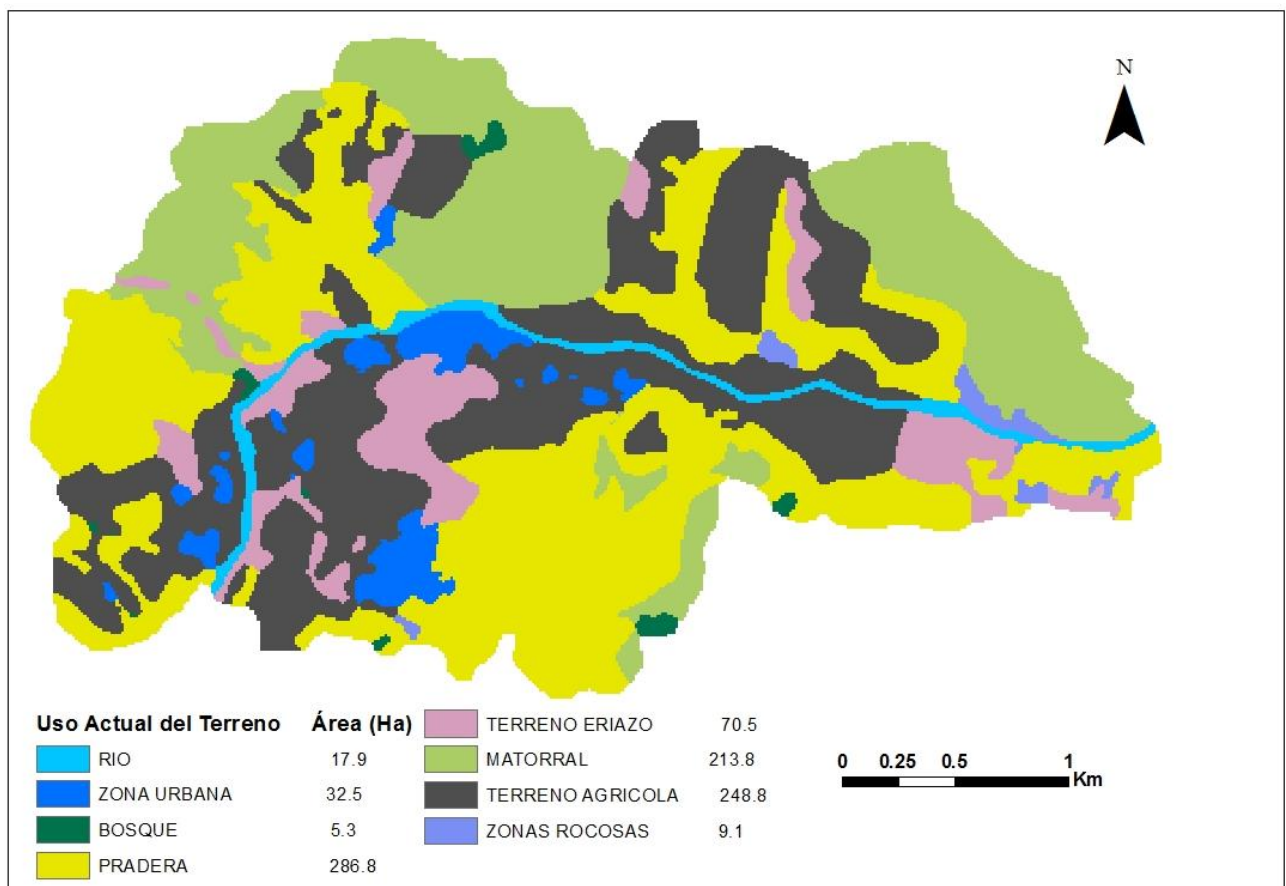


**Fuete: *Elaboración Propia.***

#### d) Uso actual del Suelo.

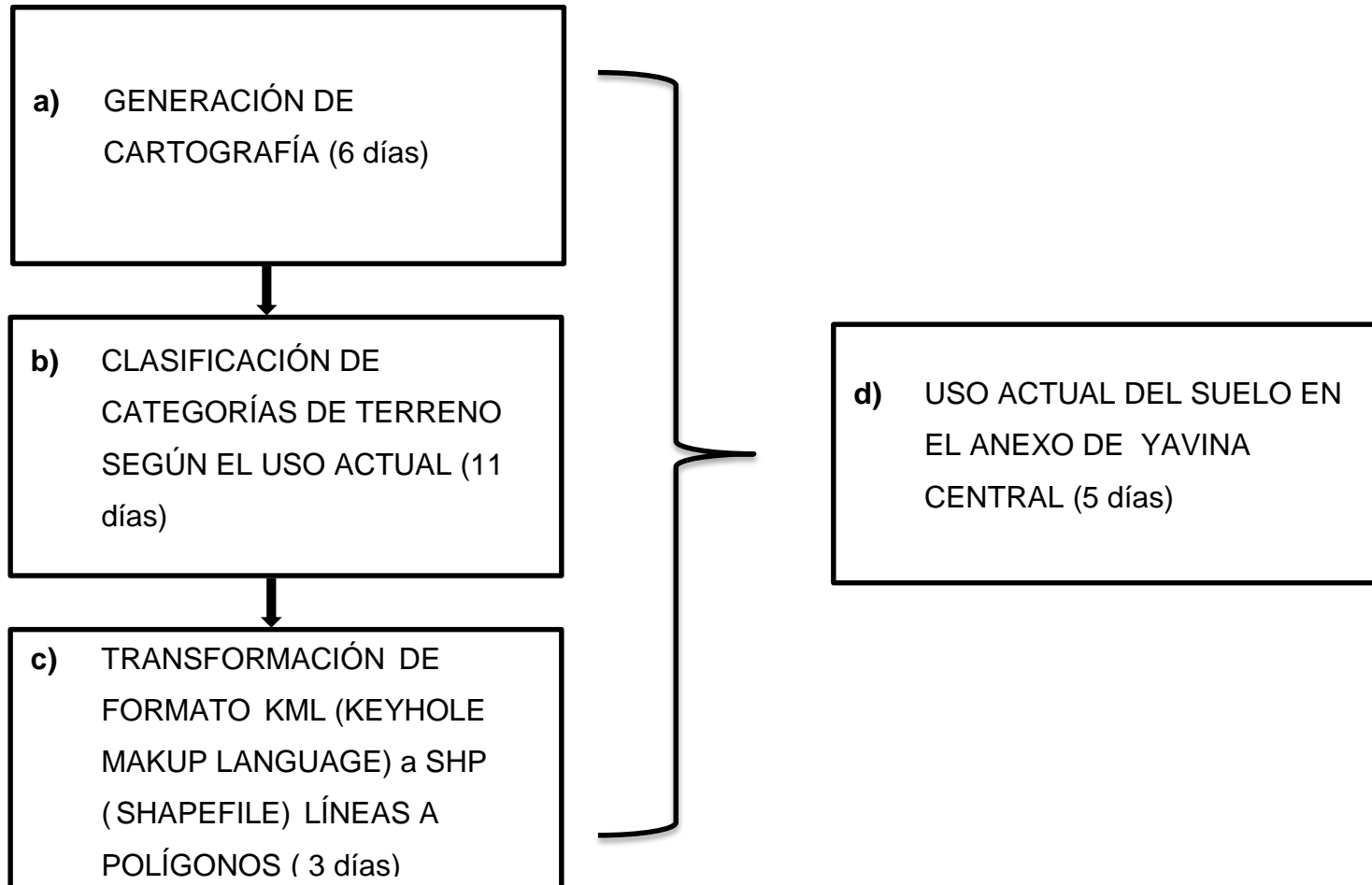
En base a la metodología de las categorías de terreno se genera el mapa de uso actual del suelo (Mapa N° 2) en el programa ArcGIS 10.3, Para el correcto cálculo de las superficies, se realiza la proyección exacta del área de estudio en coordenadas UTM, correspondiente a WGS 1984 zona 18S. Mediante las propiedades del mapa se selecciona el comando simbología y luego categorías, donde cada atributo está representado por un color y se calcula la superficie (cuadro 9). En hectáreas y se abre una planilla Excel en un formato dbf (formato de base de datos) para procesar la información de datos geográficos.

Mapa N° 2. Mapa de uso actual del suelo en el Anexo de Yavina central.



Fuente: *Elaboración propia.*

El diagrama de flujo que resume los procesos para el objetivo N° 01.



Fuente: **Elaboracion propia.**



## **2) Identificación de Áreas Potenciales que Requieran de Forestación con Fines de Protección del suelo, en Base a la Capacidad de Uso Mayor del Terreno.**

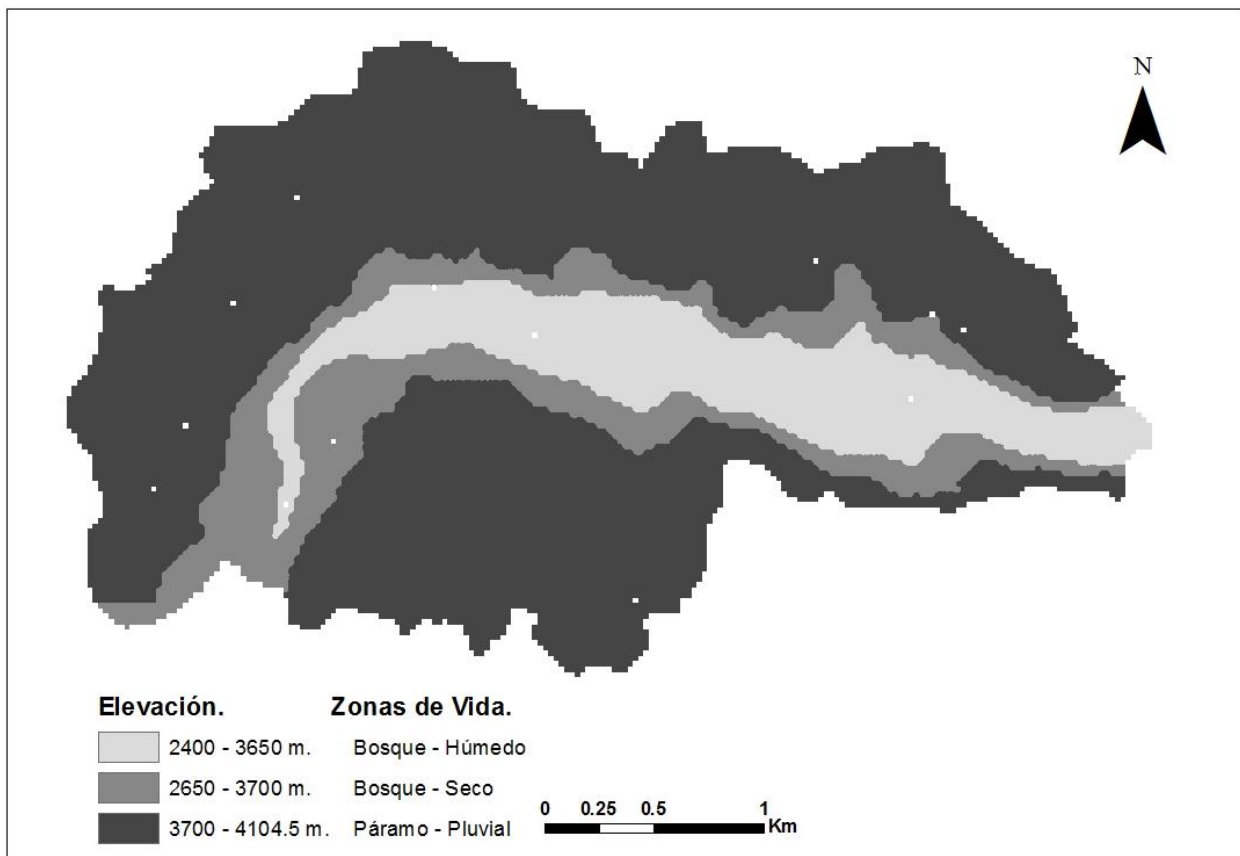
Se generan los mapas de pendiente y elevación en base al método de capacidad de uso mayor del terreno (CUMT) normado por decreto ley N° 26821 de la constitución política del Perú.

Estos Mapas se generan en el programa ArcGIS 10.3 para complementar al mapa de uso actual del suelo, porque permite contar con más criterios para la identificación de áreas potenciales de plantación forestal. Para ello el área de estudio se georreferencia mediante imagen de Google Earth ya fotointerpretada (Mapa N° 2), después se descarga un nuevo shp (shapefile) de curvas de nivel del ministerio de educación (MINEDUM zona 30r de Cartas Nacionales), recortando solamente el área de estudio para generar los mapas de elevación y pendiente; se encuentran en la zona 18S según el sistema de UTM (coordenadas Universal Transversal de Mercator). A partir de estas curvas de nivel, se genera el TIN (triangular irregular network) en formato tif (tagged image file) a través de la herramienta create TIN y de esa manera derivar ambos mapas de elevación y pendiente.

