



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DELIMITACIÓN DE ZONAS DE CANGAHUA CON SEQUÍA EN LOS CANTONES  
PUJILÍ Y LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI PARA LA  
CUANTIFICACIÓN DE AFECTADOS Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE  
SUELOS EN EL PERIODO 2019 - 2020”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero/a en Medio Ambiente.

**Autores:**

Lagua Lagua Nelly Margarita  
Sangucho Salazar Jorge Aníbal

**Tutor:**

Ing. Ortiz Bustamante Vladimir Marconi MSc.

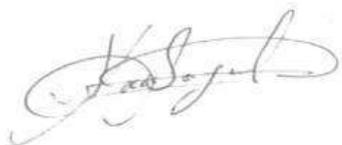
**Latacunga - Ecuador**

**Septiembre-2020**

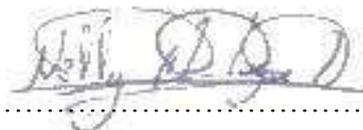
## DECLARACION DE AUTORÍA

Nosotros Sangucho Salazar Jorge Aníbal con C.C. 0503471716 y Laguna Laguna Nelly Margarita con C.C. 1804572368 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“Delimitación de zonas de cangahua con sequía en los cantones Pujilí y Latacunga de la Provincia de Cotopaxi para la cuantificación de afectados y propuesta de recuperación de suelos en el periodo 2019 - 2020”** siendo el Ing. Vladimir M. Ortiz Bustamante., tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



.....  
Sangucho Salazar Jorge Aníbal  
C.I.: 0503447171-6



.....  
Lagua Laguna Nelly Margarita  
C.I.: 180457236-8



.....  
Ing. Vladimir M. Ortiz Bustamante  
CI: 0502188451

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SANGUCHO SALAZAR JORGE ANÍBAL**, identificado con C.C. N° **050347171-6**, de estado civil **Casado** y con domicilio en el Barrio Bellavista, Parroquia San Buenaventura, cantón Latacunga y **LAGUA LAGUA NELLY MARGARITA**, identificada con C.C. N° **180457236-8**, de estado civil **Soltero** y con domicilio en el Barrio Santa Fe 4 esquinas, Parroquia Atahualpa cantón Ambato, a quienes en lo sucesivo se denominarán **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LOS CEDENTE** , son personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial académico.-**

Fecha de inicio: septiembre 2015- febrero 2016

Fecha de finalización: mayo 2020- septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

**Tutor.-** Ing. Vladimir M. Ortiz Bustamante.

Tema: “DELIMITACIÓN DE ZONAS DE CANGAHUA CON SEQUÍA EN LOS CANTONES PUJILÍ Y LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI PARA LA CUANTIFICACIÓN DE AFECTADOS Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS EN EL PERIODO 2019 - 2020”

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA**, es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autorizan a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfieren definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrán utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LOS CEDENTES** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de septiembre del 2020.

.....  
Sangucho Salazar Jorge  
Aníbal CI: 050347171-6  
**EL CEDENTE**

.....  
Lagua Lagua Nelly  
Margarita CI: 180457236-8  
**EL CEDENTE**

.....  
**Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez**  
**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DELIMITACIÓN DE ZONAS DE CANGAHUA CON SEQUÍA EN LOS CANTONES PUJILÍ Y LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI PARA LA CUANTIFICACIÓN DE AFECTADOS Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS EN EL PERIODO 2019 - 2020”** de Sangucho Salazar Jorge Aníbal y Laguna Laguna Nelly Margarita, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuesta en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de septiembre 2020



**TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** Ing. Vladimir M. Ortiz Bustamante  
**MSc. CI: 0502188451**

## AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigaciones con el título:

**“DELIMITACIÓN DE ZONAS DE CANGAHUA CON SEQUÍA EN LOS CANTONES PUJILÍ Y LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI PARA LA CUANTIFICACIÓN DE AFECTADOS Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS EN EL PERIODO 2019 - 2020”** de Sangucho Salazar Jorge Aníbal y Laguna Nelly Margarita, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuesta en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de septiembre 2020



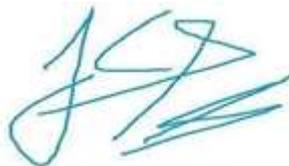
---

**Lector 1 (Presidente)**  
**Nombre:** PhD. Mercy Ilbay  
**CC:** 060414790-0



---

**Lector 2**  
**Nombre:** Ing. Vinicio Mogro Mgs  
**CC:** 050165751-4



---

**Lector 3**  
**Nombre:** Ing. José Agreda Mgs  
**CC:** 040133210-1

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos primero a Dios por la vida, por darnos la suficiente sabiduría y madurez para llegar hasta el final de nuestras metas, nuestros queridos padres, por confiar en nosotros y por enseñarnos que con esfuerzo y constancia se logra nuestras metas.

Nuestros más sinceros agradecimientos al Personal Docente y Administrativo, de La Universidad Técnica de Cotopaxi, a todos nuestros maestros, por su apoyo incondicional en el transcurso de nuestra vida estudiantil, que nos ha permitido convertirnos en profesionales de éxito.

Un reconocimiento especial al Ing. Vladimir Ortiz Bustamante, Tutor de Tesis, por la orientación y conocimientos brindados capacidad intelectual y profesionalismo demostrado con sus acertados criterios técnicos encaminados en pro del medio ambiente.

Jorge Aníbal Sangucho Salazar  
Nelly Margarita Laguna Laguna

## **DEDICATORIA**

De manera muy especial, dedicado a mis padres, pilares fundamentales en mi vidas; quienes, con su apoyo incondicional, sabios consejos y sacrificios, en todos estos años de estudios, nos incentivaron a que se haga realidad uno de nuestros grandes anhelos, el de continuar nuestra formación académica y culminar con éxito los estudios superiores.

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a los docentes y en especial a mi Tutor Ing. Vladimir Ortiz Bustamante que gracias a sus conocimientos y ayuda pudimos concluir con éxitos nuestro Proyecto de Investigación.

Jorge Aníbal Sangucho Salazar  
Nelly Margarita Laguna Laguna

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO:** “DELIMITACIÓN DE ZONAS DE CANGAHUA CON SEQUÍA EN LOS CANTONES PUJILÍ Y LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI PARA LA CUANTIFICACIÓN DE AFECTADOS Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS EN EL PERIODO 2019 - 2020”

**Autores:** Sangucho Salazar Jorge Anibal

Lagua Laguna Nelly Margarita

### RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como finalidad delimitar las zonas de cangahua con sequía en los cantones Pujilí y Latacunga de la provincia de Cotopaxi, para la cuantificación de afectados y generar una propuesta de recuperación de suelos durante el periodo 2019 – 2020. Por ello se estableció la línea base en las parroquias La Victoria, Alpamalag, Eloy Alfaro, 11 de Noviembre y Poalo, donde se determinó la susceptibilidad a erosión y suelos de cangahua con sequía gracias a la superposición de la cartografía de pendiente, precipitación, y cobertura vegetal, relacionándose la cuantificación de la pérdida de productividad de los suelos divididos en el área de estudio por parroquias. La ponderación de los factores mencionados se obtuvo mediante la elaboración de diferentes mapas temáticos específicos obtenidos en el software ArcGIS 10.5 guiándose en varias metodologías de superposición de cartografía como (ICONA; ALBALADEJO; CORINE; PAP/RAC), valiéndose de un análisis multicriterio en temas de SIG con una ponderación a cada factor valorado de 1 a 5. Dando como resultado 2 niveles diferentes de amenaza en las 5 parroquias de estudio que son: muy bajo o nulo y bajo que representa el 64.33%, 48.45% respectivamente, además fue posible estipular que el área a recuperar es 281.92 (ha) dentro de las 5 parroquias, con un total de 112 afectados, siendo la parroquia La Victoria la de mayor porcentaje a recuperar con el 22.51%. En tal virtud la propuesta de recuperación de suelos se basa en la roturación mecánica de suelos de cangahua, con la integración de materia orgánica que aportan en estructura (Alfalfa, Vicia, Cebada), adicionalmente una propuesta de hidrorretención en las áreas erosionadas, desertificadas y suelos de cangahua esperando la disminución en los impactos socioeconómicos y ambientales que se puedan generar a la población cercana.

**Palabras claves:** ArcGIS, Cangahua, Erosión, SIG, Recuperación, Suelos.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY

**TOPIC:** "DELIMITATION OF CANGAHUA ZONES WITH DROUGHT IN THE CANTONS OF PUJILÍ AND LATACUNGA IN THE PROVINCE OF COTOPAXI FOR THE QUANTIFICATION OF AFFECTED PEOPLE AND PROPOSAL OF SOIL RECOVERY IN THE PERIOD 2019 – 2020"

### ABSTRACT

This research aimed to delimit the cangahua areas with drought in Pujilí and Latacunga cantons at Cotopaxi province to determine the quantification of affected and thus generate a proposal for soil recovery during the 2019-2020 period. So, the baseline was established in La Victoria, Alpamalag, Eloy Alfaro, November 11, and Poalo parishes, where the susceptibility to erosion and soils of cangahua with drought was determined thanks to the superposition of slope cartography, precipitation, climate, use, and vegetation cover, relating the quantification of the loss of productivity of the soils divided in the study area by parishes. The weighting of the factors was obtained by preparing different specific thematic maps obtained in the ArcGIS 10.5 software, guided by various cartography overlay methodologies such as (ICONA; ALBALADEJO; CORINE; PAP / RAC), using a multi-criteria analysis on topics of GIS with a weighting to each factor valued from 1 to 5. Resulting in 2 different levels of menace: very low or null and low representing 64.33%, 48.45% respectively; it was also possible to stipulate that the area to be recovered is 281.92 (ha) within the 5 parishes, with a total of 112 affected, where La Victoria parish is the one with the highest percentage to recover with 22.51%. Therefore, the soil recovery proposal is based on the mechanical clearing of cangahua soils, with the integration of organic matter that contributes to structure (Alfalfa, "Vicia," Barley). Additionally, a hydrotention proposal in the eroded, desertified, and Cangahua soils decreases the socio-economic and environmental impacts that may be generated to the nearby population.

Keywords: ArcGIS, Cangahua, Erosion, Thematic Map, Recovery.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACION DE AUTORÍA.....	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION .....	VI
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION .....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
DEDICATORIA .....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	1
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4.1. Beneficiarios directos.....	3
4.2. Beneficiarios indirectos .....	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo general .....	5
6.2. Objetivos específicos .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Las Cangahuas .....	7
8.1.1. Origen y características.....	7
8.2. Características de las unidades.....	8
8.2.1. Unidad C.....	8
8.2.2. Unidad C3.....	9

<b>8.2.3. Unidad C4.....</b>	<b>9</b>
<b>8.3. Características Físico – Químicas de la cangahua.....</b>	<b>10</b>
<b>8.3.1. Características Físicas.....</b>	<b>10</b>
8.3.1.1. Densidad Aparente.....	10
8.3.1.2. Granulometría.....	11
<b>8.3.2. Características Químicas.....</b>	<b>12</b>
<b>8.4. Distribución en Ecuador.....</b>	<b>12</b>
<b>8.4.1. La cangahua en el Ecuador.....</b>	<b>13</b>
<b>8.4.2. Fertilidad de las cangahuas.....</b>	<b>14</b>
<b>8.5. Recuperación de suelos.....</b>	<b>14</b>
<b>8.5. Métodos de recuperación de suelos de cangahua.....</b>	<b>14</b>
<b>8.5.1. Métodos Manuales.....</b>	<b>14</b>
<b>8.5.2. Métodos Mecanizado.....</b>	<b>15</b>
<b>8.6. Sistemas de información geográfica.....</b>	<b>15</b>
<b>8.6.1. Cartografía.....</b>	<b>15</b>
<b>8.6.2. Mapas.....</b>	<b>16</b>
<b>8.7. Marco legal.....</b>	<b>16</b>
<b>8.7.1. Constitución de la República del Ecuador.....</b>	<b>16</b>
<b>8.7.2. Código Orgánico Ambiental (COA).....</b>	<b>17</b>
<b>8.7.3. Gestión de Riesgo.....</b>	<b>19</b>
<b>8.7.4. Recursos Naturales.....</b>	<b>19</b>
<b>8.7.5. Buen Vivir.....</b>	<b>19</b>
<b>8.7.6. Código Orgánico de Organización Territorial.....</b>	<b>20</b>
<b>8.7.7. Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo.....</b>	<b>20</b>
<b>9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS:.....</b>	<b>21</b>
<b>10. METODOLOGÍA.....</b>	<b>22</b>
<b>10.1. Ubicación Geográfica De Latacunga y Pujilí.....</b>	<b>22</b>

10.2.	Aplicación de (Sig) en Zonas de Cangahua con Sequia.....	22
10.3.	Materiales y métodos .....	23
10.3.1.	Método Cualitativo .....	24
10.3.2.	Método Cuantitativo.....	24
10.3.3.	Método Cartográfico .....	24
10.3.4.	Levantamiento de información.....	25
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	26
11.1.	Cartografía Temática .....	26
12.	CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS .....	27
12.1.	Geología .....	27
12.1.1.	Cangahua.....	27
12.2.	Pendiente.....	28
12.3.	Suelos.....	31
12.4.	Isoyetas.....	33
12.5.	Clima .....	36
12.5.1.	Zona de Vida .....	37
12.6.	Cobertura Vegetal.....	38
12.7.	Susceptibilidad a Erosión y Suelos de Cangahua con sequia.....	42
12.8.	Cuantificación de Afectados.....	45
13.	IMPACTOS (Técnicos, Sociales, Ambientales O Económicos) .....	46
13.1.	Socio - Económicas.....	46
13.2.	Ambientales .....	47
14.	PRESUPUESTO .....	47
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
15.1.	Conclusiones .....	48
15.2.	Recomendaciones .....	50

<b>PROPUESTA REHABILITACIÓN DE SUELOS CON CANGAHUA ORIENTADO A LA PRODUCCIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>52</b>
<b>2.1. Objetivo General.....</b>	<b>52</b>
<b>2.2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>52</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>4. BASE LEGAL .....</b>	<b>54</b>
<b>5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1. Identificación de Impactos (Diagrama Causa – Efecto o Ishikawa) .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2. Estrategia General .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2.1. Mecanismo de financiamiento .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2.2. Razones para habilitar la cangahua.....</b>	<b>58</b>
<b>6. ETAPA 1 .....</b>	<b>58</b>
<b>6.1. Rotulación de Suelo con Cangahua.....</b>	<b>58</b>
<b>6.2. Pulverización de Terrones.....</b>	<b>59</b>
<b>6.3. Tiempo de Roturación de Suelos .....</b>	<b>59</b>
<b>6.3.1. Método manual.....</b>	<b>59</b>
<b>6.3.2. Método mecanico .....</b>	<b>59</b>
<b>6.3.3. Promedio de intervención del tractor en Cotopaxi.....</b>	<b>59</b>
<b>6.3.4. Costo de la Rotulación del suelo con Cangahua.....</b>	<b>60</b>
<b>6.3.5. Reducción de Costos .....</b>	<b>61</b>
<b>6.4. Actividades a realizar para la ejecución de la Propuesta.....</b>	<b>61</b>
<b>6.4. Convenios.....</b>	<b>62</b>
<b>6.5. Estrategia .....</b>	<b>62</b>
<b>6.6. Presupuesto de las capacitaciones. ....</b>	<b>63</b>
<b>6.7. Métodos Anti erosivos.....</b>	<b>64</b>