**a) Mapa de elevación.**

En arcGIS 10.3 a través de la herramienta de From (desde) TIN (triangular irregular network) y luego TIN a (to) Ráster para generar el MDE (modelo digital de elevación) en el formato ráster (píxeles) y a través de la herramienta de Reclassify, en base al método de clasificación pisos altitudinales y zonas de vida; en este caso el anexo de Yavina Central se clasifica dos pisos altitudinales y tres zonas de vida según **(Fournier, 1980)** primero es montano (bosque húmedo 3490 - 3650 m y bosque seco de 3650-3700 m) y segundo subalpino (paramo a 3700 - 4104 m) (Cuadro 6). De esta manera es posible entender la composición florística en cada piso altitudinal y su repercusión en una propuesta de la plantación forestal, ya que permite ser una variable importante para clasificar las áreas potenciales para la plantación forestal (Mapa N° 6)

Mapa N° 4. **Mapa de elevación del Anexo de Yavina Central.**

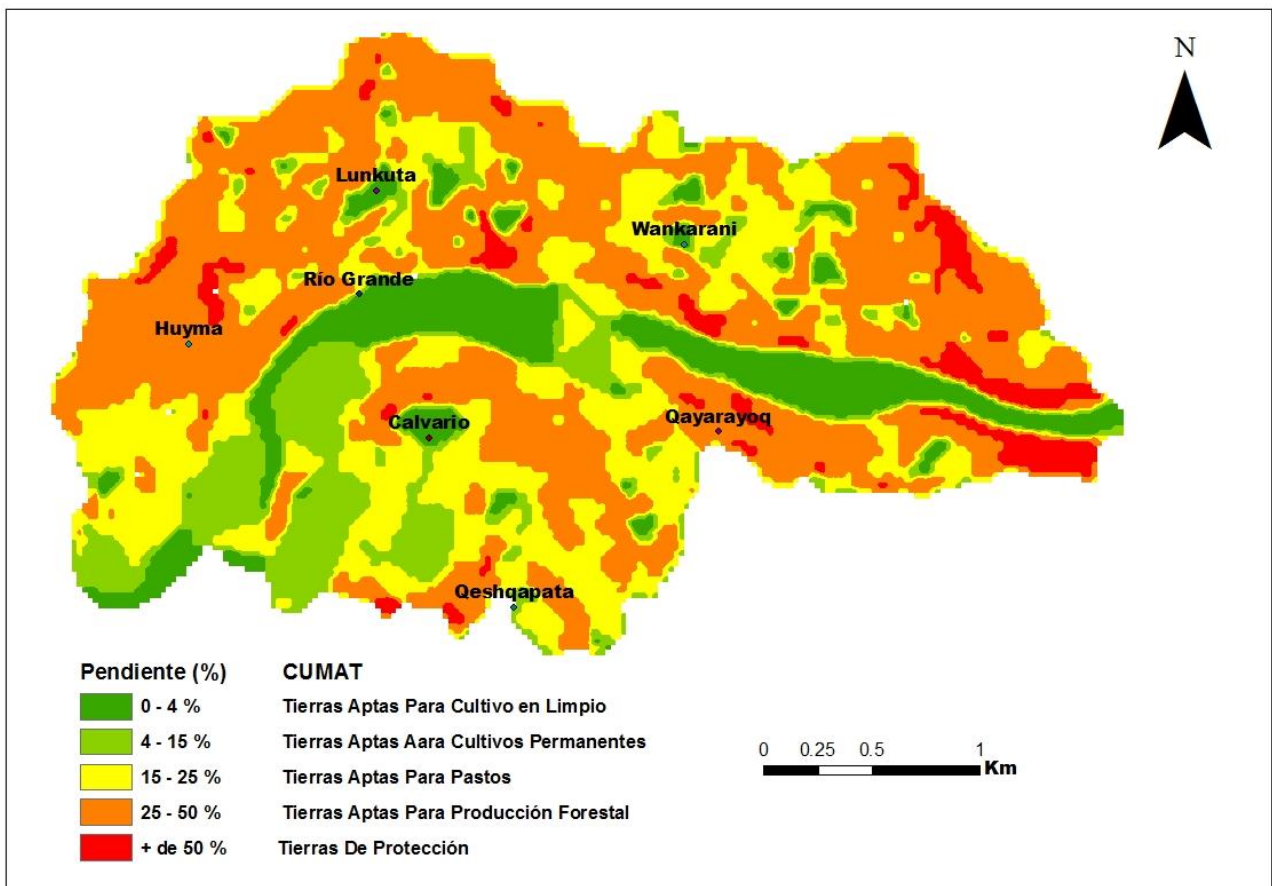


Fuente: **Elaboración propia**

**b) Mapa de pendiente.**

Para esta variable en el ArcGIS 10.3 se introduce el MDE (modelo digital de elevación) abriendo la herramienta de Slope (pendiente) para generar MDT (modelo digital del terreno) ya que esta mide el grado de inclinación del terreno. El criterio utilizado es el método de CUM “capacidad de uso mayor del terreno” (Anexo 5) De esta manera se logra una segregación de las pendientes, en cinco categorías (figura 5): 0 - 4 % (capacidad de uso I), 4 – 15 % (capacidades de uso II), 15 – 25 % (capacidad de uso III), 25 - 50 % (capacidad de uso IV), + de 50 % (capacidades de uso V).

**Mapa N° 5. Mapa de pendiente del Anexo de Yavina Central.**



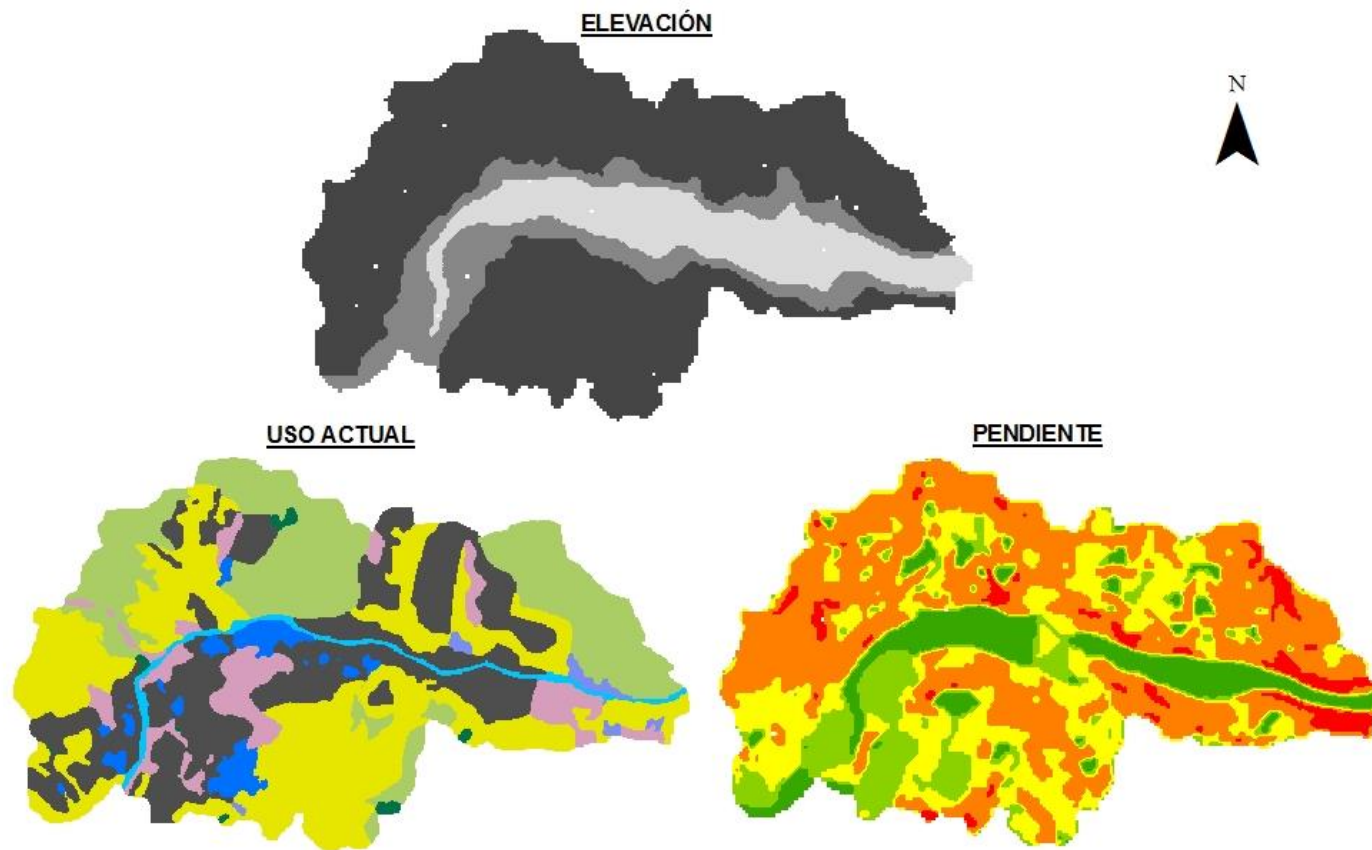
*Fuente: Elaboración propia.*

**c) Intercepción de Mapas Uso Actual, Pendiente y Elevación para Clasificar Áreas Potenciales para la plantación forestal.**

En la identificación de áreas potenciales para la plantación forestal se utiliza la matriz del (Cuadro 8), en la que se combina los tres atributos (mapas cartográficos). Uso actual, Pendiente y Elevación (Figura N° 2). Estas mapas son combinadas a través de la herramienta del intercepto, que se encuentra en el programa de ArcGIS 10.3

Las mapas topográficas, poseen un formato ráster (píxeles), pero debido a que la capa de uso actual del suelo resulta en un formato vectorial, éstas dos mapas de elevación y pendiente también se transforman en un formato vectorial, para calcular las áreas en que se categoriza cada variable y además, para superponer las tres mapas en un mismo formato. Por lo general, un análisis en formato vectorial es más preciso en el cálculo de áreas, que en un formato ráster (píxeles), en este último existe un alto nivel de error en las estimaciones de áreas **(Mena, 2005)**.

Figura N° 2. Mapas utilizadas en el intercepto para identificar áreas potenciales para forestación con fines de Protección del suelo.



Fuente: *Elaboración propia.*

La matriz de clasificación de áreas potenciales para la plantación forestal (Cuadro 8) identifica todas las posibles combinaciones entre las tres mapas cartográficas, en primer orden se coloca el criterio de elevación, seguido por las tres categorías de pendientes (fila) y las tres categorías de uso actual (columna) en la cual se ingresa las restricciones de cada prioridad, seleccionando las áreas de interés a través de la selección por atributos y se identifica a qué tipo de prioridad corresponde cada combinación.

Para identificar áreas potenciales que requieren de forestación con fines de protección se considera sólo las variables que representan un riesgo en cuanto a la degradación y erosión en los suelos, respecto a la elevación y pendiente del terreno dejando fuera la categoría matorral, porque corresponde a una cubierta vegetal continua y permanente, y el resto de categorías no forestales.

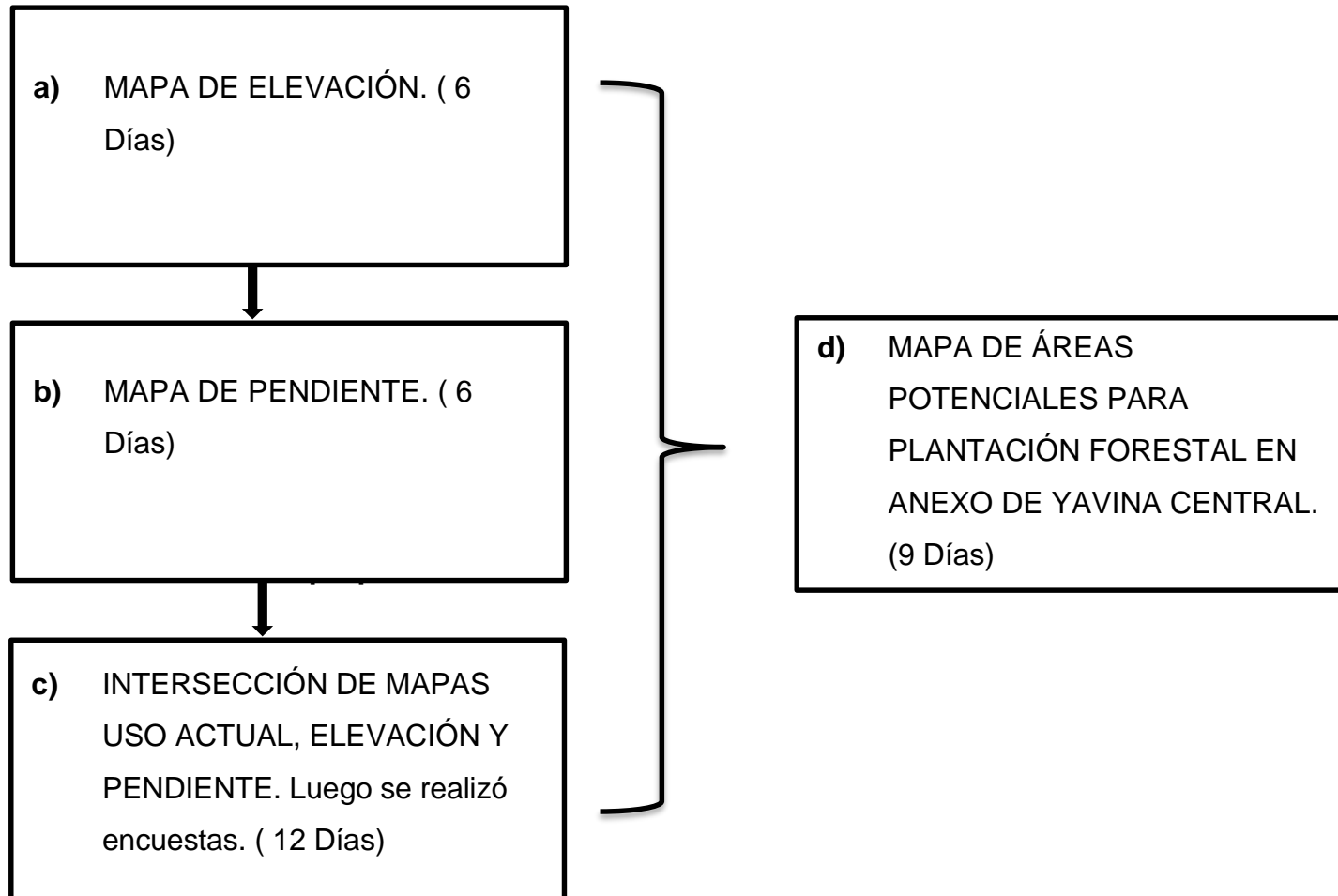
Cuadro 8. Matriz para la clasificación de áreas potenciales para la plantación forestal.

Atributos	Prioridades								
	3700 – 4104.5			3650 – 3700			3650 -3490		
Elevación (m)									
Pendiente (%)	>50	25 – 50	<25	>50	25 – 50	<25	>50	25 – 50	<25
<b>Terreno eriazo</b>	3	3	1	3	3	1	3	2	2
<b>Pradera</b>	3	2	1	3	2	1	3	2	1
<b>Terreno agrícola</b>	3	3	1	3	2	1	3	2	1

Fuente: (Kutchartt, 2013 pág. 16)

1. Condiciones de Menor Erosividad.
2. Condiciones de Mediana Erosividad.
3. Condiciones de Mayor Erosividad.

El diagrama de flujo que resume los procesos para el objetivo N° 02.



## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Clasificación y Cuantificación de Áreas en base a Categorías de Terreno en el Anexo de Yavina Central.

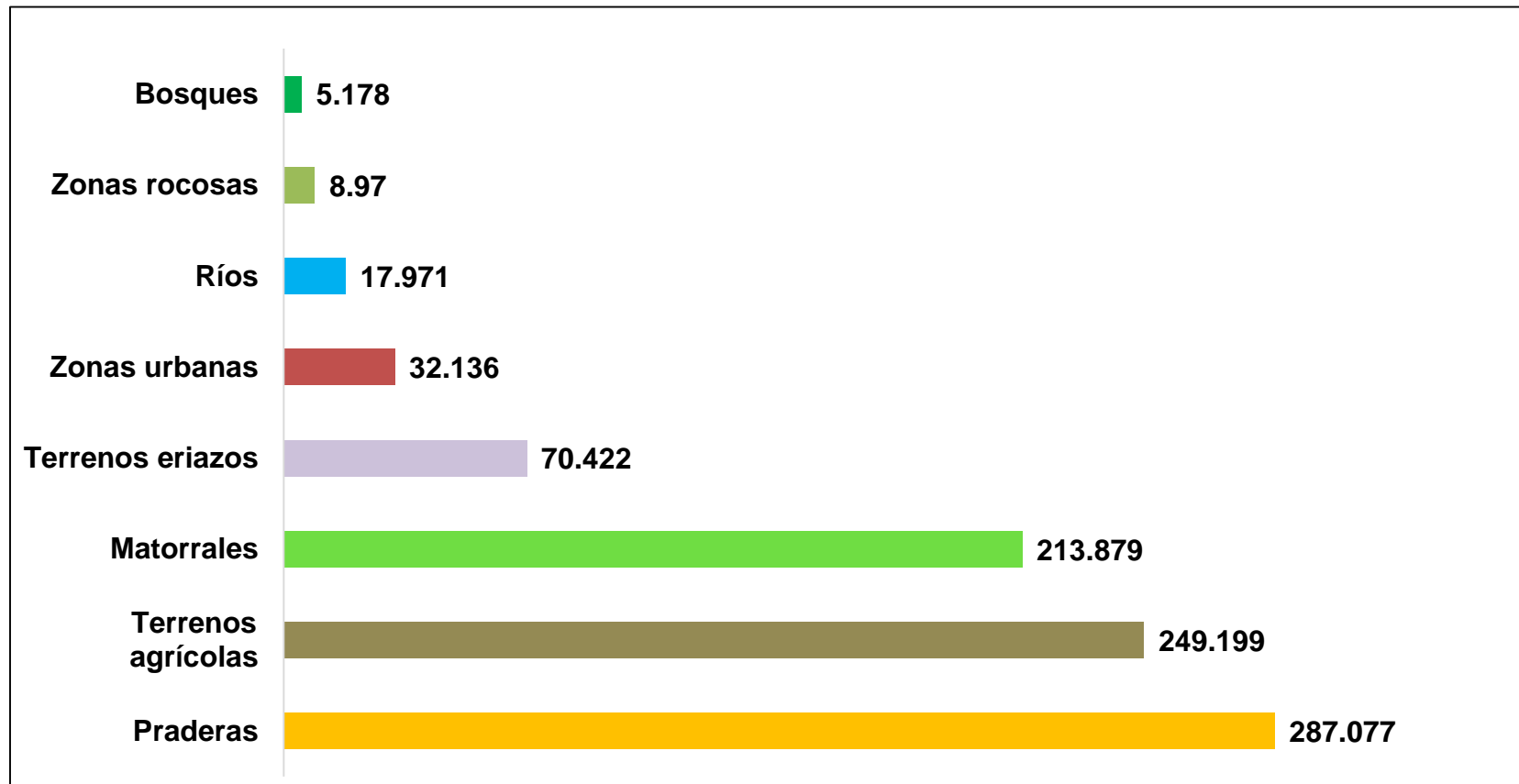
Cuadro 9: Superficie y porcentaje de cada categoría de uso actual del Terreno en el anexo Yavina Central.

<b>Categoría</b>	<b>Superficie (Ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Ríos</b>	17.97	2%
<b>Zonas urbanas</b>	32.13	4%
<b>Bosques</b>	5.17	1%
<b>Praderas</b>	287.07	32%
<b>Terrenos eriazos</b>	70.42	8%
<b>Matorrales</b>	213.87	24%
<b>Terrenos agrícolas</b>	249.19	28%
<b>Zonas rocosas</b>	8.97	1%
<b>Total</b>	<b>884.83</b>	<b>100%</b>

Fuente: *Elaboración propia.*



Figura N° 3: Área de Uso Actual del Terreno en el Anexo de Yavina Central.



Fuente: *Elaboración propia.*

De las 884.83 hectáreas analizadas en el Anexo de Yavina Central, el 32% correspondió a praderas con una superficie de 287.07 hectáreas, seguido el terrenos agrícolas presenta 28%, con superficie de 249.19 hectáreas y el matorral presentó 24% con una superficie de 213.88 hectáreas (Cuadro 9).

Las áreas que pudieran ser intervenidas para un proceso de protección de suelos degradadas mediante la plantación forestales son los terrenos eriazos y praderas que sumó una superficie de 357.7 hectáreas, representando el 40%, según uso actual del suelo, si se considera la geomorfología de esta zona. Y además la cartografía obtenida permite llegar a valores muy útiles para trabajos de ordenamiento territorial y de decisiones de forestales. **(Kutchartt, 2013 Pag. 23)**. Y el 60 % de la superficie correspondió a áreas no forestales, ya que abarcaron bosques, matorrales, zonas urbanas, ríos, zonas rocosas y terrenos agrícolas.

Estos son los resultados del uso actual del suelo en base a la metodología de categorías del terreno; pero en seguida teniendo en cuenta la intersección con las tres variables de Uso Actual, Pendiente y Elevación la superficie a forestar varió.

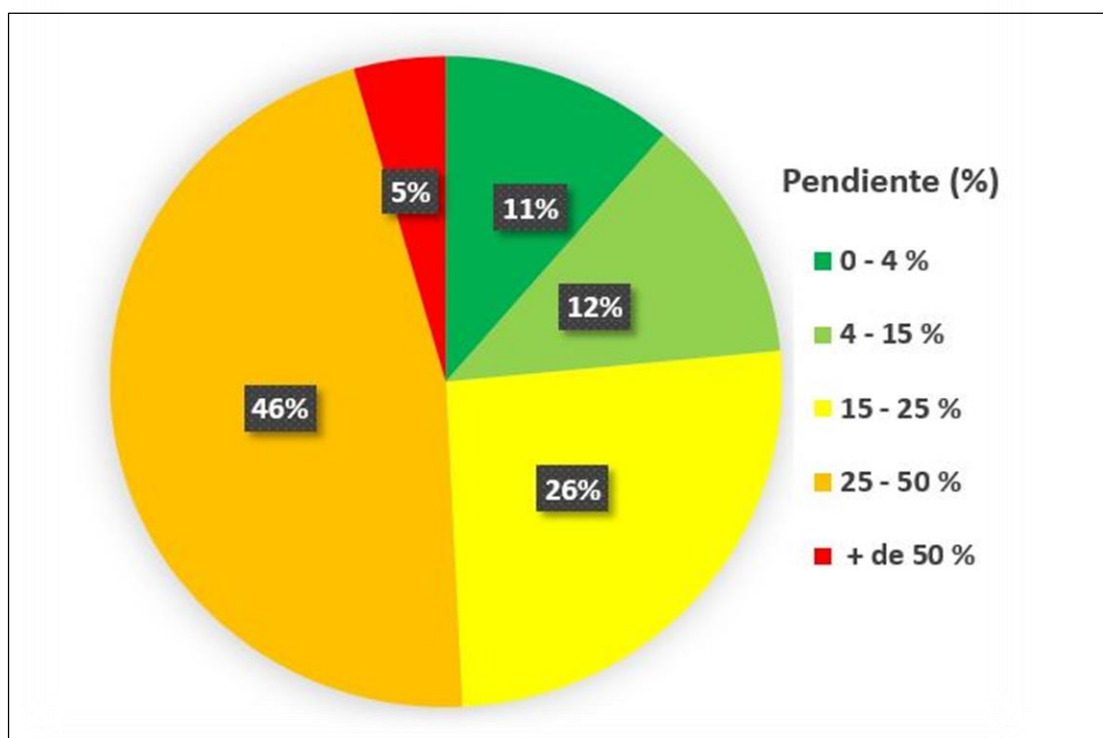
## 5.2. Áreas Potenciales que Requieran de Forestación, en base a la Capacidad de Uso Mayor del Terreno en el Anexo de Yavina Central.

Cuadro 10: Superficies del terreno según pendiente en el anexo de Yavina Central.

Capacidad de Uso Mayor del Terreno	Pendiente (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Tierras aptas para Cultivos en Limpio (A)	0 - 4	94.069	11
Tierras aptas para Cultivos Permanentes (C)	4 -15	102.156	12
Tierras aptas para Pastoreo (P)	15 - 25	215.01	26
Tierras aptas para Producción Forestal (F)	25 - 50	387.301	46
Tierras de Protección (X)	+ de 50	36.993	4
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>835.529</b>	<b>100%</b>

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N° 4: Distribución de áreas en porcentaje según pendiente (%).



Fuente: *Elaboración propia.*

Para esta variable de pendientes (Cuadro 10), se concentró 835.53 hectáreas de superficie total del área de estudio, las áreas menores de 0.05 hectáreas fueron eliminados para su cálculo correcto.