6.7.1.	Terraza manual.....	64
6.7.2.	Terraza progresiva.....	64
6.7.3.	Terraza mecanizada.....	64
6.8.	Producción de abono verde.....	65
6.9.	Tipos de Cultivo .....	65
7.	ETAPA 2.....	65
7.1.	Fertilización .....	65
7.2.	Enriquecimiento del Material (Cangahua) Pulverizado .....	66
7.2.1.	Preparación del suelo.....	66
7.2.2.	Habilitación de cangahuas .....	66
7.2.3.	Abonos verdes.....	67
7.2.4.	Abono Verde para Manejo de Cangahuas .....	67
7.3.	Funciones de los Abonos Verdes.....	67
7.3.1.	Los abonos verdes tienen algunas funciones en la protección del suelo.....	67
8.	ETAPA 3.....	68
8.1.	Selección de especies .....	68
8.2.	Siembra .....	68
8.3.	Estrategias .....	69
8.3.1.	Asegurar una Germinación Uniforme .....	69
8.3.2.	Utilizar Semilla de Acuerdo a la Normativa Orgánica.....	69
8.3.3.	Densidad de Siembra .....	69
8.4.	Sistemas de Cultivos .....	69
8.4.1.	Vicia (Vicia sativa L.) .....	70
8.4.2.	Cebada (Hordeum vulgare) .....	70
8.4.3.	Alfalfa (Medicago sativa) .....	70
9.	ETAPA 4.....	71
9.1.	Hidratación.....	71

<b>9.2.</b>	<b>Hidro retenedor o Hidrogel.....</b>	<b>71</b>
<b>9.3.</b>	<b>Ventajas del hidrogel retenedor de agua Stockosorb .....</b>	<b>71</b>
<b>9.4.</b>	<b>Uso de Hidrogel Stockosorb en suelos y sustratos .....</b>	<b>72</b>
<b>9.5.</b>	<b>Aplicaciones del Hidrogel Stockosorb.....</b>	<b>72</b>
<b>9.6.</b>	<b>Presupuesto del Hidroretenedor o Hidrogel Stockosorb. ....</b>	<b>72</b>
<b>10.</b>	<b>ETAPA 5 .....</b>	<b>73</b>
<b>10.1</b>	<b>Arado e Incorporación. ....</b>	<b>73</b>
<b>10.2.</b>	<b>Presupuesto del proyecto de recuperación de suelos con abono verde .....</b>	<b>74</b>
<b>10.3.</b>	<b>Producción en suelos con cangahua rehabilitados.....</b>	<b>75</b>
<b>10.4.</b>	<b>Presupuesto General.....</b>	<b>75</b>
<b>11.</b>	<b>CRONOGRAMA VALORADO .....</b>	<b>79</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>12.1.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>81</b>
<b>12.2.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>82</b>
<b>13.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>100</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<b><i>Beneficiarios Directos</i></b> .....	<b>3</b>
<b>Tabla 2</b>	<b><i>Beneficiarios Indirectos</i></b> .....	<b>4</b>
<b>Tabla 3</b>	<b><i>Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos</i></b> .....	<b>6</b>
<b>Tabla 4</b>	<b><i>Características morfológicas de las cangahuas</i></b> .....	<b>9</b>
<b>Tabla 5</b>	<b><i>Características químicas de las cangahuas</i></b> .....	<b>10</b>
<b>Tabla 6</b>	<b><i>Granulometría de las cangahuas en porcentajes (%)</i></b> .....	<b>11</b>
<b>Tabla 7</b>	<b><i>Datos de las Pendientes presentes en la Zona de Estudio Latacunga - Pujilí</i></b> .....	<b>29</b>
<b>Tabla 8</b>	<b><i>Definición de Suelos presenten en el Área de Estudio</i></b> .....	<b>31</b>
<b>Tabla 9</b>	<b><i>Tipos de Suelos de Latacunga y Pujilí</i></b> .....	<b>32</b>
<b>Tabla 10</b>	<b><i>Isoyetas Latacunga - Pujilí</i></b> .....	<b>33</b>
<b>Tabla 11</b>	<b><i>Datos de Climas rresentes en la Zona de Estudio</i></b> .....	<b>36</b>
<b>Tabla 12</b>	<b><i>Datos del Uso de Suelo en Latacunga - Pujilí</i></b> .....	<b>38</b>
<b>Tabla 13</b>	<b><i>Susceptibilidad a erosión de Latacunga - Pujilí</i></b> .....	<b>42</b>
<b>Tabla 14</b>	<b><i>Cuantificación de afectados</i></b> .....	<b>45</b>
<b>Tabla 15</b>	<b><i>Presupuesto</i></b> .....	<b>47</b>
<b>Tabla 1</b>	<b><i>Base legal</i></b> .....	<b>54</b>
<b>Tabla 2</b>	<b><i>Identificación de Impactos</i></b> .....	<b>57</b>
<b>Tabla 3</b>	<b><i>Promedio de intervención del tractor por año y tiempo que concluirá la propuesta</i></b> 60	
<b>Tabla 4</b>	<b><i>Presupuesto de la alimentación al operario</i></b> .....	<b>60</b>
<b>Tabla 5</b>	<b><i>Presupuesto de la alimentación al operario</i></b> .....	<b>61</b>
<b>Tabla 6</b>	<b><i>Área total a intervenir</i></b> .....	<b>62</b>
<b>Tabla 7</b>	<b><i>Estrategias de la propuesta</i></b> .....	<b>62</b>
<b>Tabla 8</b>	<b><i>Presupuesto de las capacitaciones</i></b> .....	<b>63</b>
<b>Tabla 9</b>	<b><i>Estrategias de conservación de suelo</i></b> .....	<b>69</b>
<b>Tabla 10</b>	<b><i>Presupuesto uso de Hidrogel Stockosorb</i></b> .....	<b>73</b>
<b>Tabla 11</b>	<b><i>Tiempo de corte de especias para abono verde</i></b> .....	<b>73</b>
<b>Tabla 12</b>	<b><i>Propuesta de Arado e incorporación</i></b> .....	<b>74</b>
<b>Tabla 13</b>	<b><i>Presupuesto de recuperación de suelo con abono verde</i></b> .....	<b>74</b>
<b>Tabla 14</b>	<b><i>Presupuesto Total de la Propuesta de rehabilitación de suelos</i></b> .....	<b>76</b>
<b>Tabla 15</b>	<b><i>Cronograma de actividades</i></b> .....	<b>79</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<b><i>Latacunga – Poalo.....</i></b>	<b>8</b>
<b>Figura 2</b>	<b><i>Pujili – La Victoria.....</i></b>	<b>8</b>
<b>Figura 3</b>	<b><i>Ubicación de las congahuas superficiales en Ecuador .....</i></b>	<b>13</b>
<b>Figura 4</b>	<b><i>Ubicación Latacunga – Pujili.....</i></b>	<b>22</b>
<b>Figura 5</b>	<b><i>Diagrama de elaboración del mapa de Susceptibilidad a Erosión.....</i></b>	<b>23</b>
<b>Figura 6</b>	<b><i>Mapa de suelos de congahua en Latacunga y Pujilí .....</i></b>	<b>28</b>
<b>Figura 7</b>	<b><i>Mapa de Pendientes de Pujilí-Latacunga .....</i></b>	<b>30</b>
<b>Figura 8</b>	<b><i>Mapa de Suelos.....</i></b>	<b>32</b>
<b>Figura 9</b>	<b><i>Mapa de Isoyetas Latacunga-Pujilí.....</i></b>	<b>35</b>
<b>Figura 10</b>	<b><i>Mapa de Tipos Climáticos de Latacunga-Pujilí.....</i></b>	<b>37</b>
<b>Figura 11</b>	<b><i>Mapa de Uso y Cobertura de Suelo de Latacunga-Pujilí .....</i></b>	<b>41</b>
<b>Figura 12</b>	<b><i>Mapa de Susceptibilidad a Erosión y Suelos de Congahua de Latacunga-Pujilí</i></b> <b>44</b>	
<b>Figura 13</b>	<b><i>Cuantificación de Afectados .....</i></b>	<b>46</b>
<b>Figura 14</b>	<b><i>Porcentaje de Costos de la Propuesta de rehabilitación de suelos por actividad</i></b>	<b>78</b>

## ANEXOS

<b>Anexo 1:</b>	<i>Certificado de Idiomas (Poner el Certificado)</i> .....	101
<b>Anexo 2:</b>	<i>Mapa de ubicación de cangahuas superficiales en el Ecuador</i> .....	102
<b>Anexo 3:</b>	<i>Ubicación de Puntos Geográficos para el área de estudio en Latacunga</i> .....	103
<b>Anexo 4:</b>	<i>Ubicación Puntos Geográficos para el Área de estudio en Pujilí</i> .....	104
<b>Anexo 5:</b>	<i>Mapa de Uso y Cobertura de Suelo de Latacunga</i> .....	105
<b>Anexo 6:</b>	<i>Mapa de Uso y Cobertura de Suelo de Pujilí</i> .....	105
<b>Anexo 7:</b>	<i>Metodología ICONA (1982)</i> .....	106
<b>Anexo 8:</b>	<i>Metodología ALBALADEJO et al. (1988)</i> .....	106
<b>Anexo 9:</b>	<i>Metodología CORINE (1992)</i> .....	107
<b>Anexo 10:</b>	<i>Metodología PAP/RAC (1997)</i> .....	107
<b>Anexo 11:</b>	<i>Model Builder</i> .....	108
<b>Anexo 12:</b>	<i>Cuantificación de afectados en Latacunga - Pujilí</i> .....	108
<b>Anexo 13:</b>	<i>Fotografía Eloy Alfaro</i> .....	116
<b>Anexo 14:</b>	<i>Fotografía Poalo</i> .....	116
<b>Anexo 15:</b>	<i>Fotografía 11 de Noviembre</i> .....	117
<b>Anexo 16:</b>	<i>Alfalfa nacional</i> .....	117
<b>Anexo 17:</b>	<i>Inflorescencia de la vicia</i> .....	117
<b>Anexo 18:</b>	<i>Cebada</i> .....	117
<b>Anexo 19:</b>	<i>Tractor Rotulador</i> .....	117
<b>Anexo 20:</b>	<i>Suelo Rotulado</i> .....	117
<b>Anexo 21:</b>	<i>Polímero de Hidrogel o Hidro retenedor</i> .....	118
<b>Anexo 22:</b>	<i>Hidrogel en Cultivo de maíz</i> .....	118
<b>Anexo 23:</b>	<i>Datos para la elaboración de mapas (Fuentes de información geográfica y no geográfica)</i> .....	118
<b>Anexo 24:</b>	<i>Archivos considerados en el método Cartográfico</i> .....	119

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“Delimitación de zonas de cangahua con sequía en los cantones Pujilí y Latacunga de la Provincia de Cotopaxi para la cuantificación de afectados y propuesta de recuperación de suelos en el periodo 2019 - 2020”

**Fecha de inicio:** Septiembre 2019.

**Fecha de finalización:** Agosto 2020.

**Lugar de ejecución:** Alpamalag, La Victoria - Cantón Pujilí; Eloy Alfaro, Poalo, 11 de Noviembre - Cantón Latacunga, – Provincia Cotopaxi - Zona 3.

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN).

**Carrera que auspicia:** Ingeniería en Medio Ambiente

**Proyecto de investigación vinculado:** Identificación de cuencas hídricas y puntos de descarga para determinar calidad y cantidad del agua.

**Equipo de Trabajo:** Coordinadores: Laguna Nelly

Sangucho Jorge

Tutor: Ing. Ortiz Vladimir

Lector 1: PhD. Ilbay Mercy

Lector 2: Ing. Mogro Vinicio

Lector 3: Ing. Agreda José

**Área de Conocimiento:** Ambiente

**Línea de investigación:** Gestión de la Calidad y Seguridad Laboral

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Salud, Seguridad y Ambiente.

**Línea de vinculación:** Protección del Medio Ambiente y Desastres Naturales.

## 2. INTRODUCCIÓN

La geografía presente en el Ecuador permite apreciar diferentes tipos de climas y por ende vegetaciones en distintas ubicaciones dentro del mismo país, generado así una biodiversidad muy amplia dentro de las zonas de la costa , sierra y oriente, al mismo tiempo se puede decir que el suelo ecuatoriano en su mayoría es productivo ya que según un informe elaborado por la CEPAL dentro del proyecto “Agua para el siglo XXI para América del Sur” se estima que el 75% del suelo ecuatoriano es apto para las actividades agrícolas, sin embargo es curioso el pensar que la actividad agrícola mal manejada o llevada de forma irresponsable puede desembocar en la erosión y desertificación del suelo, considerando que este mal manejo no es necesariamente el factor determinante para la reposición ya que se pueden ver involucrados factores como la deforestación, el desorden en la ocupación de espacio de tierra, las condiciones naturales y climáticas, además de las condiciones socioeconómicas y sus interacciones con la sociedad en general (Ministerio de Ambiente del Ecuador & Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014) (Global Water Partnership-South America, 2018).

Ahora bien, la topografía de las zonas donde existe erosión de suelos comparten una condición en común y esta es que usualmente estos lugares son relativamente poblados, ya que se conoce que en el siglo XX el principal problema ambiental fue la desertificación de los suelos causada por las actividades antropogénicas, entendiéndose que el ser humano abusa de la tierra en la agricultura hasta que el suelo queda infértil y migra de esa ubicación para afectar a otra. Por último se estima que en Ecuador el 47% del territorio nacional tiene algún problema de degradación del suelo siendo los principales causales la erosión hídrica, eólica y glacial, así como el exceso de pastoreo, la contaminación, la pérdida de la fastuosidad vegetal en la zona, desembocado de manera ineludible en el fenómeno de sequía y la paraciencia de la erosión y desertificación de suelo. Siendo así en el país la FAO determino la existencia de 4 elementos principales para la degradación del suelo siendo esos: La actividad agropecuaria, las actividades extractivas, los cambios en el uso y demanda de suelo, el mal manejo de la gestión de riesgos ante desastres naturales, estos últimos en general pueden generar la aparición cangahuas en las zonas del callejón interandino volcánico. (Global Water Partnership-South America, 2018)(Hidrobo et al., 2015)

Por lo mencionado con anterioridad al resaltar la utilidad de un instrumento topográfico y la aplicación de la cartografía con cualquier metodología necesaria para la identificación de las zonas donde se emplaza la erosión del suelo, de manera adicional al recolectar información sobre las actividades agrícolas y sociales de la localización se lograra tener un mejor entendimiento de las razones por las cuales se generó la afectación al suelo sin dejar de lado condiciones climáticas típicas e históricas del lugar de estudio, es por estas razones el interés fundamental de desarrollar el presente trabajo de titulación.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Los suelos ecuatorianos son producto de complejos procesos naturales que se han dado a lo largo de la historia del planeta. Dichos procesos determinan sus características geológicas, geomorfológicas, edáficas, climáticas, cobertura de vegetación y uso actual del suelo. Además, la presencia del ser humano y los asentamientos irregulares ha traído graves consecuencias sobre su potencial productivo, por la aceleración del proceso de degradación del suelo.