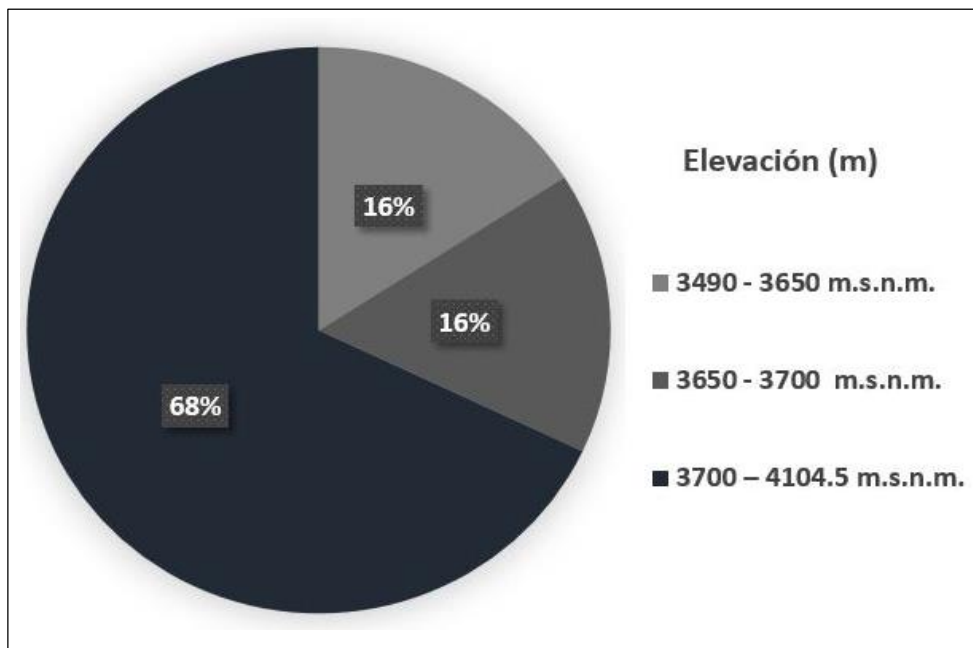
Las superficies del terreno se distribuyen mayormente en la capacidad de uso III (15 a 25%) y IV (25 a 50%), concentrándose el 72% de su superficie total, lo que indica que el Anexo de Yavina Central pertenece en su mayoría a tierras aptas para producción forestal y pastoreo; el resto de las tres capacidades de uso se distribuye en menores hectáreas. Por esta razón en este ámbito frecuentemente se producen pérdidas de agua y erosión del suelo por el excesivo escurrimiento superficial.

Cuadro 11: Superficies del terreno Según Elevación en el anexo de Yavina Central.

<b>zonas de vida</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>área (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Bosque húmedo	2400 - 3650 m	140.738	16
Bosque seco	3650 - 3700 m	142.534	16
Páramo	3700 - 4104.5 m	601.212	68
<b>Total</b>		<b>884.484</b>	<b>100%</b>

Fuente: *Elaboración propia.*

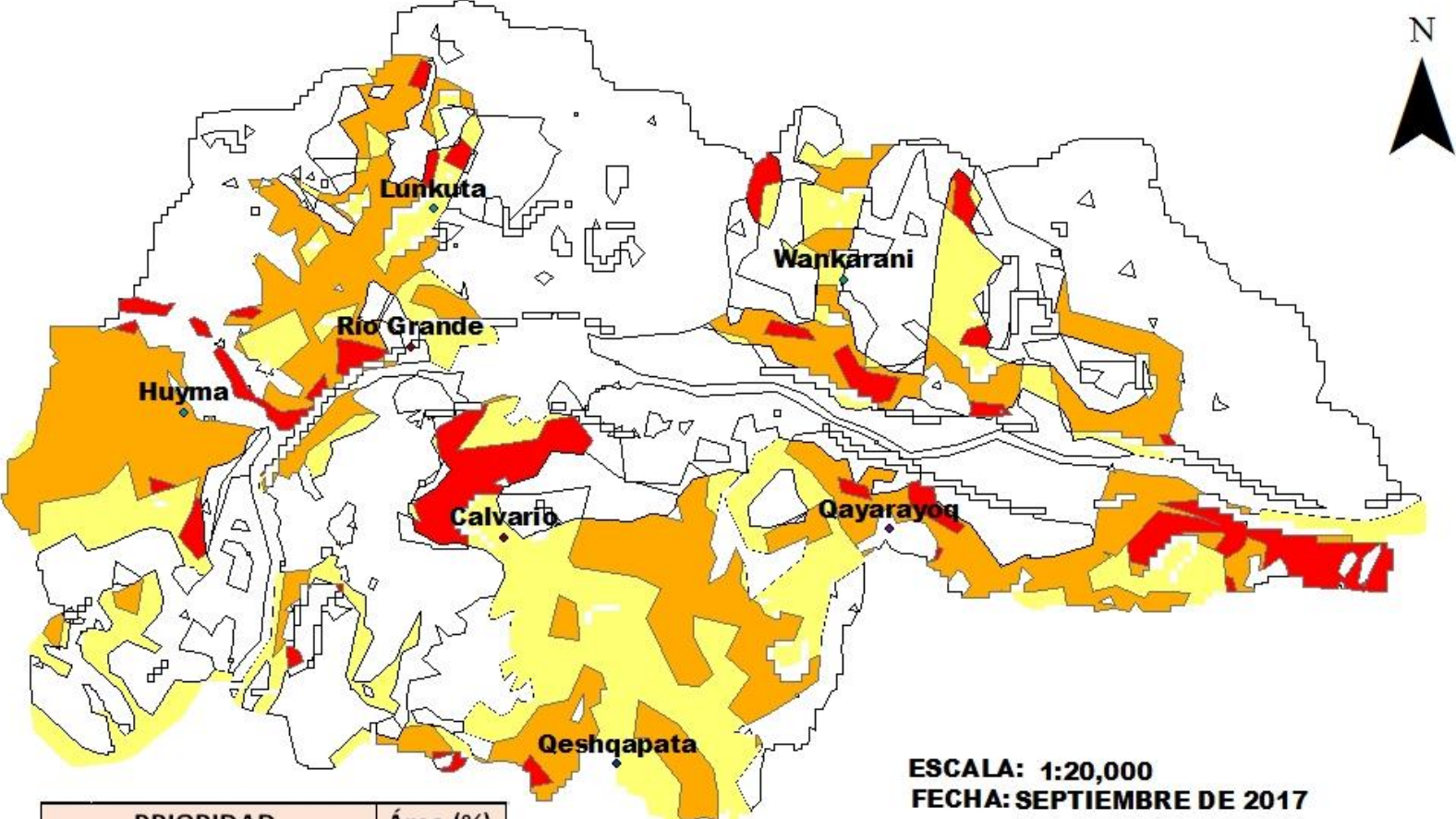
Figura N° 5: Distribución de áreas en porcentaje según elevación (m) del terreno en el anexo de Yavina Central.



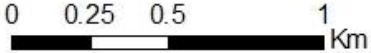
Fuente: **Elaboración propia.**

En la clasificación para la elevación se reconocieron 2 pisos altitudinales (montano y sub alpino) y 3 zonas de vida (bosque húmedo, bosque seco y páramo pluvial), ya que la elevación máxima fue de 4105.5 m y mínima de 3490 m (Mapa N° 4). La superficie se concentró mayoritariamente en el piso subalpino (páramo por encima de los 3700 m.) con 68%, mientras que la menor superficie se obtuvo en el bosque húmedo del piso montano, con 140.74 hectáreas (16 %), no habiendo diferencia con bosque seco que tiene 142.21 hectáreas (16%) (Cuadro 11). La altura y copa de los árboles del bosque con respecto a los pisos altitudinales disminuye coincidiendo así con el estudio realizado por **Cuttchart (2013)**, donde menciona que “Estas zonas se caracterizan por tener un dosel que normalmente no está cerrado y con una disminución en la altura de los árboles de acuerdo al piso altitudinal”.**Pág.24.**

Mapa N° 6: Áreas potenciales según el intercepto de Uso actual, Elevación y Pendiente en base al método de capacidad de uso mayor del terreno (CUMT).



PRIORIDAD	Área (%)
1 Erosividad Menor	16%
2 Erosividad Mediana	19%
3 Erosividad Mayor	5%
No Forestables	60%
Total	100%



Fuente: *Elaboración propia.*

Con la combinación de las de las tres capas las áreas potenciales para plantación forestal se distribuyeron mayormente en tres zonas del anexo de Yavina Central, ubicándose con mayor concentración de áreas potenciales en la ladera Oeste lugar Huyma, luego hacia el Este lugar Wankarani y finalmente hacia la zona de Calvario y Qayarayoq Norte del anexo de Yavina Central. Dichas áreas potenciales 1, 2 y 3 mayormente se distribuyeron en las zonas más elevadas.

De esta manera ha sido posible clasificar áreas potenciales en tres prioridades, así las áreas de prioridad 1 de color rojo, que reúne las condiciones de mayor Erosividad, las áreas de prioridad 2 de color naranja, con condiciones de Erosividad media y las áreas de prioridad 3 de color amarillo, presentan condiciones de menor Erosividad, pero con uso actual que dificulta su conversión. Los polígonos que resultan con superficies menores a 0.05 hectáreas son eliminados.

### **Cuantificación de áreas potenciales.**

Cuadro 12: Áreas potenciales a partir de la intersección, pero algunas áreas con uso actual dificultan su conversión de las prioridades.

<b>Prioridad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Total (ha)</b>
<b>N</b>	<b>Áreas no forestables</b>	258.81	<b>258.81</b>
<b>1</b>	<b>Erosividad Menor, Media y Mayor, pero con uso actual es terreno agrícola, por lo tanto dificulta su conversión.</b>	177.32	<b>237.53</b>
<b>2</b>		21.99	
<b>3</b>		38.22	
<b>1</b>	Erosividad Menor	135.50	<b>335.76</b>
<b>2</b>	Erosividad Media	160.94	
<b>3</b>	Erosividad Mayor	39.32	
<b>Total</b>			<b>832.10</b>

Fuente: **Elaboración propia.**

Se identificaron las áreas potenciales para plantación forestal con fines de protección del suelo por un total de 573.13 hectáreas, pero algunas superficies de condición 1, 2 y 3 se concentraron en terrenos agrícolas con pendientes de <25% y 25-50 % que dificulta su conversión y además con fines de no causar

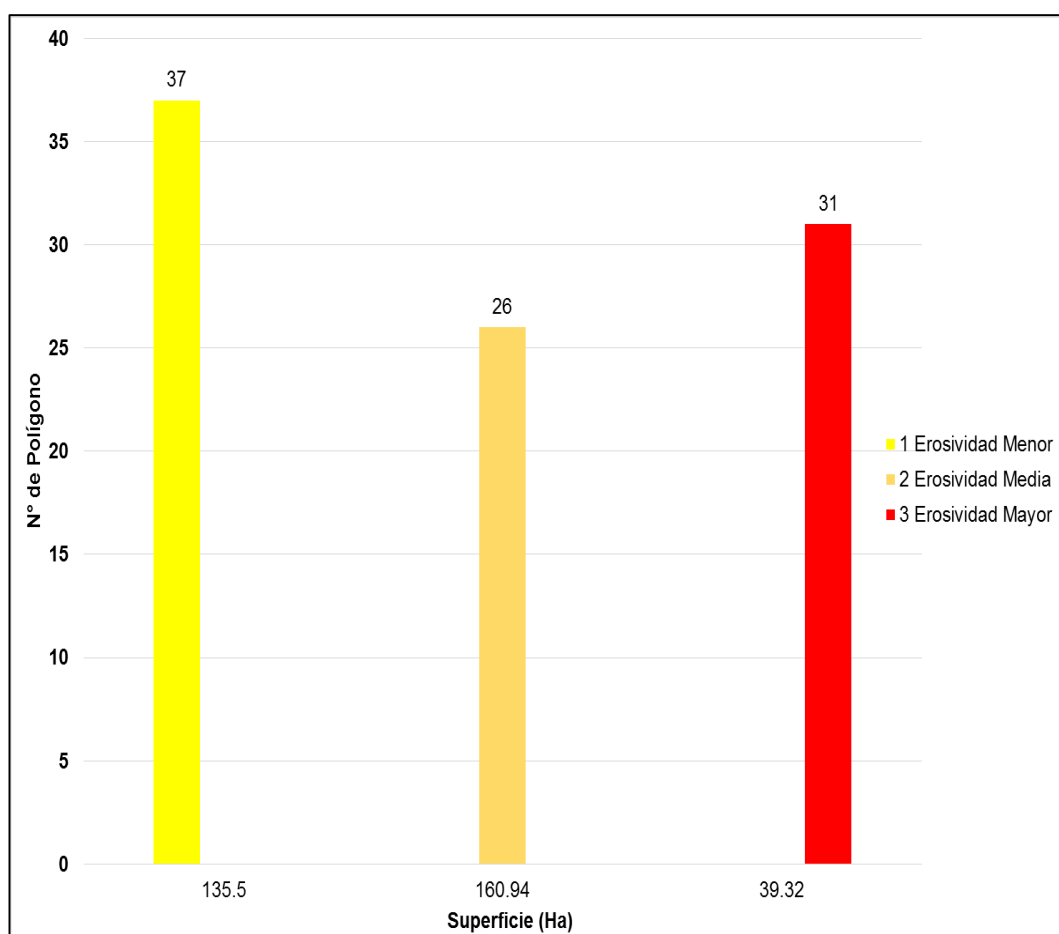
incomodidades con la población, por tal razón disminuirá el área a forestar (cuadro 12). Las otras 258.81 hectáreas restantes (Cuadro 12) no se consideraron como áreas potenciales, debido a su condición de uso actual de suelo y variables topográficas.

Cuadro 13. Áreas potenciales según su condición de uso actual y variables topográficas del suelo.

Descripción	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Polygonos (N°)	Porcentaje (%)
<b>Prioridad 1</b>	135.5	40	<b>37</b>	39
<b>Prioridad 2</b>	160.94	48	<b>26</b>	28
<b>Prioridad 3</b>	39.32	12	<b>31</b>	33
<b>total</b>	<b>335.76</b>	<b>100%</b>	<b>94</b>	<b>100%</b>

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura N° 6. Relación entre superficie de los polígonos y frecuencia del Anexo de Yavina Central.



Fuente: *Elaboración propia.*



La prioridad 2 de erosividad media obtuvo la mayor superficie de 160.94 hectáreas, con 26 polígonos (Cuadro 11), debido principalmente a la gran cantidad de praderas identificado en el catastro (Cuadro N° 9). La prioridad 1 arrojó los valores menores, con superficies de 135.50 ha, por la alta presencia de terreno eriazo. La prioridad 3, se identificó en los tres pisos altitudinales, mayormente en bosque pluvial y páramo pluvial con superficies de 39.32 hectáreas. Por lo tanto, del total de la superficie a reforestar, se consideró el 40% como terrenos potenciales para la plantación forestal.

Cuadro 14. Análisis estadístico de áreas potenciales de cada prioridad.

<b>Análisis estadístico</b>	<b>prioridad 1</b>	<b>Prioridad 2</b>	<b>Prioridad 3</b>	<b>Total</b>
Media	9.23	25.42	3.43	38.09
Error típico	4.58	19.94	1.61	26.13
Mediana	3.87	3.79	1.98	9.65
Desviación estándar	17.14	48.84	4.82	70.80
Rango	66.53	123.12	15.33	204.98
<b>Mínimo</b>	0.72	1.10	0.07	1.88
<b>Máximo</b>	67.25	124.21	15.40	206.86
<b>Suma</b>	<b>135.5</b>	<b>160.94</b>	<b>39.32</b>	<b>335.76</b>
Mayor (1)	67.25	124.21	15.40	206.86
Menor(1)	0.72	1.10	0.07	1.88
Nivel de confianza (95.0%)	9.90	51.25	3.71	64.85

Fuente: *Elaboración propia*

La superficie de cada polígono susceptible de ser forestada varía comúnmente entre 0.07 y 67.25 hectáreas, a excepción de un polígonos mayor en pradera con 124.21 hectáreas. Las áreas prioritarias (cuadro 13) consideran una superficie algo mayor a las 75 hectáreas propuestas por **Gutiérrez (2006)**. Esta diferencia está dada porque ambos trabajos consideran áreas de estudio diferente. **Pag. 108**

No se utilizaron criterios de variables climáticas ni edáficas para esta clasificación. Es decir, datos como temperaturas, precipitaciones, profundidad total de suelo, drenaje interno, entre otros factores, no fueron considerados en la clasificación de las áreas potenciales, ya que solamente se aplicó variables físicas del terreno como de uso actual, pendiente y elevación del terreno en

base a la metodología de capacidad de uso mayor del terreno, considerando así todas las combinaciones posibles para las áreas potenciales que deben ser forestados con fines de protección del suelo. Por ello, los resultados provienen de un análisis parcial de áreas potenciales, debido a que no se clasificó toda la superficie disponible para la plantación forestal como es el caso de categoría de terreno agrícola.

La ventaja de aplicar estas metodologías mencionadas se basa en el bajo costo, debido a que no implica gastos en salidas a terreno con mayor frecuencia, además considera sólo una parte del total de las áreas a forestar, por lo que los recursos irán destinados solamente a las áreas que requieran de una protección urgente del suelo.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

La cartografía del uso actual del anexo Yavina Central fueron útiles en la clasificación de las áreas potenciales para la plantación forestal, según categorías de terreno presenta áreas heterogéneas con distintos tipos de usos de suelos y relieves variados, lo cual requiere de una intervención rápida que pueda mitigar los daños causados principalmente por la acción antrópica y fenómenos naturales.

La combinación entre los criterios de uso actual de suelo, pendiente del terreno y elevación ha sido la clave para clasificar áreas potenciales de plantación forestal, obteniendo así una superficie de 335.76 hectáreas, lo cual representa el 40 % del total de área de estudio, siendo esta la superficie a forestar como áreas potenciales que requieren una protección del suelo. La mayor concentración fue en la zona de Calvario abarcando así hacia Qeshqapata y luego hasta Qayarayoq, seguido a la ladera Oeste lugar Huyma iniciando desde río grande, finalmente hacia la zona de Este comenzando desde Lunkuta y todo Wankarani Norte del anexo de Yavina Central. Estas serían las tres principales zonas a intervenir con la finalidad de protección y conservación de suelo e indirectamente mejorar sus condiciones hidrográficas.

## RECOMENDACIONES

Una forestación es una manera de contrarrestar estos daños, sin embargo es imprescindible considerar, antes de comenzar un proyecto de forestación, clasificar, identificar y cuantificar las áreas que presentan un mayor peligro respecto a la erosión y degradación del suelo.

Que la Municipalidad provincial de Chumbivilcas y la región de Cusco considere y priorice dentro del proyecto forestal y al plan de zonificación económica y ecológica.

A la comunidad campesina Urinsaya Yavina se recomienda forestar a los sitios que presentan una erosión del suelo con fines de recuperar y evitar la degradación del suelo, con las especies nativas como la kishwar, K'ururuma, Chachacoma, Tayanko, T'asta y Qeña.

También se recomienda continuar con estudios similares aplicados a otras realidades, utilizando las herramientas mencionadas y realizar mejores propuestas para áreas tan extensas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barahona C, J. F. (2006), "Caracterización Paisajística y Definición de Lineamientos de Manejo de Montaña Grande: Zona de Recarga de las Microcuencas de la Soledad, las Cañas y el Cobre, Valle de Ángeles y Santa Lucía". Tesis de Grado. Universidad Nacional de Agricultura - Honduras.
- Castillo, D. R. V. (2015), Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Chumbivilcas - Cusco.
- Fournier L, E. (1980), Fitogeográfico de Costa Rica. "Introducción a la Flora de Costa Rica. Montiel, San José, Universidad de Costa Rica". Costa Rica.
- Gutiérrez P. (2006), "Propuesta de reforestación en la serranía de Uchumachi (Nor Yungas) mediante el análisis del proceso de colonización en dos bosques secundarios". Tesis Ingeniero Ambiental. La Paz, Bolivia. Escuela Militar de Ingeniería MCAL. Antonio José de Sucre Bolivia. 108 p.
- García-Lino C, A (2006), Palabral-Aquilera. Aplicación de técnicas cartográficas y de teledetección en la investigación y conservación de los yungas bolivianos. *Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung*. 41: 49-58 p.
- Jácome M, J. N. y Jácome M. S. E. (2009), "Identificación de Áreas Potenciales Aptas para Repoblación Forestal en el Cantón Antonio Ante". Tesis de Grado. Universidad Técnica del Norte - Ecuador.
- Killeen T, T Siles, L Soria, L Correa. (2005), "Estratificación de vegetación y cambio de uso de suelo en Los Yungas y El Alto Beni de La Paz". *Ecología en Bolivia* 40(3): 32- 69. Bolivia
- Kutchartt R, E. H. (2013), "Clasificación de áreas potenciales para reforestación en la serranía del Uchumachi, Región Nor Yungas, departamento de La Paz, Bolivia" Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales. Bolivia.
- Muñoz F, J. H; Sáenz R. T; García S. J; Hernández M. E y Anguiano C. J. (2011), "Áreas Potenciales Para Establecer Plantaciones Forestales Comerciales de *Pinus pseudostrobus* lindl y *Pinus greggii* engelm. En

- Michoacán”. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Mena C. (2005), “Geomática para la ordenación del territorio”. Serie Textos Docentes. Editorial Universidad de Talca. Talca, Chile. 314 p. Chile.
- Mena C, Y Ormazábal. (2001), “Comparación del tratamiento visual versus el tratamiento digital de fotografías aéreas verticales en la elaboración de cartografía forestal”. Teledetección, medio ambiente y cambio global 233 – 236.
- Mejía C. A., Castillo U. A. y Gómez M. (2005), “Plan Estratégico para el Desarrollo de Plantaciones y Reforestación en el Trópico Seco de Nicaragua”. Ministerio Agropecuario y Forestal. Nicaragua.
- Navarro, RM; PEMÁN, J. (1997), “Apuntes de producción de planta forestal. Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba” Córdoba.
- Olivas G, U., Valdez L. J. R. Aldrete A., Manuel J. Gonzáles J. y Vera C. G. (2007), “Áreas con Aptitud para Establecer Plantaciones de Maguey Cenizo: Definición Mediante Análisis Multicriterio y SIG”. Tesis de Grado. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Pozo C, D. J. (2010), “Estudio de las Áreas Potenciales Para la Reforestación en la Hacienda el Prado Iasa Yangolquí”. Tesis de Grado. Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador.
- Pantoja C, L. M. y Vallejo A. E. Y. (2013), “Identificación de la Calidad de Sitio en una Plantación de Pinus radiata D. Don, en el Cantón Ibarra, Parroquia Angochagua, Sector Hacienda la Merced”. Tesis de Grado. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.
- Roldan M, X. (2014), “La Cartografía Como Una Base Estratégica Para el Aprovechamiento Ambiental y Sociocultural del Parque Metropolitano los Lagos de la Pradera, Municipio de dos Quebradas, Risaralda”. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.
- Sayan., H. G., Vasques Rosales, J., Caceres Romero, T. A., Tarco Sanchez, A., & Chipana Condori, H. (2009-2021), “EPlan estratégico del Sector Agrario . Direccion Regional de Agricultura Cusco, Gobierno Regional Cusco, Perú.

FAO.[http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/meetings\\_and\\_workshops/costarica2014/Clasificaci%C3%B3n\\_coberturas\\_vegetales.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/meetings_and_workshops/costarica2014/Clasificaci%C3%B3n_coberturas_vegetales.pdf);

Recuperado el 31 de Enero de 2017 cusco, Peru - 2014.

Gobierno Regional Cusco - Gerencia Regional de Planeamiento Presupuesto y Acondicionamiento Territorial – Sub Gerencia Regional, Proyecto “Fortalecimiento del Desarrollo de Capacidades de Ordenamiento Territorial en la Región Cusco - Perú”, 2010.

Plan Integral de Gestión Ambiental de la Provincia de Chumbivilcas Cusco – Perú 2015.

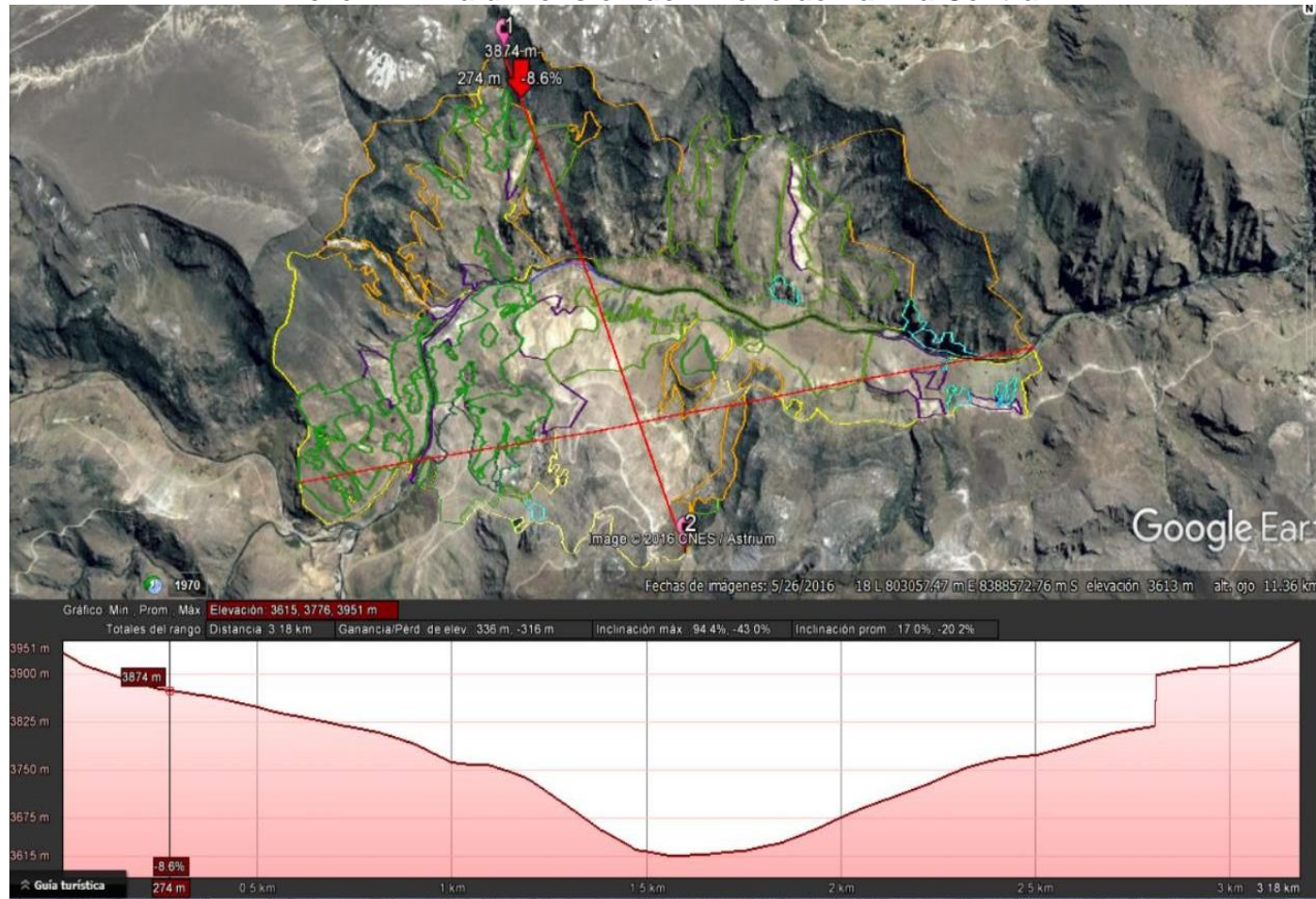
Perú. Decreto Supremo N° 014-2001-AG. La ley N°27308. Establece que las “Tierras se Clasifican Según su Capacidad de Uso Mayor de Acuerdo al Reglamento Aprobado por el decreto supremo refrendado por el Ministro de Agricultura – 2001.