En el artículo de “Manejo de los Recursos en los Andes Ecuatorianos” presentado por (Winters et al., 1998) comenta qué, el hombre al crear un ambiente para cultivar en las alturas, pueden causar erosiones debido a factores como: la posición equinoccial, la presencia de montañas jóvenes con pendientes fuertes, los suelos históricamente erosionados, un clima con vientos fuertes y lluvias torrenciales.

Así, podemos definir que la función principal del recurso suelo es el sostén o soporte de la producción alimenticia para los seres vivos, además podemos delimitar que es el más afectado en particular por las malas prácticas de manejo y su uso extensivo e intensivo de actividades agrícolas y ganaderas. También se ve afectado por la influencia de aspectos producidos por la naturaleza como lluvias intensivas o a su vez escases de la misma. A su vez, la presión que se ejerce sobre los recursos naturales para satisfacer las necesidades humanas es por medio de la población, siendo la causante de la degradación y erosión de los suelos.

El estudio de la erosión y el incremento porcentual de suelos de cangahua con sequia demanda un amplio campo de conocimientos, y para poder interpretar sus consecuencias se requiere un análisis en conjunto de varios elementos. Para lo cual, los estudios de erosión de suelos pueden

aplicarse por diferentes métodos; sin embargo, los utilizados con mayor frecuencia y mayor número de referencias está comprendido por los métodos cualitativo y cuantitativo. Estos métodos están basados en la estimación de tasas de erosión, el cálculo de pérdida del suelo a partir de las observaciones - mediciones estacionarias y trabajos de campo.

Actualmente este método se complementa con el Sistema de Información Geográfica (SIG), que facilita el proceso de integración e interacción de datos espaciales, aplicando modelos que se aproximan a la realidad de un territorio. Es por esta razón que, en cada uno de los elementos dados como la intensidad de lluvia, relieve, características particulares del suelo, coberturas de la vegetación natural, uso actual del suelo, parámetros de manejo y conservación surge la necesidad de estudiar la problemática del incremento de los suelos de cangahua con sequía en escenarios actuales para establecer áreas particulares con mayores sensibilidades por la degradación, las tendencias en el uso, el crecimiento poblacional y su variabilidad climática. Atendiendo a estas consideraciones se podrá determinar su sostenibilidad en el tiempo y proponer estrategias generales como medidas de recuperación y manejo de suelo con una perspectiva en la seguridad alimentaria.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

##### 4.1. Beneficiarios directos

**Tabla 1**

*Beneficiarios Directos*

<b>Parroquia</b>	<b>Población</b>	<b>%Hombres</b>	<b>% Mujeres</b>
Eloy Alfaro	4.895	2.103 (47.86%)	2.792 (52.13%)
Poalo	5.709	2.732 (47.01%)	2.977 (52.99%)
11 de Noviembre	2.139	1.014 (47.78%)	1.125 (52.22%)
La Victoria	3.016	1.438 (47.68%)	1.578 (52.32%)
Alpamalag	1.813	815 (47.65%)	998 (52.35%)
<b>Total</b>	<b>18.006</b>		

*Nota:* Elaboracion propia a partir de los datos de censo de población y vivienda (INEC, 2010).

## 4.2. Beneficiarios indirectos

**Tabla 2**

*Beneficiarios Indirectos*

<b>Población Pujilí</b>		<b>Población Latacunga</b>	
<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
32.736	36.319	82.301	88.188
47.40%	52.59%	48.24%	51.76%
Total: 69.055 Habitantes		Total: 170489 Habitantes	

*Nota:* Elaboracion propia a partir de los datos de censo de población y vivienda, (IGM, 2018)(Ministerio de Educación, 2016)

## 5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el Ecuador la existencia de periodos prolongados de meses secos acompañados de altas temperaturas, genera un incremento en la erosión de suelos, llevando a una escasez de alimentos e incendios forestales en su gran mayoría, lo cual, provoca aspectos negativos para el desarrollo de actividades cotidianas.(Lasso & Nijman, 2019)

Por lo tanto, podemos describir que el Ecuador se caracteriza por la gran diversidad de sus recursos naturales, dentro de los cuales se destaca la presencia de suelos con un gran potencial agrícola, sin embargo, la erosión y los procesos antropogénicos han venido afectando el desarrollo de los mismos. Por consecuencia, podemos enunciar que la fertilidad es definida como el potencial que posee el suelo para suplir los nutrientes requeridos para lograr un desarrollo y rendimiento vegetal óptimo. Además, se conoce que es muy importante para el crecimiento de las plantas y en base a esto se elaborarán los planes de recuperación del mismo.(George De Noni, Trujillo, & Viennot, 1992)

La escasa fertilidad de los suelos y el uso indiscriminado del recurso registrados en los diferentes cantones de la Provincia de Cotopaxi, ha traído consigo grandes pérdidas económicas, ganaderas y agrícolas. Por consecuencia, ha afectado cultivos de maíz, cebada, chochos, fréjol, arveja, quinua, papas, zanahoria, etc. La afectación de la sequía aproximadamente rodea a 15 000 agricultores de la provincia de Cotopaxi, según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.(GONCOPE, 2018)

Los planes que se han desarrollado a lo largo del tiempo para mejorar la crisis medioambiental, no ha logrado un impacto adecuado, pese a existir un arduo trabajo por hacer realidad los ODS que rigen la agenda 2030 a favor de la recuperación de suelos y el ambiente (ONU, 2017). De tal manera el presente trabajo contribuirá a la formulación de soluciones para la recuperación de suelos de cangahua con sequía, el cual beneficiará como soporte de la información existente para la sectorización. Por ello, deberán ser evaluados y atendidos de manera integral, basándonos en análisis de contextos muy específicos, con la información hallada en el área de estudio.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo general**

Delimitar las zonas de cangahua con sequía en los cantones Pujilí y Latacunga de la provincia de Cotopaxi para la cuantificación de afectados y generar una propuesta de recuperación de suelos en el periodo 2019 – 2020.

### **6.2. Objetivos específicos**

Establecer la línea base en las áreas determinadas como zonas de cangahua con sequía y establecer los métodos de recuperación de suelos.

Delimitar cartográficamente las áreas de cangahua con sequía mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) en los cantones Pujilí (Barrios Alpamalag y La Victoria) y Latacunga (Barrios Chan, 11 de noviembre y Poalo).

Desarrollar la propuesta para el tratamiento y recuperación de suelos mediante la roturación de suelos y mezclas forrajeras, aplicable a la zona de estudio.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 3**

*Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</b>
Establecer la línea base en las áreas determinadas como zonas de cangahua con sequía y los métodos de recuperación de suelos.	Se levanto la línea base, se investigó los métodos para recuperación de suelos, que su aplicación sería apropiado para las zonas de estudio.	En base a las actividades se determinó el método de roturación para la recuperación de suelos de cangahua.	Registros bibliográficos.
Delimitar cartográficamente las áreas de cangahua con sequía mediante, un Sistema de Información Geográfica (SIG) en los cantones Pujilí (Alpamalag y La Victoria) y Latacunga (Eloy Alfaro, 11 de noviembre y Poalo).	Se obtuvo información de investigaciones previas, y cartografía como base para determinar una nueva cartografía, con la ayuda de información proporcionada por parte del MAG, se identificó las zonas de cangahua con sequía, que existen en el área de estudio.	Se ha realizado la superposición de cartografía, con la herramienta Model Builder que se encuentra en el software ArcGIS 10.5, para generar nueva cartografía.	Registros bibliográficos (Geo portal MAG, Geo GAD-Latacunga.) Programas (Excel, ArcGIS, Google Earth.).
Desarrollar una propuesta para el tratamiento y la recuperación de suelos mediante la roturación de suelos y mezclas forrajeras, aplicable a la zona de estudio.	Con la bibliografía recopilada se ha comparado la información presente del área de estudio, con características especiales de otras áreas de estudio en diferentes bibliografías para adaptarla a nuestra investigación.	El método de recuperación de suelos de cangahuas es la más recomendable para el área de estudio.	Registros bibliográficos (Cartografía) Programas (Excel, ArcGIS 10.5)

*Nota:* Elaboración propia.

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1. Las Cangahuas**

#### ***8.1.1. Origen y características***

Podemos definir el termino cangahua como una roca sedimentaria por lo general de origen volcánico o más conocido como tufo volcánico, es decir, es un tipo de roca ígnea, de baja densidad, blanda que ha sufrido modificaciones en su estructura al formarse como se observa en la (Figura 1). Su origen parte a través de la forma dada por su depósito, principalmente obtenida a partir de erupciones hidromagmáticas tipo colada, ocurridos en extremas condiciones climáticas. Para la formación de las cangahuas se deberá producir una actividad volcánica que en su última fase produzca cenizas finas eólicas y formen un suelo, actualmente, estos suelos al estar en presencia de los procesos naturales y las malas prácticas agrícolas se están erosionando.(Jiménez, 2015)

Las cangahuas se las puede detallar como un material rígido con su estructura molecular compacta, ya que al momento de su formación con arcilla se conforma un pegamento intrapartículas, pero éstos no llegan a estar cementado por sílice iluvial ni tampoco a estar en capas subterráneas modificadas del suelo que restrinjan el flujo de líquidos y penetración de raíces. Esto sucede por ser rocas no clasificadas como suelos, sino más bien como un horizonte C debido a su composición de tufos volcánicos que fueron alterados durante su formación dando una dureza formada por procesos edafológicos secundarios.(Perugachi Cahueñas, 2015)

Podemos definir a la cangahua por su porosidad al presentar burbujas de aire en su composición como se observa en la (Figura 2), también cabe mencionar que está compuesto por materiales piroclásticos finos y ceniza volcánica, y a su vez está cementada por procesos diagenéticos y pedogénicos debido a su origen volcánico. Podemos decir que sus características principales son su rigidez y escasa presencia de vegetación como lo menciona (Zebrowski, Quantin, & Trujillo, 1996). Un factor a considerar es el tiempo y el clima que en su interacción con el medio forma una cubierta con un espesor muy variable conformado por carbonatos en las partes bajas durante el Holoceno.

## Figura 1

*Latacunga – Poalo*



*Nota:* Cangahuas aflorantes por efecto de la erosión del suelo.

## Figura 2

*Pujili – La Victoria*



*Nota:* Cangahuas, rocas blandas, con carbonatos de calcio.

## 8.2. Características de las unidades

### 8.2.1. Unidad C

La unidad C está comprendida en el conjunto de zonas con capas con una dureza y rigidez producidas después de la erosión en capas superiores, con esto la mayor parte se encuentra en presencia de regiones y sectores con escasos de líquido vital donde presenta una fuerte erosión con un espesor bajo referente a las unidades C3-4. (Zebrowski et al., 1996)

### 8.2.2. Unidad C3

Posee la presencia de carbonatos de calcio a menudo ausentes en los horizontes superficiales con un pH bajo, es un grupo de áreas secas con humedad ústica. Tiene una diferencia parcial con respecto a la unidad ya mencionada por poseer un pH bajo, su superficie es ácida con una profundidad y formación de costras calcáreas como se está descrito en la Tabla 4-5.

### 8.2.3. Unidad C4

La unidad C4 comprende al grupo de suelos semi áridos presentes en humedad ustiárdico. Sus piroclásticos presentan alteraciones antiguas sin un horizonte humífero de color oscuro negruzco. Al poseer carbonatos en su estructura indica un color pardo claro con presencia de arena fina para dar paso al paleosuelo de manera brusca. Se puede delimitar que su contenido es duro y compacto con alto contenido de arcilla rodeando valores de: 10% de la misma y 40% de limo. La cantidad de materia orgánica son aproximadamente bajos por sus contenidos elevados de bases intercambiables y complejos saturados. Su pH está en un rango superior al neutro comprendidos en las Tablas 4-5.(Zebrowski et al., 1996)

**Tabla 4**

*Características morfológicas de las cangahuas.*

<b>Régimen de la humedad</b>		Usti-arídico	Ústico
<b>Suelos de Superficie</b>	Color	Pardo	
	Textura en la superficie	Arenoso – Fino	
	Capa Argílica	Ausente	
<b>Suelos Enterrados</b>	Materiales Originales	Poco Alterados	
	Textura	Limo – Arenoso (A<10% L=25 -40%)	
<b>CaCO3</b>		Micelio desde la superficie	Concreciones posibles en profundidad
<b>Clasificación</b>		Durandept	Durandept
<b>Siglas</b>		C4	C3

*Nota:* (Zebrowski, C., 1992)

**Tabla 5***Características químicas de las cangahuas.*

<b>Régimen de humedad</b>	Usti-arídico	Ústico
<b>M.O. (%)</b>	Prom. 1,48	Prom. 1,36
	Med. 1,55 (0,5 – 2,2)	Med. 1,22 (0,68 - 2,36)
<b>pH</b>	8,9 en todo el perfil	6,5 – 7 en superficie cercano a 7 en profundidad
	Prom. 19,3	Prom. 9
<b>B.I (me/100g) en “B”</b>	Med. 17 (13,4 - 30)	Med. 9 (5 – 13,1)
	Saturado	Prom. 82
<b>Tasas de Saturación</b>		Med. 87 (62 - 69)
	<b>P205 (Truog)</b>	
<b>Clasificación</b>	Durandept	Durandept
<b>Siglas</b>	C4	C3

*Nota: (Zebrowski et al., 1996)*

### **8.3. Características Físico – Químicas de la cangahua.**

Debido a la escasez de información acerca de las propiedades físicas de las cangahuas, se ha realizado revisiones bibliográficas exhaustiva expresando valores alcanzados como puede mencionarlo (Gaibor & Guano, 2012).

#### **8.3.1. Características Físicas.**

Existe poca información teórica con relación a las características físicas que posee la cangahua, es por esta razón que se ha tomado como base estudios realizados en el país, en los cuales se expresan los valores alcanzados en los diferentes ítems de referencia. A continuación, se indican los valores que presenta la cangahua en sus diferentes características físicas. (EPMMOP, 2002)

##### **8.3.1.1. Densidad Aparente.**

En el estudio realizado por parte de (Zebrowski et al., 1996) , obtiene resultados de la densidad aparte que proporciona información deseado al describir que las cangahuas son materiales con estructuras cristalinas o amorfas muy compactadas debido a sus enlaces tridimensionales, permitiendo una limitada permeabilidad y aireación. Valores cercanos a 1.6 g/cm<sup>3</sup> demuestra que forma parte de una cangahua en su estado natural, mientras que, 1.2 g/cm<sup>3</sup> indicaría cangahuas roturadas.