<https://www.google.com/intl/es/earth/download/ge/agree.html>. 17, Diciembre 2016.

<http://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/archivos/descarga/18/30r.zip>.MED – Perú, 2016.

## ANEXOS.

### Anexo N° 1. La dimensión del Anexo de Yavina Central.

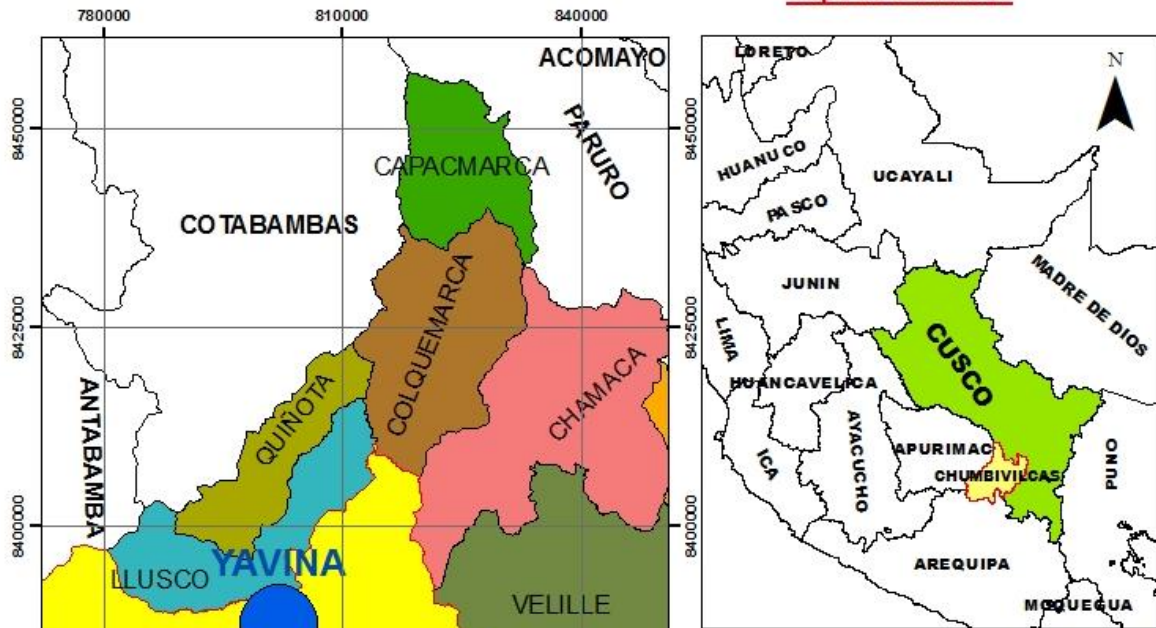


Ancho = 3.18 km Largo = 5.06 k

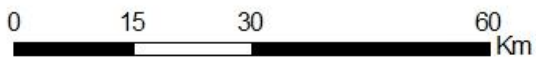
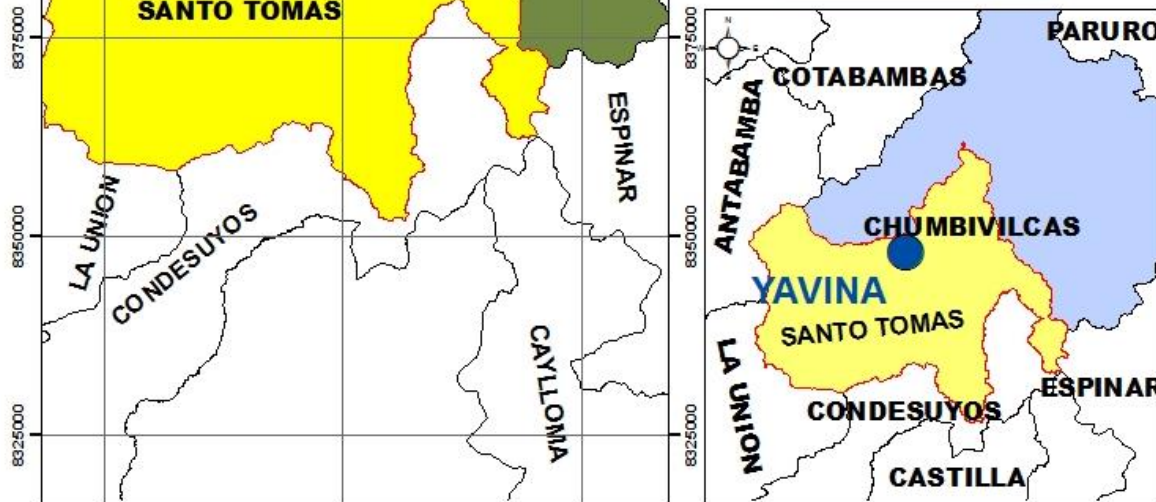


## Anexo N° 02. Mapa de Ubicación

**Mapa de Ubicación**



**Mapa de Localización**



**UNSAAC**  
**FCA**  
**ESCUELA PROFESIONAL**  
**DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

NOMBRE: Bach. JOSE CHACO ANCCASI

TESIS: CLASIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA LA PLANTACIÓN FORESTAL EN EL ANEXO DE YAVINA CENTRAL DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE URINSAYA YAVINA DISTRITO DE SANTO TOMÁS PROVINCIA DE CHUMBIVILCAS CUSCO - PERÚ

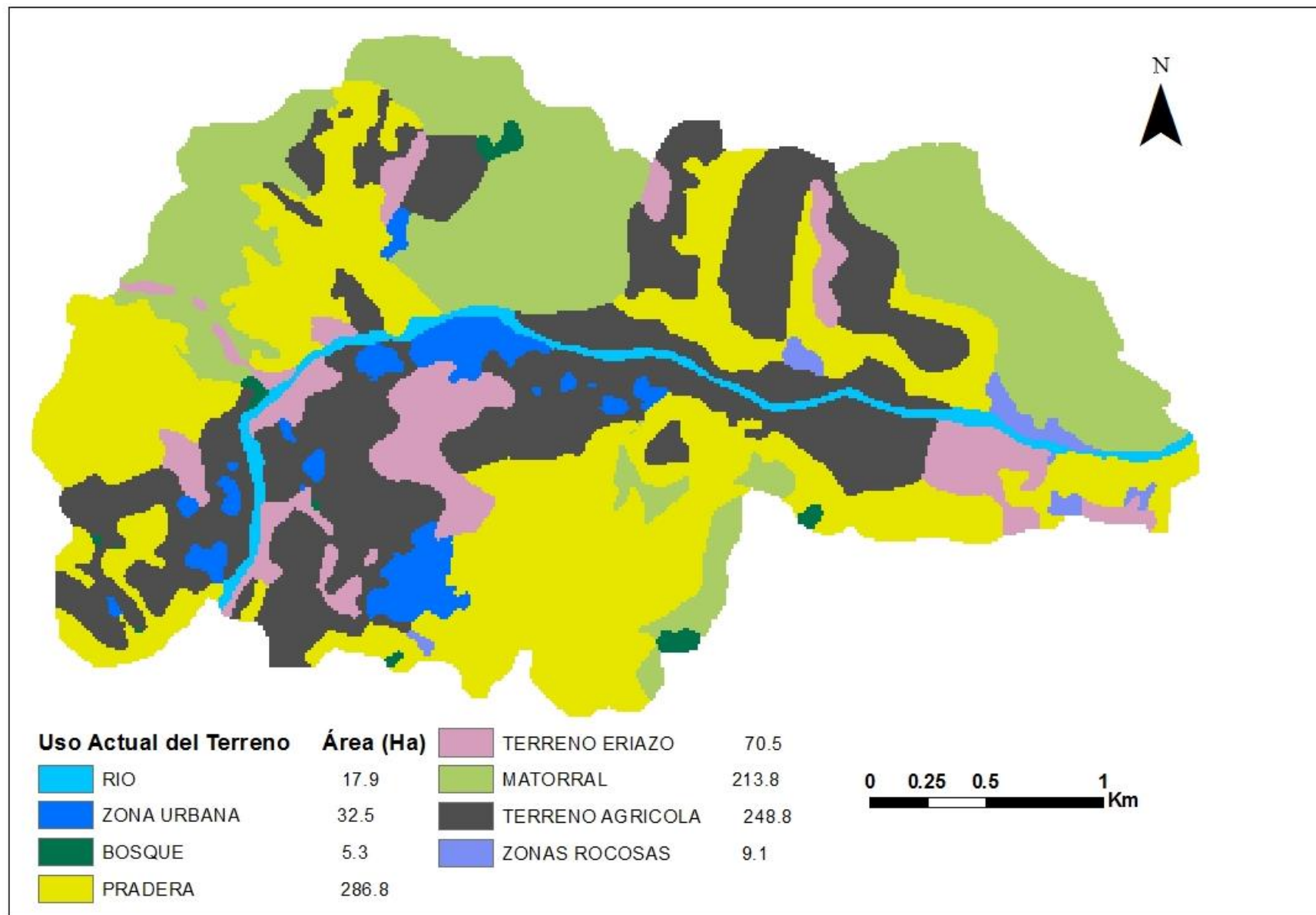
ESCALA: 1:10,000,000 | FECHA: AGOSTO DE 2017

Anexo N° 3. Claves Zonas de Vida.

N° CLAVE	FORMACION ECOLOGICA	PISO ALTITUDINAL	REGION LATITUDINAL
1	Desierto (*)	Basal, Premontano y Montano Bajo	Tropical, Subtropical y templado cálido
2	Matorral desértico	Basal, Premontano	Tropical, Subtropical y Montano Bajo
	Monte espinoso	Basal, Premontano	Templado cálido Tropical Subtropical.
3	Desierto y matorral desértico	Montano	Tropical, Subtropical y Templado cálido
4	Estepa espinosa	Montano Bajo	Tropical y Subtropical
5	Estepa	Montano	Tropical y Subtropical
6	Paramo húmedo paramo muy húmedo	Subalpino	Tropical y Subtropical pluvial
7	Tundra pluvial Tundra húmeda	Alpino Alpino	Tropical y Subtropical Subtropical y Templado cálido
8	Bosque muy seco Bosque seco Bosque seco	Basal Basal Premontano	Tropical Subtropical Tropical
9	Bosque seco	Montano Bajo	Tropical y Subtropical
10	Bosque húmedo	Montano	Tropical y Subtropical
11	Bosque húmedo Bosque seco	Premontano Basal	Tropical Tropical
12	Bosque húmedo	Montano Bajo	Tropical y Subtropical
13	Bosque muy húmedo	Montano	Tropical y Subtropical
14	Bosque muy húmedo Bosque muy húmedo Bosque húmedo	Montano Bajo Basal Basal	Tropical y Subtropical Subtropical Tropical
15	Bosque muy húmedo Bosque pluvial Bosque pluvial	Basal Basal Premontano	Tropical Subtropical Tropical

(\*) En los desiertos se incluye los que están en condición: desecado, árido superárido.

Anexo N° 4. Capa de uso actual del suelo en el Anexo de Yavina central.



Anexo N° 5. Claves, Para Determinar la clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. CLAVE

06

Paramo húmedo – subalpino subtropical, paramo pluvial – subalpino tropical subtropical, para muy húmedo - subalpino														
Grupos de capacidad de uso mayor	Pendiente %		Micro Reliev e (hasta hasta)	Factores edáficos clases permisibles										
	corto	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (aceptada)	Pedregos Superior (hasta)	Drenaje (aceptada)	pH (aceptada)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil, superior (hasta)	Frag. Rocos (hasta)	
<b>P</b>	<b>Pastos (zonas frías)</b>	0-4	0-2	3	15	todas	3	A,B,B,C ,D,E,F, G*	todos	moderada	2	2	3	3
		4-8	2-4	3	15	todas	3	A,B,B,C ,D,E,F, G*	todos	moderada	2	-	3	3
		8-25	4-15	3	20	todas	3	A,B,B,C ,D,E,F	todos	moderada	2	-	3	3
		25-50	15-25	2	30	MG, M, MF	3	A,B,B,C ,D	todos	moderada	2	-	3	3
			25-50	1	40	MG, M, MF	2	A,B,B,C ,D	todos	ligera	2	-	3	3
<b>x</b>	<b>protección</b>	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

**CLAVE 07**

Tundra pluvial – alpino tropical, tundra pluvial-alpino subtropical, tundra muy muy húmedo – subalpino subtropical														
Tundra húmeda-alpino subtropical, tundra húmeda-alpino templado cálido-matorral desértico-subalpino subtropical														
Grupos de capacidad de uso mayor	Pendiente %		Micro-Relieve (hasta)	Factores edáficos clases permisibles										
	corto	larga		Prof. (cm) mínima	Textura (aceptada)	Pedregoso. Superior (hasta)	Drenaje (aceptada)	pH (aceptada)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil, superior (hasta)	Frag. Rocas (hasta)	
<b>P</b>	<b>Pastos (zonas frías)</b>	0-4	0-2	3	15	todas	3	A,B,B, C,D,E,	todos	Moderada	2	2	3	3
		4-8	2-4	3	15	MG, M, MF	3	A,B,B, C,D,E, F,G*	todos	ligera	2	-	3	3
		8-25	4-15	3	20	MG, M, MF	3	A,B,B, C,D,E, F	todos	ligera	2	-	3	3
<b>x</b>	<b>protección</b>	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

**CLAVE 08**

-Bosque muy Seco-tropical - Bosque seco - Premontano tropical -Bosque Seco - Sub Tropical														
Grupos de capacidad de uso mayor	de	Pendiente %		Micro - Relieve (hasta)	Factores edáficos clases permisibles									
		Corto	larga		Prof. (cm) mínima	Textura (aceptada)	Pedregos . Superiores (hasta)	Drenaje (aceptada)	pH (aceptada)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil, superior (hasta)	Frag. Rocosos (hasta)
<b>A</b>	<b>Cultivo limpio (riego)</b>	0-4	0-2	3	30	todas	1	A,B,C,D ,E,F*	4,5+7.0	moderada	1	2	3	1
		4-8	2-4	2	30	G, MG, M, MF	1	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	ligera	1	-	3	1
		8-25	4-15	1	45	MG, M, MF	1	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	ligera	1	-	3	1
<b>C</b>	<b>Cultivo permanente (riego)</b>	0-4	0-2	2	45	Todas	2	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	moderada	1	1	3	2
		4-8	2-4	2	60	Todas	2	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	ligera	1	-	3	2

		8-25	4-15	1	100	MG, M, MF	2	A,B,,C, D	4,5+7.0	ligera	1	-	3	2
<b>P</b>	<b>pastos (temporales)</b>	0-8	0-4	3	15	Todas	3	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	Moderada	2	2	3	3
		8-25	4-15	3	30	todas	3	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	Ligera	2	-	3	3
		25- 50	15-25	3	45	G, MG, M, MF	3	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	ligera	2	-	3	3
			25-50	2	60	G, MG, M	2	A,B,C,D	4,5+7.0		2	-	3	3
<b>x</b>	<b>protección</b>	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

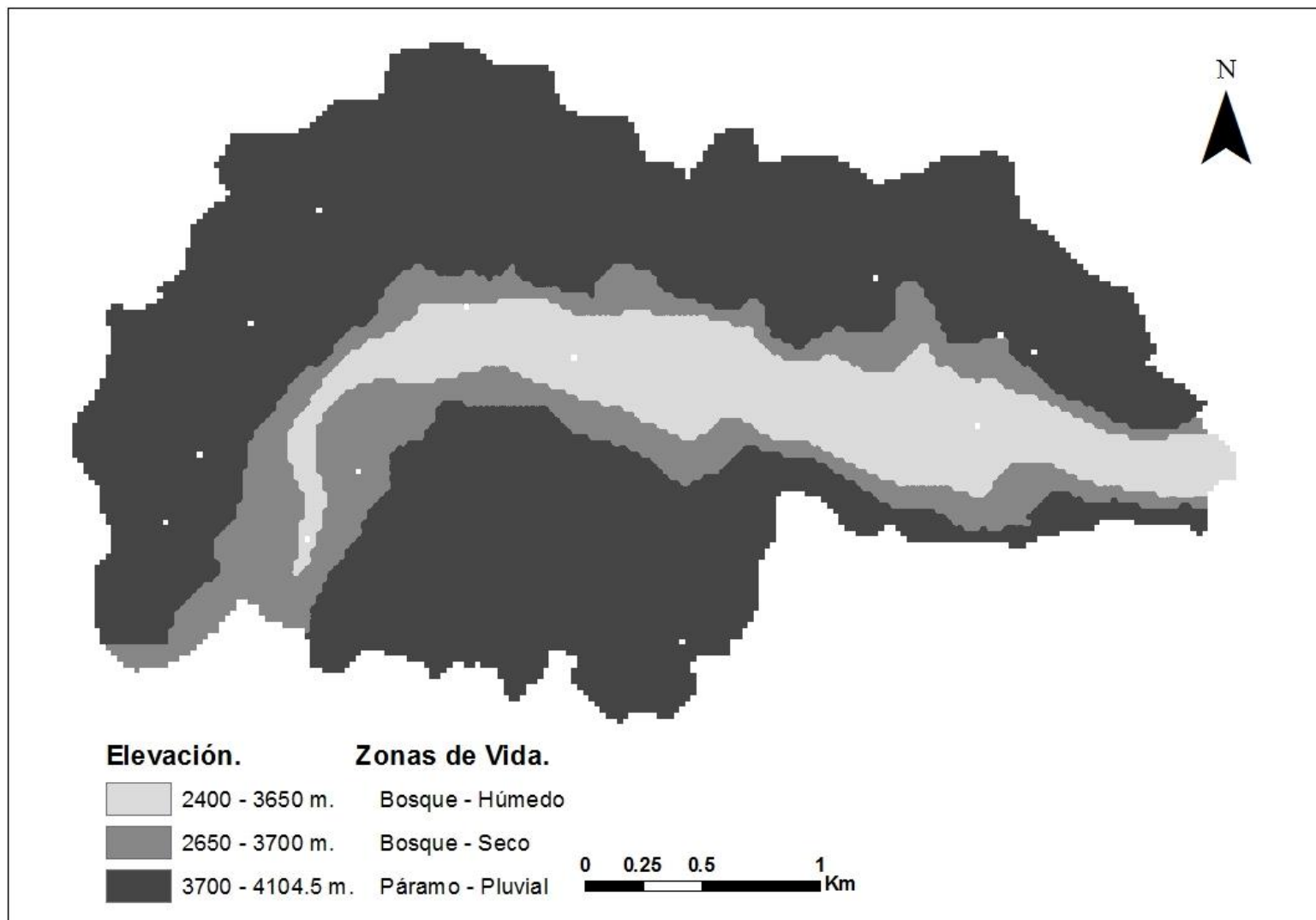
**CLAVE 09**

<b>-Bosque seco-Montano bajo tropical – Bosque seco- Montano Bajo Subtropical</b>														
Grupos de capacidad de uso mayor	Pendiente %		Micro Relieve (hasta)	Factores edáficos clases permisibles										
	corto	larga		Prof. (cm) mínima	Textura (aceptada)	Pedregos . Superior (hasta)	Drenaje (aceptada)	pH (aceptada)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil, superior a.	Frag. Rocas a.	
<b>A</b>	<b>Cultivo limpio (riego)</b>	0-4	0-2	3	30	todas	1	A,B,C,D ,E,F*	4,5+7.0	Moderada	1	2	3	1
		4-8	2-4	2	45	G, MG, M, MF	1	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	ligera	1	-	3	1
		8-25	4-15	1	60	MG, M, MF	1	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	ligera	1	-	3	1
			15-25	1	100	MG, M, MF	1	A,B,C,D	4,5+7.0	ligera	1	-	3	1
<b>C</b>	<b>Cultivo permanente (riego)</b>	0-4	0-2	2	45	Todas	2	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	moderada	1	1	3	2
		4-8	2-4	2	60	Todas	2	A,B,C,D ,E	4,5+7.0	ligera	1	-	3	2
		8-25	4-15	1	100	MG, M, MF	2	A,B,,C, D	4,5+7.0	ligera	1	-	3	2

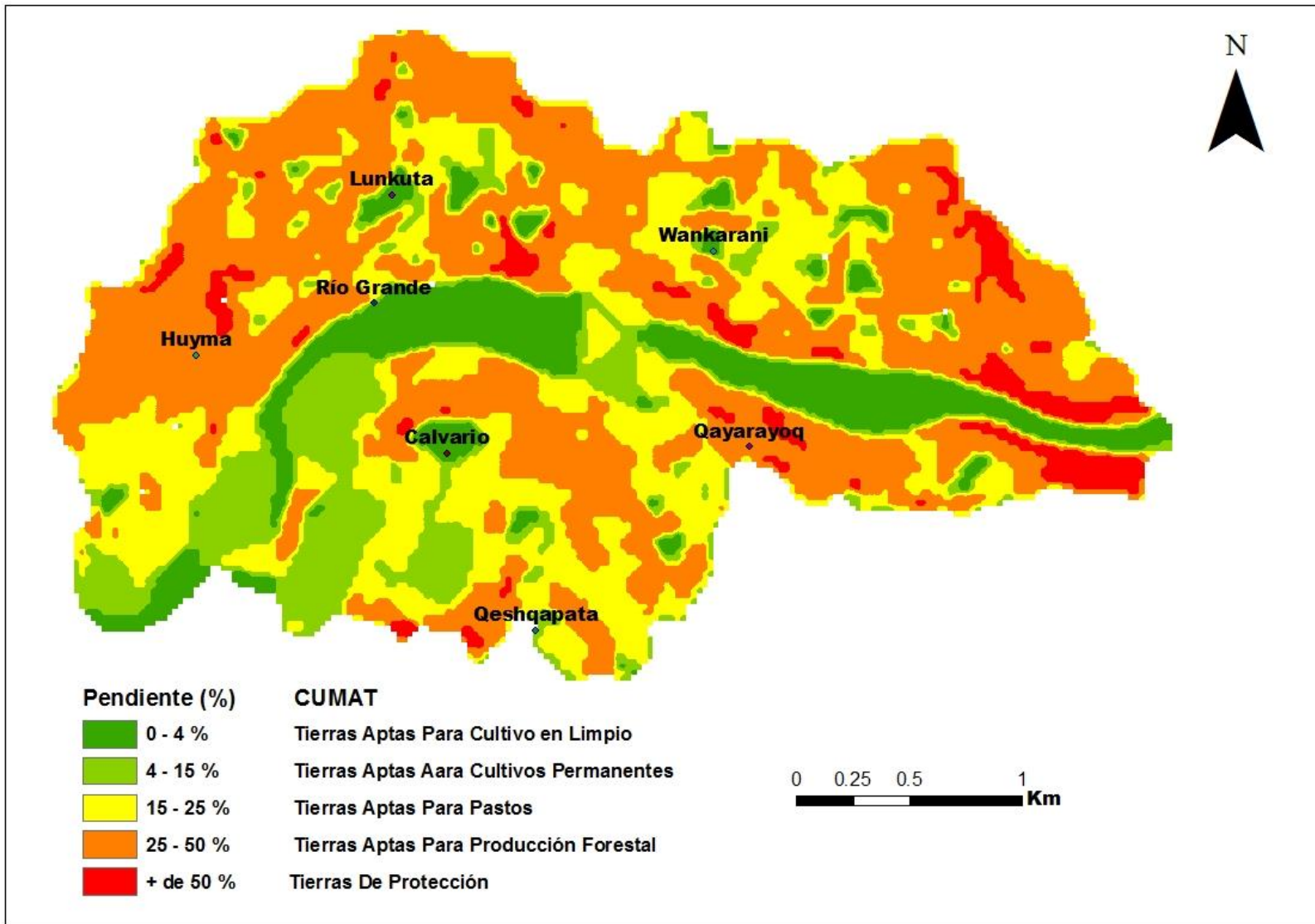


			15-25	1	100	MG, M, MF	2	A,B,,C,D	4,5+7.0	ligera	2	-	3	2
<b>P</b>	<b>pastos (temporales)</b>	0-8	0-4	3	15	Todas	3	A,B,C,D, E	4,5+7.0	Moderada	2	2	3	3
		8-25	4-15	3	30	todas	3	A,B,C,D, E	4,5+7.0	Ligera	2	-	3	3
		25-50	15-25	3	45	G, MG, M, MF	3	A,B,C,D, E	4,5+7.0	ligera	2	-	3	3
			25-50	2	60	G, MG, M	2	A,B,C,D	4,5+7.0	Ligera	2	-	3	3
<b>F</b>	<b>Producción forestal</b>	0-8	0-4	4	30	todas	3	A,B,C,D, E	todas	severa	2	3	3	3
		8-25	4-25	4	45	todas	3	A,B,C,D, E	todas	severa	2	-	3	3
		25-75	25-75	3	60	todas	3	A,B,C,D	todas	Moderada	2	-	3	3
<b>x</b>	<b>protección</b>	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