### 8.3.1.2. Granulometría.

Podemos definir el término granulometría en función al estudio realizado por (EVREN, 2011), lo cual indica tomar en cuenta el cálculo de la abundancia y la medición del tamaño de sus partículas cuando se forman sedimentariamente. Así, podemos evidencias diferentes valores granulométricos presentes en las cangahuas de estudio en la zona del Ángel perteneciente a la provincia del Carchi. El finalizar dicha revisión menciona que las muestras pertenecen a cangahuas endurecidas en las cuales, se puede observar la reaparición pareja y ablandada como se menciona en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Granulometría de las cangahuas en porcentajes (%)*

Granulometría en porcentaje %						
Lugar	Arcilla	Limo		Arena		
		Fino	Grueso	Fino	Grueso	
Chuspiaco	Mínimo	12.5	27.3	16.9	19.1	2.4
	Medio	16.3	33.7	21.6	21.6	4.4
	Máximo	21.9	38.9	27.9	27.9	7.6
Cangahua	Máximo	9.2	16.9	13	10.9	15.1

*Nota:* Elaboracion propia a partir de los datos obtenidos de análisis granulométricos de (EVREN, 2011)

Los datos proporcionados a partir del estudio en dicha tabla, menciona que la cangahua es un material homogéneo con una cantidad alta de limo y arena. Además, posee una tasa baja de arcilla lo que le permite contener aproximadamente un 55% de limo, 15% de arcilla y 30% de arena en su composición estructural.

### **8.3.2. Características Químicas.**

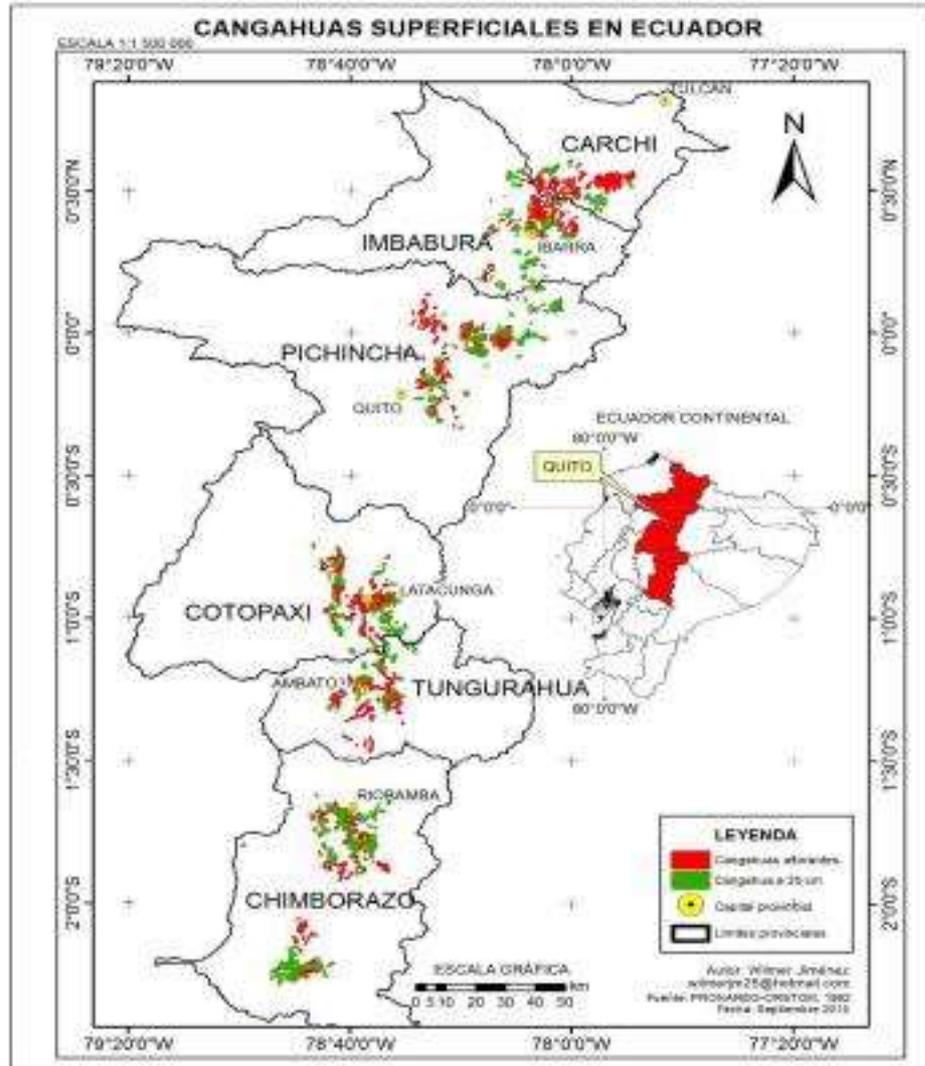
En los resultados presentados por parte de (George De Noni et al., 1992) , menciona las características químicas de las cangahuas en el Ecuador. Lo cual indica que una cangahua ablandada y superficial está comprendida a una profundidad de 0-20 cm, mientras que, a mayor profundidad 20-40 cm se encontrará un estado con baja dureza. También cabe mencionar que se debe tomar en cuenta el análisis del pH para comparar y establecer el pH neutro, a pesar de no estar saturados los horizontes superficiales. Además, podemos destacar que están compuestos de minerales y metales como el N que disminuirá al aumentar la profundidad mientras que, el Ca, Mg, K, S y Na aumentaran sus concentraciones en base a la profundidad.

### **8.4. Distribución en Ecuador**

En el callejón interandino como se observa en la (Figura 3), se puede observar la presencia de cangahuas. Las mismas que poseen una superficie alrededor de 240 000 hectáreas o el 21,35 % de la superficie en función a la cuenca interandina situada en los páramos ecuatorianos, lo cual, están comprendidas entre la provincia de Chimborazo y Carchi. (Zebrowski et al., 1996) comenta que el 3.2 % presentan erosión con cangahua aflorante y el 3.9% aparecen a una profundidad menor de 20 cm.

**Figura 3**

*Ubicación de las cangahuas superficiales en Ecuador*



Nota: (Jiménez, 2015)

#### **8.4.1. La cangahua en el Ecuador**

La formación de las cangahuas se da a través del material emitido por una erupción volcánica en forma de flujos piroclásticos de tipo nubes ardientes, hidromagmáticas y lahares, por lo cual sus cenizas son alteradas al momento de su sedimentación al paso del tiempo. También ocurre un endurecimiento por la intervención de procesos pedológicos como el aporte de carbonatos, caliza, arcillas y sílice que conducen a rellenar la porosidad del material. (Perugachi Cahueñas, 2015) (Ver Anexo 1)

En el Ecuador, la mayoría de horizontes provienen por la presencia de ceniza, lapilli y flujos piroclásticos. Sin embargo, la alteración de los materiales contiene una dificultad para

reconocer al tratarse de tobas alteradas. Las tobas volcánicas con una dureza establecida están dentro de las capas C, dividiéndolas en cinco etapas dichamemente como C1,C2,C3,C4,C5 como se muestra en el Anexo 2. Por esta razón posee características intrínsecas, temperatura, humedad y profundidad. La clasificación otorgada corresponde a una distribución altitudinal, regional y un ancho de la sierra ecuatoriana utilizando así en el presente trabajo las etapas C3 y C4. (Perugachi Cahueñas, 2015)

#### ***8.4.2. Fertilidad de las cangahuas.***

Varios investigadores presentan en sus trabajos un difícil manejo de las mismas para la producción agrícola, debido a su dureza, alto contenido de cementación e impermeabilidad. Por tanto, advierten fuertes limitantes por su bajo contenido de nitrógeno incluso su inexistencia de fósforo y materia orgánica. Dando así, problemas nutrimentales que poseen las plantas al desarrollarse sobre una cangahua recién roturada. Además, esto se debe a su actividad biológica nula en cangahuas recién formadas.(Etchevers Barra, Cruz, Mares, & Zebrowski, 1992)

### **8.5. Recuperación de suelos**

La actividad agrícola ubicada en zonas rurales son el sostén de la economía y alimentación de las familias en su alrededor, los suelos utilizados para el cultivo han sufrido diversos procesos de erosión, se puede mencionar que dicho efecto es a través del uso excesivo de maquinaria pesada, por lo que ocasiona una capa de suelo fértil negro o andosoles convirtiéndose en suelos arenosos y limosos con bajas concentraciones de materia orgánica. Un estudio por parte de (Salazar, Aragón, & Guerrero, 2017) , en condiciones de sequia ocasionada por el verano, baja la productividad agrícola por la falta de nutrientes en las cangahuas, formando una dureza que imposibilita el crecimiento de las raíces. Para lo cual, se debe realizar una subsolación de la mano de un abono de calidad (Sánchez, 2007).

### **8.5. Métodos de recuperación de suelos de cangahua**

#### ***8.5.1. Métodos Manuales***

Actualmente en el Ecuador aún se practica la roturación manual, esto se realiza durante la estación lluviosa para aprovechar la humedad adquirida por la cangahua. Para realizar dicho procedimiento se utiliza un pico haciendo bloques de 20 a 30 cm aproximadamente para dejarlos en reposo durante algunos meses. A esto, se agrega cantidades respectivas de abono de ganado y adiciona fertilizantes naturales o químicos para finalmente realizar un mezclado de la misma. Pasado dicho tiempo de preparación del suelo se efectuará la siembra esperando un crecimiento adecuado para las plantas, que dependerá del tiempo y las condiciones climáticas adversas.(Calderón, 2015)

### ***8.5.2. Métodos Mecanizado***

Este método en el Ecuador es poco utilizado por los agricultores, más bien se lo ha utilizado en proyectos de investigación para la implementación de cangahuas en la agricultura. Dicho método se realiza por roturación de subsoleo cruzado con un Buldócer D7-D8, lo cual genera una profundidad para el bloque de 40 a 50 cm. Para realizar una roturación efectiva es preferible ocupar la cangahua en estado seco, así favorecerá la infiltración y almacenamiento produciendo una erosión de 60 cm de profundidad.(Zebrowski et al., 1996)

## **8.6. Sistemas de información geográfica**

Los Sistemas de Información Geográfica permiten almacenar bases de datos para consultar, manipular y representar el espacio geográfico y entidades distribuidas espacialmente. También permite observar a simple vista las formas y características que posea un sector agrícola que deseemos estudiar.(Buzai et al., 2013)

### ***8.6.1. Cartografía***

Podemos mencionar a la cartografía como una ciencia y arte de interpretación y representación gráfica de un astro, además, es un conjunto de técnicas y operaciones científicas que forman parte para el análisis de mapas, modelos en relieve, globos terrestres o universales.(Buzai et al., 2013)

### **8.6.2. Mapas**

La podemos definir como la representación gráfica de fenómenos abstractos y concretos con respecto a un plano cartográfico, este se localiza en la tierra o cualquier parte del universo conservando su posición y localización.(Barbero, 2008)

## **8.7. Marco legal**

### **8.7.1. Constitución de la República del Ecuador**

El Ecuador se rige por la Constitución de la Republica ecuatoriana establecida en 2008, para lo cual, en el presente trabajo se delimitará los principios fundamentales de dicha normativa legal. Como es en conocimiento público el Art 1. Menciona acerca de los recursos naturales no renovables del territorio, este a su vez es un patrimonio inalienable, irrenunciable e imprescriptible.(CNC, 2017) Si bien es cierto, el suelo está dentro de dichos recursos por ende el Estado es quién asume las condiciones de uso y acceso para su ocupación en la agricultura. Así de esta manera, el presente trabajo está fundamentado en base a la normativa legal y vigente de la República del Ecuador(Asamblea Nacional Constituyente, 2016), por tanto, podemos enunciar que en el capítulo séptimo de los derechos de la naturaleza se expresan las siguientes conformidades(Congreso Nacional de Ecuador, 2015):

**Art 71.-** *“La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración y sus ciclos vitales, estructurales, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda”.* (Congreso Nacional de Ecuador, 2015)

**Art 72.-** *“La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para*

*alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas*". (Congreso Nacional de Ecuador, 2015)

**Art. 73.-** *“El estado aplicará medidas de preocupación y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales”*. (Congreso Nacional de Ecuador, 2015)

**Art. 74.-** *“Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación, su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán reguladas por el Estado”*. (Congreso Nacional de Ecuador, 2015)

**Art. 409.-** *“Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona”*. (Congreso Nacional de Ecuador, 2015)

**Art. 410.-** *“El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria”*. (Congreso Nacional de Ecuador, 2015)

### **8.7.2. Código Orgánico Ambiental (COA)**

Los artículos ya mencionados van de la mano con el Código Orgánico Ambiental (COA), para lo cual se ha revisado el Capítulo I que menciona sobre la conservación de la Biodiversidad y el Capítulo III para la regulación Ambiental, indicando lo siguiente:

**Art. 29.-** *“Regulación de la biodiversidad. La biodiversidad es un recurso estratégico del Estado, que deberá incluirse en la planificación territorial nacional y de los gobiernos*

*autónomos descentralizados como un elemento esencial para garantizar un desarrollo equitativo, solidario y con responsabilidad intergeneracional en los territorios”.*(Moreno & Decreto-Ejecutivo, 2019)

**Art.30.-** Objetivo del Estado relativos a la biodiversidad es:

- *“Conservar y usar la biodiversidad de forma sostenible”.* (Moreno & Decreto-Ejecutivo, 2019)
- *“Mantener la estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas, de tal manera que garantice su capacidad de resiliencia y la posibilidad de generar bienes y servicios ambientales”.* (Moreno & Decreto-Ejecutivo, 2019)
- *“Proteger y recuperar el conocimiento tradicional, colectivo y saber ancestral de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades asociados con la biodiversidad, e incorporar dichos saberes y conocimientos en la gestión de las políticas relacionadas con la biodiversidad”.* (Moreno & Decreto-Ejecutivo, 2019)
- *“Incorporar criterios de sostenibilidad del patrimonio natural en la planificación y ejecución de los planes de ordenamiento territorial, en los planes de uso del suelo y en los modelos de desarrollo, en todos los niveles de gobierno”.* (Moreno & Decreto-Ejecutivo, 2019)

**Art 173.-** *De las obligaciones del operador. El operador de un proyecto, obra y actividad, pública, privada o mixta, tendrá la obligación de prevenir, evitar, reducir y, en los casos que sea posible, eliminar los impactos y riesgos ambientales que puedan generar su actividad. Cuando se produzca algún tipo de afectación al ambiente, el operador establecerá todos los mecanismos para su restauración”*(Moreno & Decreto-Ejecutivo, 2019).

El operador deberá promover en su actividad el uso de tecnologías ambientales limpias, energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, prácticas que garanticen la transparencia y acceso a la información, así como la implementación de mejores prácticas ambientales en producción y consumo.