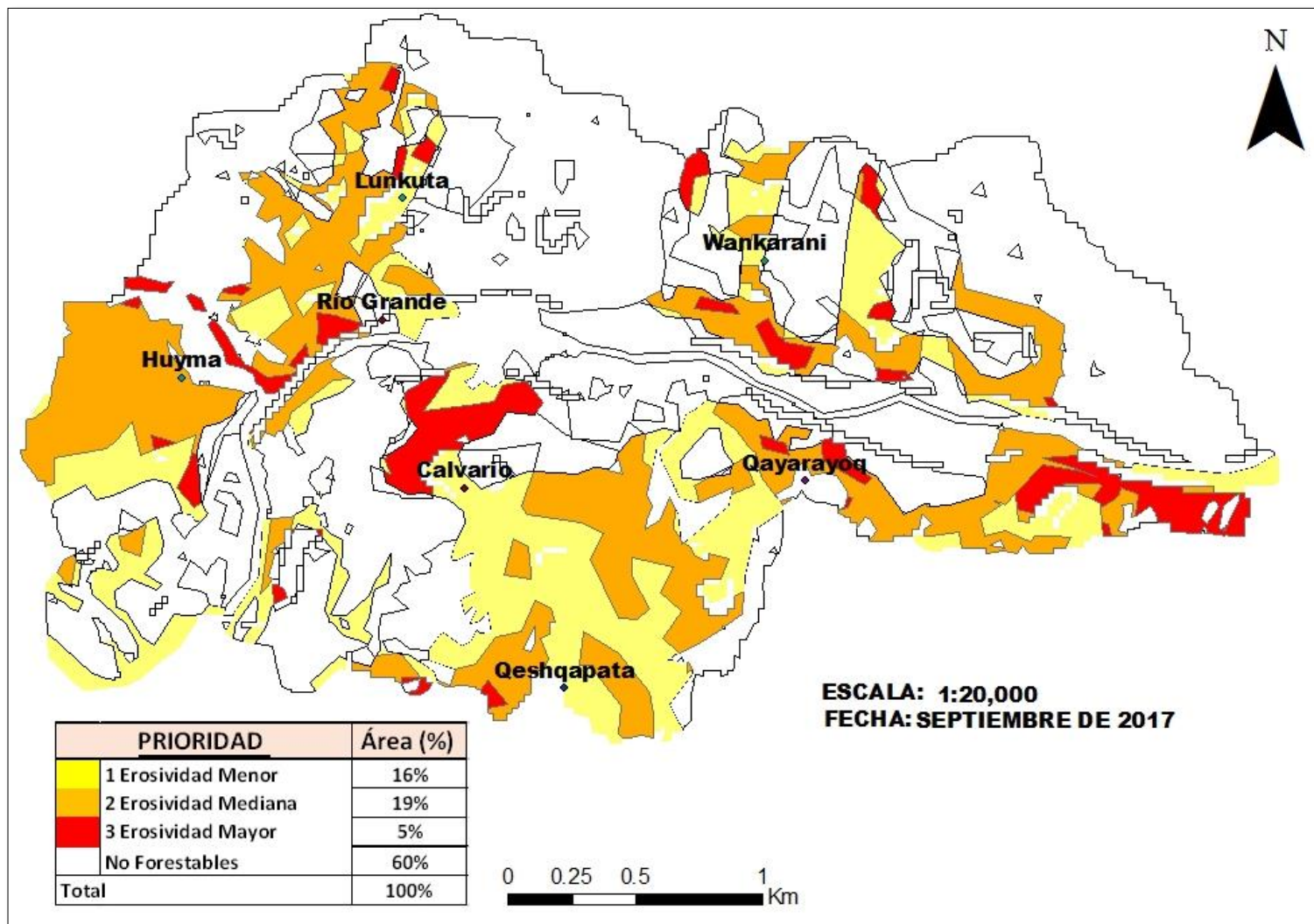
Anexo N° 6. Mapa de elevación del Anexo de Yavina Central.



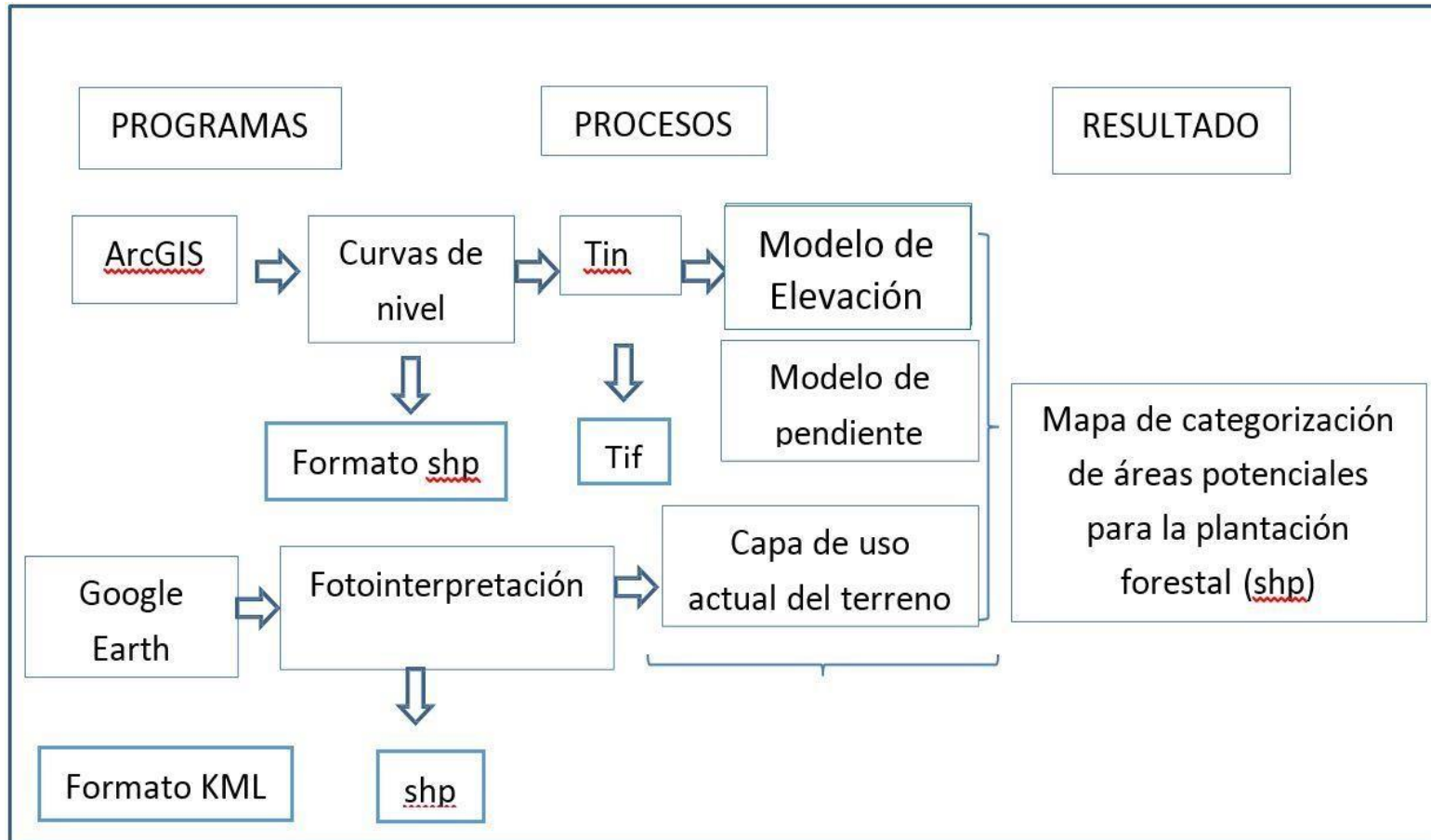
Anexo N° 7. Mapa de pendiente del Anexo de Yavina Central.



Anexo N° 08. Mapa con la clasificación de áreas potenciales para la plantación forestal según su grado de Erosividad.



Anexo N° 09. Diagrama de flujo para la categorización de áreas potenciales para la plantación forestal.



## GLOSARIO.

**Altitud:** Distancia vertical de un Punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar.

**ArcGIS:** es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo.

**Catastro:** es el término técnico para registros que muestran la extensión, el valor y la propiedad (u otro fundamento del uso o de la ocupación) de la tierra. Normalmente un catastro moderno consiste en una serie de mapas o planos a escala grande con sus correspondientes registros.

**Cartografía:** La Cartografía, de los términos griegos khartes (mapa) y graphein (escribir), es el estudio y la práctica de la elaboración de mapas. La International Cartographic Association (Asociación Cartográfica Internacional) define a la Cartografía como el arte, la ciencia y la tecnología de la elaboración de mapas y el estudio de estos como documentos científicos y obras de arte.

**Categoría de Terrenos:** Los edificios, las casas y las parcelas o terrenos son inmuebles. Este tipo de bienes forman parte de lo que se conoce como bienes raíces, ya que están íntimamente vinculados al suelo.

**CUMT:** La capacidad de uso de los suelos se define como el potencial que tiene una unidad específica de suelo para ser utilizada en forma sostenida sin afectar su capacidad productiva. La capacidad de uso indica el uso mayor ó la intensidad con que se puede utilizar el suelo.

**Fotointerpretación:** En la Fotointerpretación es una ciencia o técnica que tiene como objetivo estudiar o analizar la información extraída mediante la descripción de un diseño con aplicaciones visuales y digitales de percepción remota. De esta manera, se puede observar en una fotografía aérea todos los

elementos que se encuentre presente como, la Vegetación, Drenaje, Topografía, Subsistema Construido entre otros.

**Kml:** Es un formato de archivo que se utiliza para mostrar datos geográficos en un navegador terrestre, como Google Earth, Google Maps y Google Maps para móviles. KML utiliza una estructura basada en etiquetas con atributos y elementos anidados y está basado en el estándar XML.

**MDE:** Es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo.

**MDT:** Uno de los elementos básicos de cualquier representación digital de la superficie terrestre son los Modelos Digitales de Terreno (MDT). Constituyen la base para un gran número de aplicaciones en ciencias de la Tierra, ambientales e ingenierías de diverso tipo. Se denomina MDT al conjunto de capas (generalmente raster) que representan distintas características de la superficie terrestre derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina Modelo Digital de Elevaciones (MDE).

**Latitud:** Distancia angular que hay desde un punto de la superficie de la Tierra hasta el paralelo del ecuador; se mide en grados, minutos y segundos sobre los meridianos. "Ecuador está localizado entre las latitudes 1° 27' 06" N y 5° 00' 56" S"

**GIS:** Un sistema de información geográfica (también conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés) es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz.

**GPS: Sistema** de posicionamiento Global. Sistema americano de navegación y localización mediante satélites.

**Google Earth:** Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

**Teleducación:** La teledetección o detección remota es la adquisición de información a pequeña o gran escala de un objeto o fenómeno, ya sea usando instrumentos de grabación o instrumentos de escaneo en tiempo real inalámbricos o que no están en contacto directo con el objeto (como por ejemplo aviones, satélites, astronave, boyas o barcos). Por ejemplo, la observación terrestre o los satélites meteorológicos, las boyas oceánicas y atmosféricas, las imágenes por resonancia magnética (MRI en inglés), la tomografía por emisión de positrones (PET en inglés), los rayos-X y las sondas espaciales son todos ejemplos de teledetección. Actualmente, el término se refiere de manera general al uso de tecnologías de sensores para adquisición de imágenes.

**Shp:** Es un formato de archivo informático propietario de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI, quien crea y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica como Arc/Info o ArcGIS.