Por lo tanto, es acorde rescatar que el estado emite un apoyo a la conservación de los recursos naturales de manera responsable como el **Art. 74.-** Las personas, comunidades, pueblos y

nacionalidades tendrán derechos de beneficiarse del ambiente y de la riqueza naturales que le permitan el buen vivir y, por consiguiente, la Constitución vigente brinda atención especial a la naturaleza, al ordenamiento territorial, de tal forma que se optimice y racionalice el uso de los recursos naturales, principalmente el suelo que se evite los procesos de degradación y desertización; procurando siempre dar el uso adecuado al territorio mediante la capacitación, programas de asistencia técnica con el afán de garantizar un manejo racional y sostenido del entorno natural, en búsqueda de la mejora ambiental y calidad vida de la población.

### **8.7.3. Gestión de Riesgo**

También vamos a enfocarnos en el fundamento de la normativa de gestión de riesgos presente en el Art. 389 presente en la Constitución de la República en la sesión novena para la gestión de riesgo (Congreso Nacional de Ecuador, 2015):

**Art. 389.-** *“El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad”.* (Asamblea Nacional Constituyente, 2008)

### **8.7.4. Recursos Naturales**

**Art. 408.-** *“Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo”.* (Congreso Nacional de Ecuador, 2015)

### **8.7.5. Buen Vivir**

Por otro lado, en el Título VII del Régimen del Buen Vivir en el capítulo II de Biodiversidad y recursos naturales en el **Art. 409.-** *“Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la*

*contaminación, la desertificación y la erosión”*.(Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017)

#### **8.7.6. Código Orgánico de Organización Territorial.**

Al mismo tiempo cabe mencionar el fundamento del Código Orgánico de Organización Territorial, indica en el Capítulo IV el ejercicio de las competencias constitucionales, con los siguientes artículos:

**Artículo 136.-** *“Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley”*(Presidencia de la República del Ecuador, 2010).

**Artículo 140.-** *“Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley”* (Presidencia de la República del Ecuador, 2010).

#### **8.7.7. Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo**

La gestión general para el uso de suelo es como administramos su acción y efecto, los planes de uso permiten el acceso y aprovechamiento del mismo. La constitución como marco legislativo a nivel nacional, direcciona todas las decisiones que se tomen del país, cabe recalcar que en ciertos artículos citados puede existir ambigüedad en su interpretación, dificultando así el establecimiento de las leyes y estrategias de manejo de recursos naturales. Además, tiene por

objeto establecer principios y reglas que estén acorde al uso de las competencias de ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo.(Moreno & Decreto-Ejecutivo, 2019)

## **9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS:**

### **¿Existen zonas de cangahua con sequía en los cantones Pujilí y Latacunga?**

Si, existen zonas de cangahua con sequia, con la metodología aplicada y cartografía generada, se pudo evidenciar la presencia de capas duras denominadas cangahuas, estas están localizadas de manera dispersas en las parroquias de estudio, para lo cual, dentro del marco de estudio se propone la rehabilitación de los suelos. Así, permitió precisar la localización y la extensión de los diferentes tipos de suelo empleando datos de la edafogenesis según la condición climáticas y geomorfológicas del área de estudio.

### **¿La cangahua en estado natural es productiva?**

No, podemos mencionar que la productividad es baja, debido a las características que presenta la cangahua, evidenciado en los terrenos del área de estudio, pues se debe a la falta de materia orgánica y cobertura vegetal. Por lo cual, la erosión es uno de los problemas más graves de la degradación ambiental que los agricultores enfrentan en la actualidad y que pone en riesgo el sustento de las próximas generaciones.

### **¿Existe métodos de tratamiento y recuperación de la cangahua?**

Si, existe métodos de recuperación de cangahua, de los métodos evaluados podemos destacar el mecanizado, el metodo manual ha sido descartado por su preparación para la roturación. El método mecanizado de suelos es el ideal por la morfología del terreno, también podemos mencionar que, al ver un plan de incorporación de materia orgánica, esta se realizó con las mezclas forrajeras, la fertilización y la hidratación del terreno. Por lo cual, es importante para que la recuperación de suelos sea duradera puesto que la cangahua recuperada es muy sensible a la erosión.

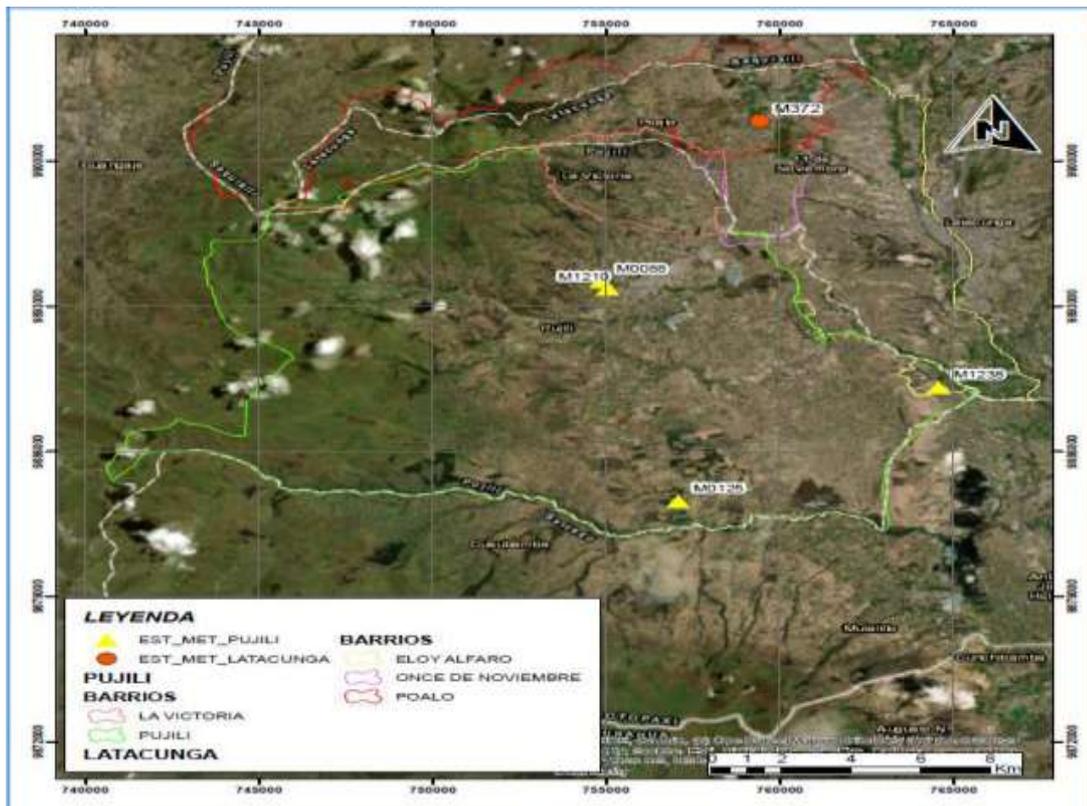
## 10. METODOLOGÍA

### 10.1. Ubicación Geográfica De Latacunga y Pujilí

El área de influencia del proyecto ocupa una superficie de 2.676 hectáreas, que corresponde a los cantones Latacunga y Pujilí pertenecientes a la provincia de Cotopaxi, con una altura entre 2500 msnm, y 2550 msnm. En la (Figura 4), se generó la data Geográfica, la cual se realizó en el recorrido por las siguientes parroquias a mencionar como: Eloy Alfaro, Poalo, 11 de Noviembre, La Victoria, Alpamalag. Como se puede ver en el Anexo 3 – Anexo 4.

**Figura 4**

*Ubicacion Latacunga – Pujili*



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales de Google Earth Pro.

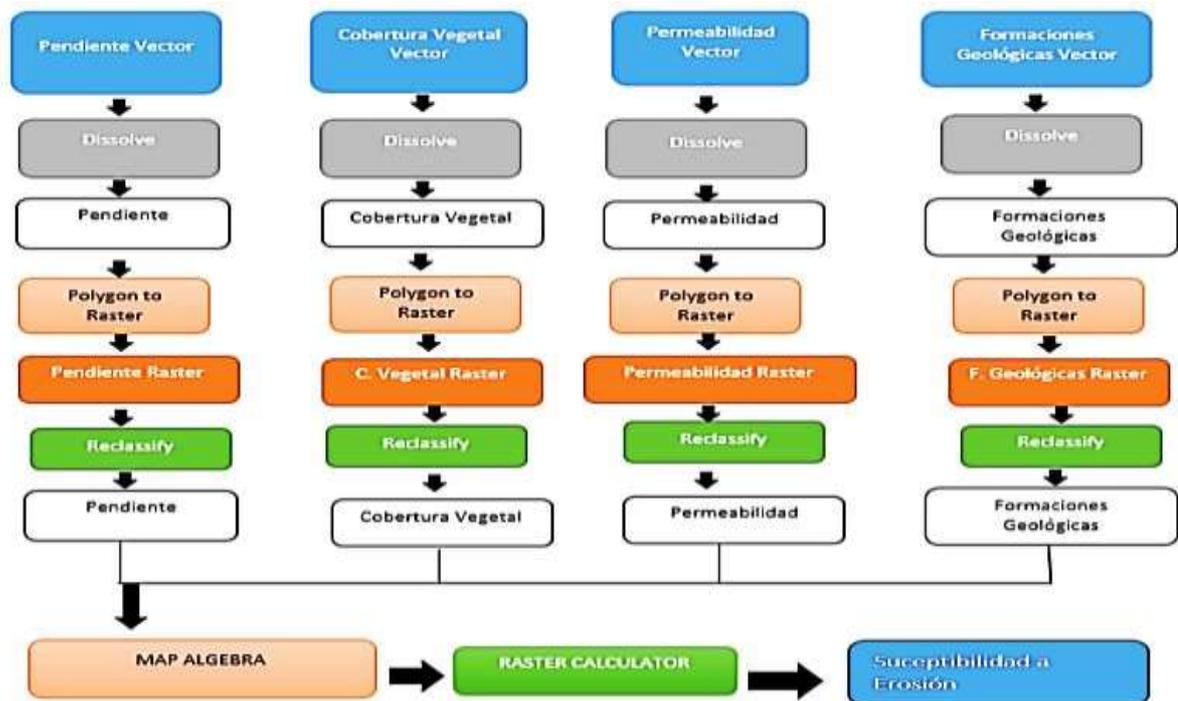
### 10.2. Aplicación de (Sig) en Zonas de Cangahua con Sequia.

Para la elaboración de mapas temáticos de zonas de cangahua con sequia se utilizó la herramienta *Model Builder*, la cual sirve para el análisis que brinda el programa informático

*ArcGIS Desktop*. De una manera genérica nos permite ordenar y expresar los métodos por los cuales las variables y las operaciones son seleccionadas, además, podemos utilizar para desarrollar un modelo *SIG*, siendo este un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo y realizar superposiciones de cartografía en relación del área de estudio para evaluar cualitativamente los impactos ambientales.

**Figura 5**

*Diagrama de elaboración del mapa de Susceptibilidad a Erosión*



*Nota:* Según se muestra en la Figura 5, Model Builder es una aplicación que se utilizó para crear, editar y administrar modelos específicos para los mapas temáticos requeridos. Para, (Gómez, Osorio, & Salazar, 2013) los modelos son flujos de trabajo que tienen secuencias de herramientas de geoprocésamiento y suministran la salida de otra herramienta como entrada desplegadas en un diagrama de flujo. Model Builder también se puede considerar un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo.

### 10.3. Materiales y métodos

El desarrollo de la investigación en la zona de estudio para establecer las áreas de cangahua con sequía, se inició con un levantamiento de la información básica en las parroquias pertenecientes a la ciudad de Latacunga y Pujilí. El área de estudio de las zonas antes mencionadas comprende una extensión de 2,676 Ha las cuales agrupo datos obtenidos en las parroquias Eloy Alfaro, Poalo, 11 de Noviembre, La Victoria, y Alpamalag, para una mejor interpretación se generó,

cartografía de la zona de estudio, mediante la superposición de cartografía base en escala 1:50.000 proporcionada por diferentes entidades, asimismo se empleó fotografías satelitales y distintos datos geoespaciales, en la salida de campo fue inevitable utilizar un cuadernillo de campo, una cámara fotográfica, y GPS. (Vilca Hernández, 2018)

### ***10.3.1. Método Cualitativo***

Para la evaluación del riesgo de erosión se empleó el método cualitativo, mediante el uso de bibliografía y cartografía esc. 1:50.000 para el diseño de nueva cartografía, cada uno personificó el comportamiento espacial de un elemento fijo. La síntesis de la cartografía formada brinda características de las técnicas erosivos presentes. (Vega-Carreño & Febles-González, 2005)

De acuerdo a lo investigado se ha presentado diferentes metodologías para la elaboración de mapas de riesgo de erosión, las cuales se basa en superposiciones de cartografía de pendiente, altura, clima, isoyetas, etc.; (Ver Anexo 7 - 10) Basada en la cartografía directa ya identificadas se analizaron y representaron en mapas, con apoyo de teledetección, y fotometría, teniendo en cuenta la escala de la cartografía. (MAG, 2017) (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007)

### ***10.3.2. Método Cuantitativo***

Para complementar el análisis del proceso se empleo el método cuantitativo, permitiendo cuantificar las pérdidas de suelo de cangahua con sequía en el área de estudio determinando así el área exacta, esta cuantificación accede apreciar el área más afectada en comparación al proceso erosivo mediante la combinación de las variables temáticas que actúan en la degradación de los suelos, lo cual permite proporcionar resultados más eficaces de los procesos erosivos de los suelos con cangahua para alcanzar una gestión sustentable del recurso suelo, generando nueva cartografía. (Vera & López, 1992) (Cappelletti, 2011)

### ***10.3.3. Método Cartográfico***

Mediante la integración de diferentes variables permite obtener mapas temáticos a través de la superposición de cartografía y el empleo de material bibliográfico el cual permitió una extrapolación de información, cubierta vegetal, pendiente, clima, uso de suelo, etc., las cuales

representan un aspecto cualitativo de repartición de los suelos de cangahua con sequía en el área de estudio. (Domínguez, 2013)

Todos los mapas poseen dos componentes básicos del entorno como: las localizaciones y los atributos de dichas localizaciones. Para ello se empleo varias metodologías tales como:

- a) ICONA, 1982; (Ver Anexo 7)
- b) ALBALADEJO, 1988; (Ver Anexo 8)
- c) CORINE, 1992; (Ver Anexo 9)
- d) PAP/RAC, 1997; (Ver Anexo 10)

Cada una de estas metodologías se basa en una combinación propia de los factores, para la nueva interpretación, los cuales tienen como objetivo abastecer una representación convencional de los fenómenos localizables y de sus similitudes, por medio de símbolos cualitativos y/o cuantitativos con una reseña. (Cappelletti, 2011)

#### ***10.3.4. Levantamiento de información***

En primera instancia se llevó a cabo el levantamiento de la información con la recopilación de datos tanto de cartografía en una escala 1:50.000 para poder trabajar con estas, así como también la bibliografía de estudios anteriores o relacionados a zonas secas y zonas de cangahua dentro de los cantones.

El primer criterio es referente al análisis de la información cartográfica recopilada, revisión y análisis de todo el material digital específicamente los shapefiles proporcionados por: Geo portal del GAD Latacunga, SNI, SIG Tierras, MAG, IGM, manteniendo siempre técnicas para trabajar con estos archivos; Para el recorrido del área de estudio, se lo realizó en varias fases las cuales se la realizó en diferentes fechas.

En la primera etapa se observó las zonas de cangahua con sequía que se encuentran dentro del área de estudio en Latacunga, en las parroquias identificadas; Se delimito las coordenadas de lugares claves, en los cuales con la ayuda de herramientas de geolocalización se levantaron 75

puntos como zonas piloto para estudiar la dinámica de los suelos secos, que corresponde a los sectores en Latacunga. (Ver Anexo 3)

La delimitación geográficas de los lotes, la cuantificación de afectados, y medición total de hectáreas en las parroquias en estudio; Se desarrolló en un periodo de 4 semanas, comprendidas en salidas periódicas de 2 días a la semana iniciando el 4 de Enero del 2020 y finalizando el 26 de Enero del 2020, así se dividió el trabajo de campo para la coordinación de la logística; En esta fase se levantaron 26 puntos como zonas piloto para el estudio de la dinámica de los suelos de cangahua con sequía en la ciudad de Pujilí. (Ver Anexo 4)

Basados en la información recopilada se estableció una nueva visita de campo, para obtener la cuantificación total de hectáreas en Pujilí, a fin de establecer valores exactos de afectados y áreas por recuperar, esta fase no se pudo realizar debido a la cuarentena impuesta por la pandemia mundial, puesto que las fechas previstas no se pudieron ejecutar.

Para determinar la cantidad de hectáreas y número de afectados, de las parroquias de Latacunga, y Pujilí, utilizamos los Geo portales de los GADs Municipales, para la determinación del registro catastral.

## **11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **11.1. Cartografía**

La cartografía diseñada una vez conseguida la información en shapefile llevan un orden secuencial donde inicia con (Geología, Pendiente, zonificación de cangahuas, Orden y Uso del Suelo, Cobertura Vegetal, y Clima) que en primera instancia se ejecutó con el programa informático ArcGIS versión 10.5 una instrumento básico para realizar este tipo de análisis de información.

El primer criterio es relativo a la Geología donde el shapefile que sujeta esta información, la cual se dio un intersecado con el mapa de partida para que la información resultante esté dada en torno al área de estudio definida por el mapa de uso y cobertura de suelo. Con el intersecado obtenido del paquete de datos respecto a Geología y el mapa base se proyectaron datos

específicos de la zona de estudio que se los puede observar al ingresar a la tabla de atributos “Attribute table” en el programa informático ArcGIS, aquí la información esta detalla en descripciones como: Nombre, Área y demás atributos presentes en el paquete de datos.

Como parte final para cada mapa cartografico realizado se procedió a la categorización dependiendo de las características de cada mapa, en el programa informático ArcGIS se tomó la selección “Properties”, “Symbology” y se seleccionó el atributo requerido para poder categorizarlo según la información requerida.

## **12. CARACTERISITICAS BIOFISICAS**

### **12.1. Geología**

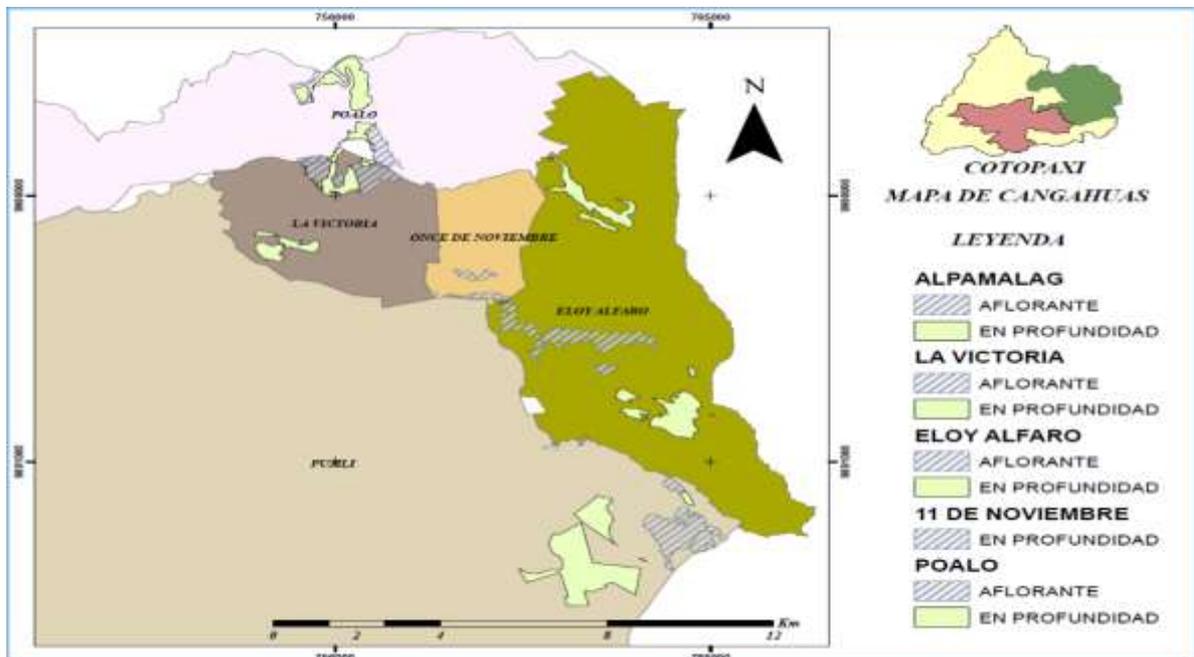
Las parroquias que se hallan dentro de la zona de estudio son Eloy Alfaro, Poalo y 11 de Noviembre que corresponde al cantón Latacunga, está representado por los paisajes Vertientes y relieves superiores e inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. (“GAD Municipal de Latacunga,” 2017); En el cantón Pujilí las parroquias que son parte de la zona de estudio son La victoria y Alpamalag mismas que se asientan sobre la placa tectónica Sudamericana, sus facies distales son estimados como cuerpos sedimentarios con particularidades compactados, determinadas y por su geometría, estructuras sedimentarias, fósiles, etc. (B&G, 2014)

#### ***12.1.1. Cangahua***

La formación geológica en la zona de estudio de cangahua que se hallan en las parroquias de estudio Eloy Alfaro, Poalo, 11 de Noviembre, La Victoria y Alpamalag, con una extensión de 1154.64 (ha) lo que representa el 71.23% de un total de 1621.65 (ha) de la zona de estudio, la cangahua es un almacenamiento de toba volcánica y ceniza con un espesor semejante y con presencia de piroclastos de piedra pómez que se halla en capas de 2 a 4 cm de grosor; Para la generación de la cartografía de cangahuas se empleo como cartografia base el shapefile de Cangahuas elaborado por el MAG. (SIGTIERRAS, 2018)

**Figura 6**

*Mapa de suelos de cangahua en Latacunga y Pujilí*



*Nota:* Elaboración propia.

## 12.2. Pendiente

La base de datos y resultados de la cartografía se contrastó con la bibliografía recopilada, se reclasificaron todas las pendientes para ajustarlas a los criterios definidos con anterioridad. Para la reelección se consideró la información proporcionada por el (SNI, 2010) en relación a las pendientes de la Sierra Ecuatoriana donde la zona de estudio conserva pendientes con rango de 0 a 70%. (Fontaine, Narváez, & Cisneros, 2008)

En las parroquias del cantón Pujilí se obtuvo los siguientes datos, 244.14 (ha) con pendientes menores al 5°, que corresponden al 25.62%; 143.85 (ha) con pendientes que oscilan entre los 5° a 12°, que representan el 15.09%; 187.07 (ha) con pendientes entre 12° – 25° corresponde al 19.63%; con pendientes que oscilan de 25° a 50°, 152.52 (Ha) que representan el 16%; con pendientes de 50° a > 70° con una extensión de 225.31 (Ha) que representa el 23.63% de un total de 952.89 (ha) lo que indica que las parroquias del cantón Pujilí es propenso a deslizamientos en procesos de erosión del suelo debido al grado de pendiente.

En las parroquias del cantón Latacunga se obtuvo los siguientes datos, las pendientes que son menores a 5° se encuentran en 137.68 (ha) que corresponden al 8.03%; 203.55 (ha) con pendientes que oscilan del 5° a 12° ocupando el 11.88%; 217.96 (ha) con pendientes entre 12° - 25° corresponde al 12.72%; 597.5 (Ha) con pendientes entre 25° – 50° corresponden a 34.88%; 426.2 (Ha) con pedientes entre 50° – 70° que correpende al 24.88 y 130 (Ha) con pendientes mayores a 70° que corresponden al 7.58%, de un total de 1712.84 (ha) lo que indica que las parroquias que se encuentran en el área de estudio del cantón Latacunga es propenso a deslizamientos en procesos de erosión debido al grado de pendiente. Los datos se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

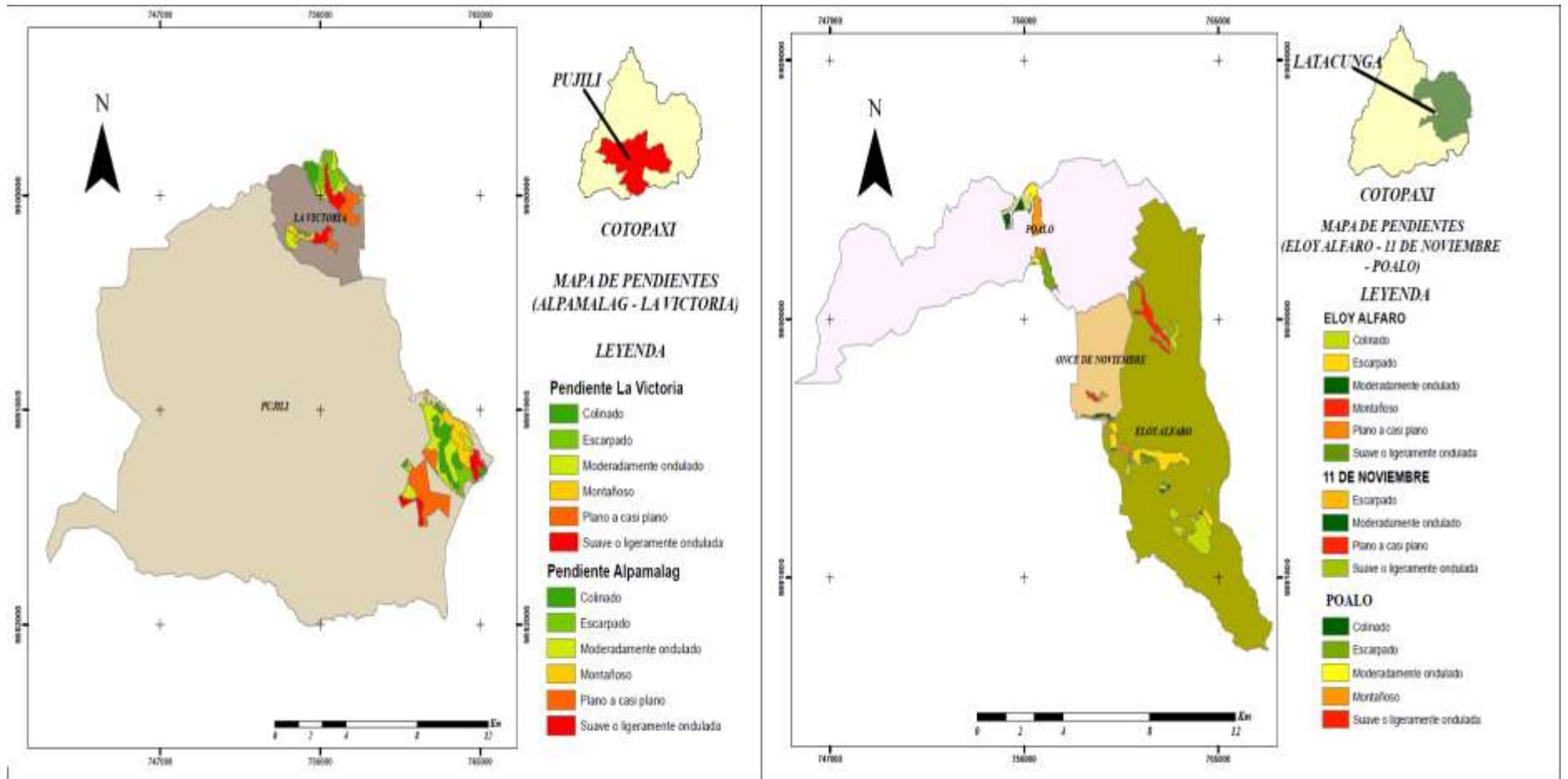
*Datos de las Pendientes presentes en la Zona de Estudio Latacunga - Pujilí*

<b>Pendiente Pujili</b>									
<b>Alpamalag</b>					<b>La Victoria</b>				
Nivel	Pendiente	Área (Ha)	%	Pendiente	Área (Ha)	%			
Nulo (0)	0-5	163	26,26	0-5	81.14	24,44			
Bajo (1)	5-12	60.85	9,80	5-12	83	25			
Medio (2)	12-25	164.6	26,51	12-25	22.47	6,77			
Medio (3)	25-50	110.1	17,73	25-50	42.42	12,78			
Alto (4)	50-70	33.90	5,46	50-70	78.02	23,5			
Muy Alto (5)	>70	88.43	14,24	>70	24.96	7,52			
<b>Pendiente Latacunga</b>									
<b>Eloy Alfaro</b>				<b>11 De Noviembre</b>			<b>Poalo</b>		
Nivel	Pendiente	Área (Ha)	%	Pendiente	Área (Ha)	%	Pendiente	Área (Ha)	%
Nulo (0)	0-5	26.11	3.50	0-5	95.4	26,90	5-12	16.17	2.60
Bajo (1)	5-12	27.22	3.65	5-12	9.83	2,77	12-25	166.5	26.77
Medio (2)	12-25	16.26	2.18	12-25	114.5	32.28	25-50	87.2	14.03
Medio (3)	25-50	314.1	42.11	50-70	125.5	35.36	50-70	157.9	25.40
Alto (4)	50-70	232.2	31.13				>70	194	31.19
Muy Alto (5)	>70	130	17.43						

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 7**

*Mapa de Pendientes de Pujilí – Latacunga*



Nota: Elaboracion propia.

### 12.3. Suelos

Para el desarrollo de la cartografía de tipo de suelos, se superpuso el shapefile Taxonomía Sierra y el shapefile de cangahuas en el Ecuador elaborado por MAG, consintiendo en identificar el orden de los suelos según la Soil Taxonomy presentes en los cantones Latacunga y Pujilí. (Fontaine et al., 2008)

**Tabla 8**

*Definición de Suelos presentes en el Área de Estudio.*

<b>Latacunga - Pujilí</b>	
<b>Suelos</b>	<b>Definición</b>
<b>Mollisoles</b>	Este tipo de suelos no muestran abundancia de lixiviación, sombríos con buena desintegración de materia orgánica gracias al proceso de adición, son suelos generalmente fructíferos debido a su alta fecundidad, que se forman mediante sedimentos minerales en climas templados húmedos a semiáridos, exteriorizan dominancia de arcillas. (Bertsch Hernández, Mata, & Henríquez, 1993) Además, son suelos fértiles con altos contenidos de nutrientes como calcio, nitratos y magnesio, aptos para cultivos en especial cereales que alcanzan alta productividad en estos suelos. (“GAD Municipal de Latacunga - DEMOGRAFÍA,” 2017)
<b>Entisoles</b>	Los Entisoles son suelos con escasa o nada de progreso de horizontes pedogenéticos. Superioridad en componentes minerales primario no consolidado y aportes fluviales. Estos suelos son ligeros, ubicados en varios paisajes en todo el territorio nacional, fruto de erosiones, aportes aluviales y coluviales o por acción antrópica, se localizan en las parroquias de Poaló, Once de Noviembre, Latacunga. (Duicela Guambi et al., 2016)
<b>Inceptisoles</b>	Los suelos inceptisoles, exhiben alto contenido de componente orgánica, poseen bajo porcentaje de descomposición de la materia orgánica debido a las temperaturas bajas, pero en climas cálidos el porcentaje de descomposición de materia orgánica es alta, comúnmente muestran permafrost y tienen mal drenaje. Para los trópicos ocupan las laderas más escarpadas desarrollándose en rocas recién expuestas, PH y fertilidades diversas, dependientes de la zona: alta en zonas aluviales y baja en sedimentos antiguos y lavados sobre los cuales evolucionan el suelo, materia orgánica variable. Posibilidad de deterioro estructural tanto de forma natural como inducido por el manejo. (Angelone, Garibay, & Casaux, 2006)
<b>Orthents</b>	Los orthents son suelos propios de pendientes donde la escorrentía no admite el desarrollo de los suelos en hondura a consecuencia de la erosión hídrica. Surgen especialmente en zonas forestales. Además, suelen surgir entisoles en áreas barrancosas con inundaciones seguidas que no aceptan el desarrollo en profundidad; por consiguiente, son suelos latentemente fértiles debido a las desiguales inundaciones, lo que permite utilizar para cultivos hortícolas y frutícolas. (Ibañez Asensio, Gisbert Blanquer, & Moreno Ramón, 2011)

*Nota:* Elaboración propia, basado en datos recopilados de los PDOT de (GAD MUNICIPAL LATACUNGA, 2016), (GADM PUJILÍ, 2014).

**Tabla 9**

*Tipos de Suelos de Latacunga y Pujilí*

<b>Latacunga</b>							
TIPOS DE SUELO	CARACTERÍSTICAS	Poalo		Eloy Alfaro		11 de Noviembre	
		Ext (Ha)	%	Ext (Ha)	%	Ext (Ha)	%
<b>Inceptisoles</b>	Cangahua pura erosionada	-	-	54.76	7.45	-	-
<b>Entisoles</b>	Suelo de ceniza arenoso profundo	351.1	60.8	632.2	86.07	292.4	81.33
<b>Mollisoles</b>	Cangahua pura erosionada	225.8	39.14	44.57	6.06	67.1	18.66
<b>Total</b>		<b>576.9</b>	<b>99.9</b>	<b>734.5</b>	<b>100</b>	<b>359.5</b>	<b>100</b>

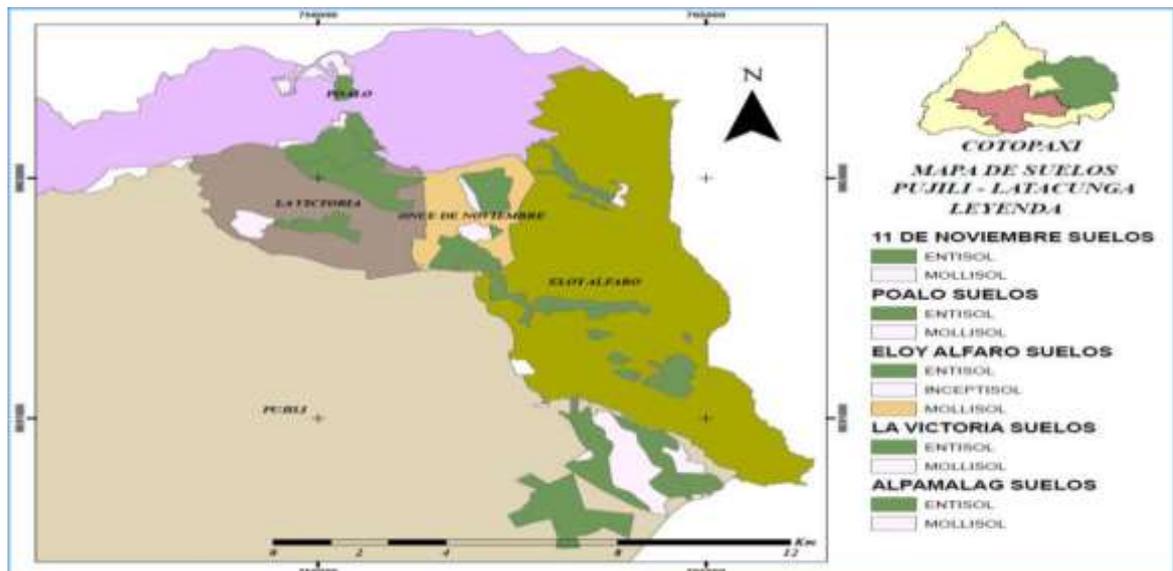
  

<b>Pujilí</b>					
TIPOS DE SUELO	CARACTERÍSTICAS	Alpamalag		La Victoria	
		Ext (Ha)	%	Ext (Ha)	%
<b>Orthents</b>	Cangahua pura erosionada	186.3	10,8	188.2	29,5
<b>Psamments</b>	Suelo de ceniza arenoso profundo	237.4	68,5	156.6	56
<b>Ustolls</b>	Cangahua pura erosionada	93.4	20,6	90	14
<b>Total</b>		<b>571.1</b>	<b>99,9</b>	<b>434.8</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 8**

*Mapa de Suelos*



Nota: Elaboracion propia.

## 12.4. Isoyetas

La información de isoyetas se define como curvas de igual precipitación que se encuentran en un mapa cartográfico, se utiliza información de las estaciones pluviométricas y la cantidad de lluvia registrada.

**Tabla 10**

*Isoyetas Latacunga - Pujilí*

<b>Latacunga</b>			<b>Pujilí</b>		
<b>Nivel</b>	<b>Precipitación</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Nivel</b>	<b>Precipitación</b>	<b>Área (Ha)</b>
Eloy Alfaro			Alpamalag		
Bajo (1)	0-500 mm	911	Bajo (1)	0-500 mm	1153
Bajo (2)	500-750 mm	505	Bajo (2)	500-750 mm	22
Poalo			La Victoria		
Bajo (2)	500-750 mm	418	Bajo (2)	500-750 mm	635
Medio (3)	750-1000 mm	259			
11 De Noviembre					
Bajo (2)	500-750 mm	360			
<b>Latacunga</b>			<b>Pujilí</b>		
<b>Precipitación</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Precipitación</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Porcentaje %</b>
0-500 mm	911	37.14	0-500 mm	1153	63.71
500-750 mm	1283	52.31	500-750 mm	657	36.29
750-1000 mm	259	10.55	Total	181	100
Total	2453	100			

*Nota:* Elaboración propia.

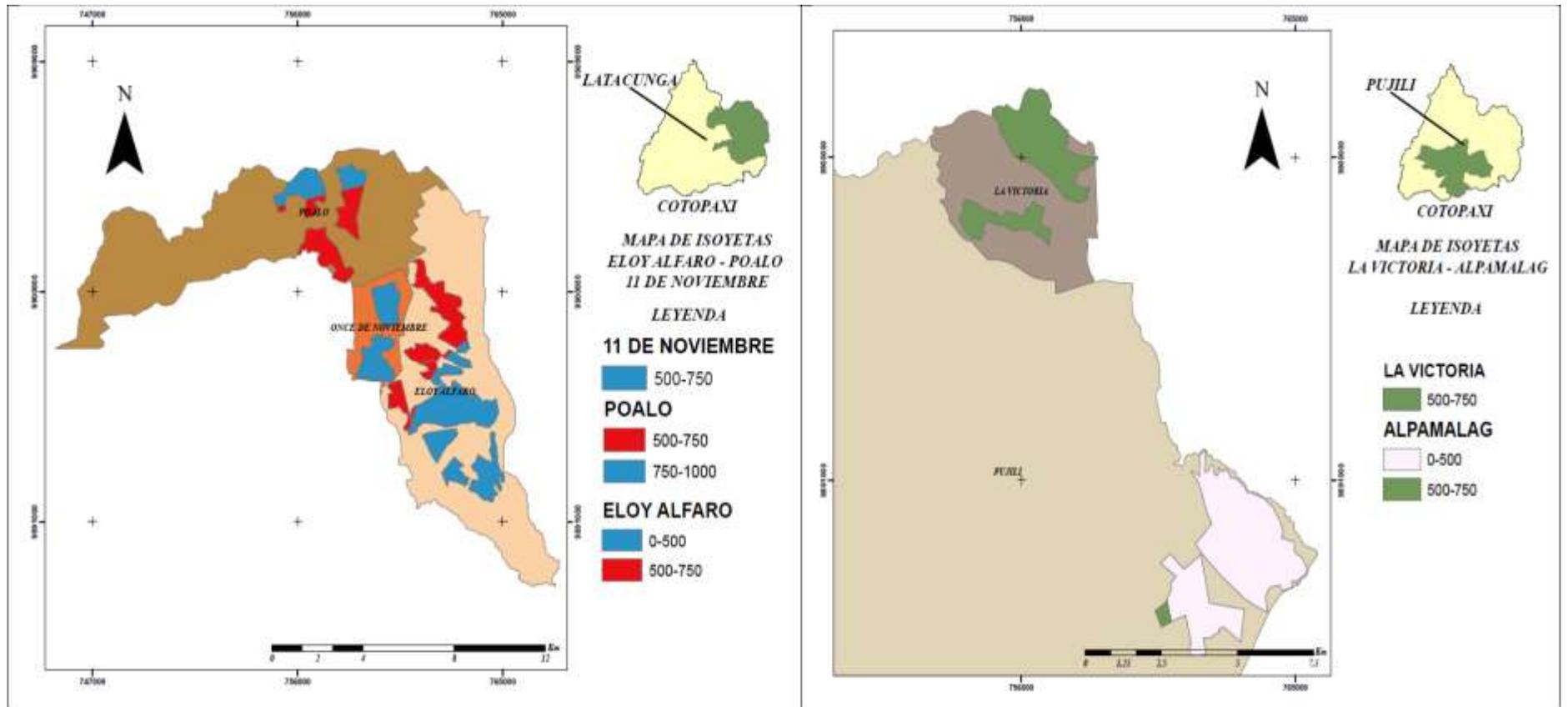
En el área de estudio es fundamental tomar a consideración el factor de las precipitaciones medido en milímetros que es igual al grosos de la lámina de agua formada a consecuencia de la precipitación, que se ubica encima de una zona plana e impenetrable (Monsalve Sáenz, 1999) . La precipitación es un constituyente detonante tomado en cuenta para la generación de la cartografía de susceptibilidad a deslizamientos. Para la generación del mapa Isoyetas se utilizó el shapefile Isoyetas que se obtuvo del (Secretaria Técnica Planifica Ecuador, 2010) y fue

elaborado por el (Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, 2015) en una escala de 1:50000.

La precipitación descrita en forma de Isoyetas indica que en la parroquia Poalo es donde se registra mayores valores de lluvia los cuales oscilan entre 750-1000mm, en las otras parroquias se anotan valores medios en la escala para ser susceptibles a zonas de sequía, que se ha comparado con la cartografía de cangahuas realizados por el MAG, lo que demuestra un incremento importante en el área de estudio. (Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, 2015)

**Figura 9**

*Mapa de Isoyetas Latacunga - Pujilí*



*Nota:* Elaboracion propia.

## 12.5. Clima

El clima del área de investigación referente a la cartografía se logró efectuar con los datos de shapefile Tipos Climáticos conseguidos del (Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, 2015) La información escogida en estaciones meteorológicas con las temperaturas y el grado de precipitaciones presentes, nos facilitó los datos para crear el mapa representativo de los climas presente en los cantones. (Vilca Hernández, 2018)

**Tabla 11**

*Datos de Climas rresentes en la Zona de Estudio*

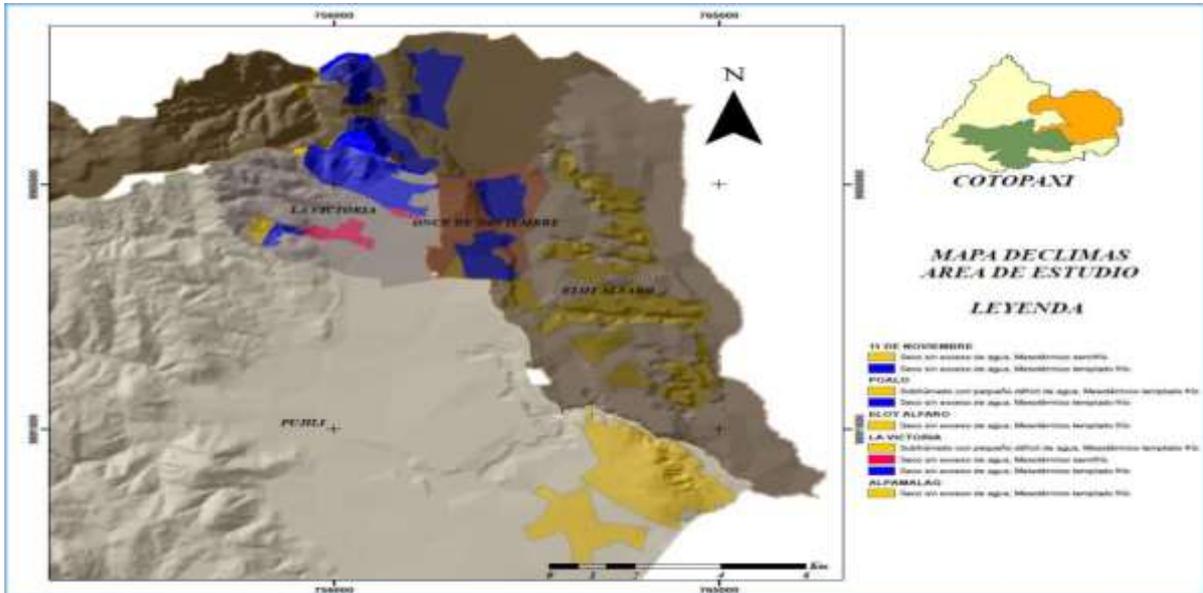
<b>Clima</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>%</b>
Clima seco sin exceso de agua, Mesotérmico templado frío	404	94,82
Clima seco sin exceso de agua, Mesotérmico semifrío	128	3,00
Clima Subhúmedo con pequeño déficit de agua, Mesotérmico templado frío	93	2,18
<b>Total</b>	<b>625</b>	<b>100</b>

*Nota:* Elaboracion propia.

Los climas presentes en la zona de estudio son tres, el clima con mayor presencia en la zona cantonal es el clima mesotérmico templado frío que tiene 404 Ha correspondientes al 94.82% en las parroquias de Eloy Alfaro, Poalo, 11 de Noviembre, Alpamalag, La Victoria; el clima mesotérmico templado semifrío se encuentra en 128 Ha correspondientes al 3% de la zona cantonal en las parroquias de 11 de Noviembre y La Victoria, por la diferencia de altura en las parroquias; el clima mesotérmico templado frío tiene una extensión de 93 Ha que es el 2,18% de la zona de estudio en la parroquia de Poalo.

**Figura 10**

*Mapa de Tipos Climaticos de Latacunga - Pujilí*



*Nota:* Elaboracion propia.

### **12.5.1. Zona de Vida**

El (MAE, 2013) afirma, que para la categorización de los ecosistemas se han creado a partir de la aplicabilidad del IVC (Clasificación Internacional de la Vegetación), de acuerdo al orden jerarquico se plantearon seis niveles de clasificacion en el que los componentes diagnósticos ingresaban para la enunciación de las unidades ambientales a diversas escalas espaciales iniciando desde los componentes más altos, se seleccionó para generar un sistema de clasificación jerárquico que permita agrupar ecosistemas a diferentes escalas espaciales en relación a los factores diagnósticos o clasificadores definidos en base a la evaluación de los dos sistemas usados como base conceptual.

El área de estudio según la clasificación de (Holdridge, 1978) tiene la zona de vida llamada *estepa Espinosa Montano-Bajo*, la cual se la puede localizar en el Callejón Interandino, creando sabanas, barrancos y valles muy secos como los de La Victoria, y Latacunga en la provincia del Cotopaxi. los límites de temperatura oxilan entre los 12 y 18° C, y toma una precipitación media anual entre los 250 y 500 milímetros. (Holdridge, 1978)

Mientras que para Pujilí, según la clasificación de (Holdridge, 1978), su zona de vida es el *Bosque Seco Montano-Bajo*, en sentido geográfico, esta zona de vida pertenece a las llanuras y barrancos secos del Callejón Interandino entre la cota de los 2.000-2,200 y 3.000 m.s.n.m. Dentro de este piso altitudinal, sendera con la estepa espinosa Montano Bajo y con el bosque húmedo Montano Bajo, hacia el interior de las Hoyas.

## 12.6. Cobertura Vegetal

La zona erosionada del área de estudio recoge una superficie característica en las parroquias de Eloy Alfaro, Poalo, La Victoria, 11 de Noviembre y Alpamalag, en los siguientes años estos datos probablemente cambiarán debido a las actividades que se realizan, las cuales se pueden mencionar el monocultivo de maíz y cultivos de ciclo corto cuya cobertura es una parte demostrativa del territorio de la zona de estudio, y en un área pequeña se encuentra vestigios de suelos ya erosionadas. (“GAD Municipal de Latacunga,” 2017)

**Tabla 12**

*Datos del Uso de Suelo en Latacunga - Pujilí*

<b>Alpamalag</b>			
<b>Uso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Área/Ha</b>	<b>%</b>
Ae	Área erosionada	343.9	55,38
Cd-	50% cultivo de cebada con 50% cultivo de maíz	209.2	33,70
Cm			
Cm/Ae	Áreas erosionadas en las cuales aún se registran vestigios de cultivos de maíz	2.42	0,39
Cm/Cc	70% Cultivo de maíz con 30% cultivo de ciclo corto	37.13	5,98
Pc/Ce	70% Pasto cultivado con 30% cultivo de cereales	1.92	0,31
Pn/Er	70% Pasto natural con 30% afloramiento rocoso	6.08	0,98
Va	100% Vegetación arbustiva	20.18	3,25
<b>Total</b>		<b>621</b>	<b>100</b>
<b>La Victoria</b>			
<b>Uso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Área/Ha</b>	<b>%</b>
Ae	Área erosionada	24.76	7,42
Bp	100% Bosque plantado	65.17	19,63

Cd/Af	Cultivos de cebada en áreas con fuerte proceso de erosión	27	8,13
Ce-Cm	50% Cultivo de cereales con 50% cultivo de maíz	1.09	0,33
Ce/Af	Cultivo de cereales en áreas con fuerte proceso de erosión	1.48	4,46
Cm/Ae	Áreas erosionadas en las cuales aún se registran vestigios de cultivos de maíz	0.26	0,08
Cm/Af	Cultivo de maíz en áreas con fuerte proceso de erosión	11.08	3,34
Cm/Bp	70% Cultivo de maíz con 30% bosque plantado	49.09	14,77
Cm	100% Cultivo de maíz	138.9	41,84
<b>Total</b>		332	100

#### Eloy Alfaro

Uso	Descripción	Área/Ha	%
Ae	Área erosionada	245.8	32,96
Cc/Af	Cultivos de ciclo corto en áreas con fuerte proceso de erosión	14.24	1,91
Ce-Pc	50% Cultivo de cereales con 50% pasto cultivado	18.50	2,48
Ce/Cm	70% Cultivo de cereales con 30% cultivo de maíz	7.90	1,06
Cm	100% Cultivo de maíz	52.74	7,07
Cm/Ae	Áreas erosionadas en las cuales aún se registran vestigios de cultivos de maíz	27.45	3,68
Cm/Cc	70% Cultivo de maíz con 30% cultivo de ciclo corto	33.27	4,46
Pc-Va	50% Pasto cultivado con 50% vegetación arbustiva	14.77	1,98
Va	100% Vegetación arbustiva	8.42	1,13
Va/Er	70% Vegetación arbustiva con 30% afloramiento rocoso	9.99	1,34
Cm	100% Cultivo de maíz	301.2	40,38
U	100% Área urbana	11.6	1,56
<b>Total</b>		746	100

#### Poalo

Uso	Descripción	Área/Ha	%
Ae	Área erosionada	308.7	49,64
Bp/Cm	70% Bosque plantado con 30% cultivo de maíz	12	1,93
Cc/Af	Cultivos de ciclo corto en áreas con fuerte proceso de erosión	37.4	6,02
Cd	100% Cultivo de cebada	0.49	0,08
Cm/Bp	70% Cultivo de maíz con 30% bosque plantado	37	5,95
Pc/Af	Pasto Cultivado en áreas con fuerte proceso de erosión	29.98	4,82

Pc/Cw	70% Pasto cultivado con 30% cultivo de brócoli	3.60	0,58
U	100% Área urbana	18.59	2,99
Cm	100% Cultivo de maíz	174.03	27,98
<b>Total</b>		622	100
<b>11 de Noviembre</b>			
<b>Uso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Área/Ha</b>	<b>%</b>
Ae	Área erosionada	14.51	4,09
Bp/Pc	70% Bosque plantado con 30% pasto cultivado	13.88	3,91
Cc/Af	Cultivos de ciclo corto en áreas con fuerte proceso de erosión	87.01	24,51
Cm	100% Cultivo de maíz	20.48	5,77
Cm/Cc	70% Cultivo de maíz con 30% cultivo de ciclo corto	12.95	3,65
Cm	100% Cultivo de maíz	206.14	58,07
<b>Total</b>		355	100

*Nota:* Elaboracion propia.

De la zona total de estudio las áreas erosionadas o inservibles ocupan de 1116.82 Ha el 41.73% de un total de 2676 Ha, dato significativo ya que demuestra que el suelo y la cobertura mantiene vegetación, no obstante la mayoría de esta vegetación es consignada a los cultivos por lo cual a futuro las áreas erosionadas crecerán notablemente y perturbará al deterioro químico y físico del suelo, por tanto las principales procedencias del desarrollo de la erosión de este tipo de suelos son el uso inadecuado de los mismo con monocultivos, fertilizantes, siembra sobre terrenos muy escarpados, suelos pobres en nutrientes, así como la escasez de agua y la falta de capacitación a los agricultores que sobreexplotan el suelo (Cadena & Rivera, 2014)

Dentro de la cobertura vegetal encontrada en la zona de estudio están las áreas erosionadas que ocupa 51.76 Ha siendo el 15.59% de la zona, es la cobertura con una extensión considerable en la Parroquia la Victoria, la vegetación presente en este uso, es al desarrollo de cultivos de maíz y cultivos de cereales, pasto cultivado, vegetación arbustiva. (“GAD Municipal de Pujili,” 2017)

En la cobertura vegetal encontrada las áreas erosionadas que ocupa 346.61 siendo el 55.72% de la zona, es la cobertura con mayor extensión en Poaló.(Cadena & Rivera, 2014), esta situación hace ver que el proceso de deterioro de los suelos cada vez merma la posibilidad de producción

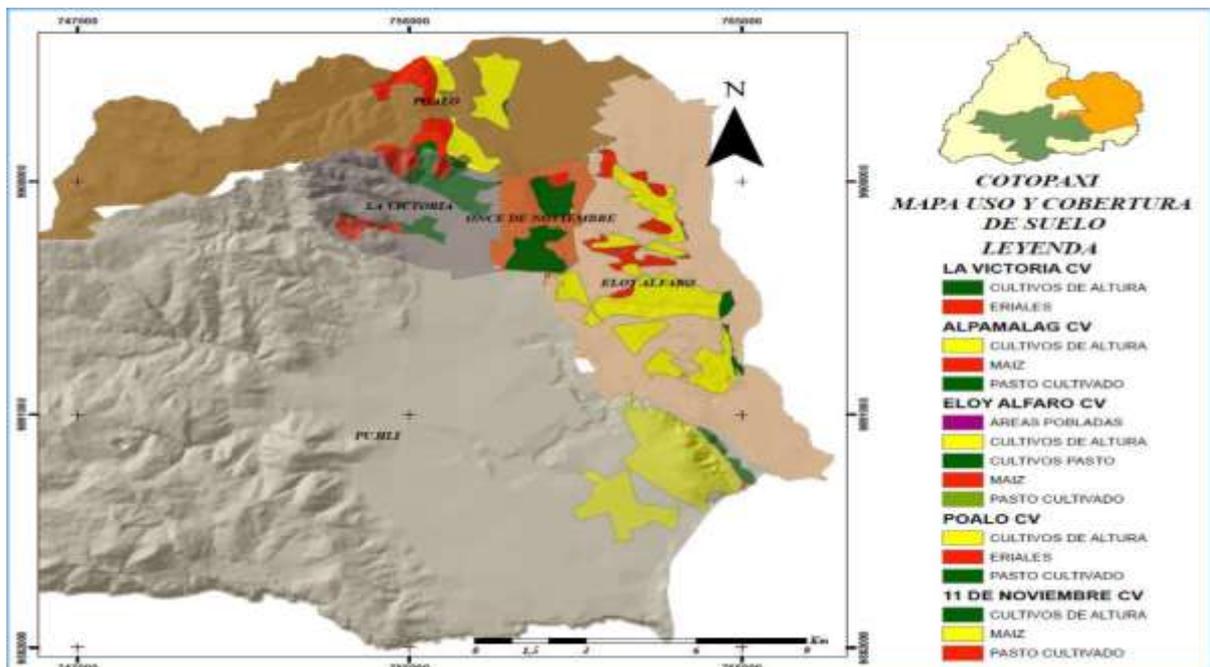
de alimentos y con ello las posibilidades de acceso a alimentos seguros y sanos es cada vez más difícil. Entorno que limita la necesidad de preservar los suelos de las técnicas de producción que, a más de la erosión física del suelo, hacen que vaya disipando el interés de la población por velar y proteger su medio de soporte económico, la vegetación presente en este uso, es al desarrollo de cultivos de maíz, cultivos de cebada, cultivos de Brócoli, bosque plantado y área urbana. (GAD Parroquial San José de Poaló, 2015) (Herdoíza Dávila, 2010)

Los suelos de la parroquia 11 de Noviembre, entre 2900-3200 msnm, presentan escasos de agua de riego, sin embargo, su suelo es apto para cultivos de cereales ya que la vegetación presente favorece el desarrollo de cultivos de maíz, pasto cultivado, bosque plantado. (SENPLADES, 2011)

La zona antrópica del área de estudio, son las zonas de construcción y el área utilizadas por el hombre para su comodidad, esta acción antrópica del crecimiento urbano como la construcción de carreteras y edificios hace agrandar las zonas.

**Figura 11**

*Mapa de Uso y Cobertura de Suelo de Latacunga - Pujilí*



*Nota:* Elaboración propia.

## 12.7. Susceptibilidad a Erosión y Suelos de Cangahua con sequia

Con la utilización de la cartografía realizada en cada localización y en correspondencia a la metodología propuesta dentro del presente trabajo se realizó el mapa de susceptibilidad a erosión de suelos y suelos de cangahua, en el cantón Latacunga, en las parroquias Eloy Alfaro, Poalo y 11 de Noviembre, y en el cantón Pujilí en las parroquias Alpamalag y La Victoria, se evidenció la presencia la potencial amenaza de erosión de suelo y el incremento de suelos de cangahua ligados a la sequía, obteniendo estos resultados gracias a la utilización de Model Builder en el programa informático ArcGIS 10.5 y la valoración a los factores mediante un análisis multicriterio con la siguiente ponderación: pendiente (30%), formaciones geológicas (20%), cobertura vegetal (20%) y precipitación (30%); el nivel muy bajo o nulo posee pendientes menores a 12 % y precipitación que oscilan entre 0 a 500mm; Bajo con pendientes de 12 a 25% y precipitación de 500 a 750mm; Medio o moderado con pendiente mayor a 25% y precipitación de 750 a 1000mm, cada una de las zonas mencionadas anteriormente se encuentran en la zona de cangahua, delimitada por parte del MAG, en el mapa temático de cangahuas de la sierra Ecuatorial. (Ver Anexo 10)

**Tabla 13**

*Susceptibilidad a erosión de Latacunga - Pujilí*

<b>Latacunga</b>								
<b>Deslizamientos</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Eloy Alfaro</b>		<b>Poalo</b>		<b>11 de Noviembre</b>	
			<b>Área (Ha)</b>	<b>%</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>%</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>%</b>
Muy bajo o Nulo	0-12	0-500	479.9	64,33	445	71.54	172	48.45
Bajo	12-25	500 – 750	223.4	29.95	58.9	9.48	83	23.38
Medio o Moderado	50-70	500 – 750	42.67	5.72	54	8.68	31	8,73
Alto	>70	750 – 1000			64	10.45	69	19,43
Total			746	100	622	100	355	100
<b>Pujilí</b>								
<b>Deslizamientos</b>			<b>Alpamalag</b>			<b>La Victoria</b>		

	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>%</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>%</b>
Muy bajo o Nulo	0-12	0-500	224	36.03	138.6	41.77
Bajo	12-25	500 - 750	164.57	26.49	70.91	21.36
Medio o moderado	25-50	500 - 750	106.61	17.71	35.69	10.75
Alto	50-70	500 - 750	33.84	5.45	62.31	19.77
Muy Alto	>70	750 - 1000	88.86	14.31	20.98	6.32
		<b>Total</b>	<b>621</b>	<b>100</b>	<b>332</b>	<b>100</b>

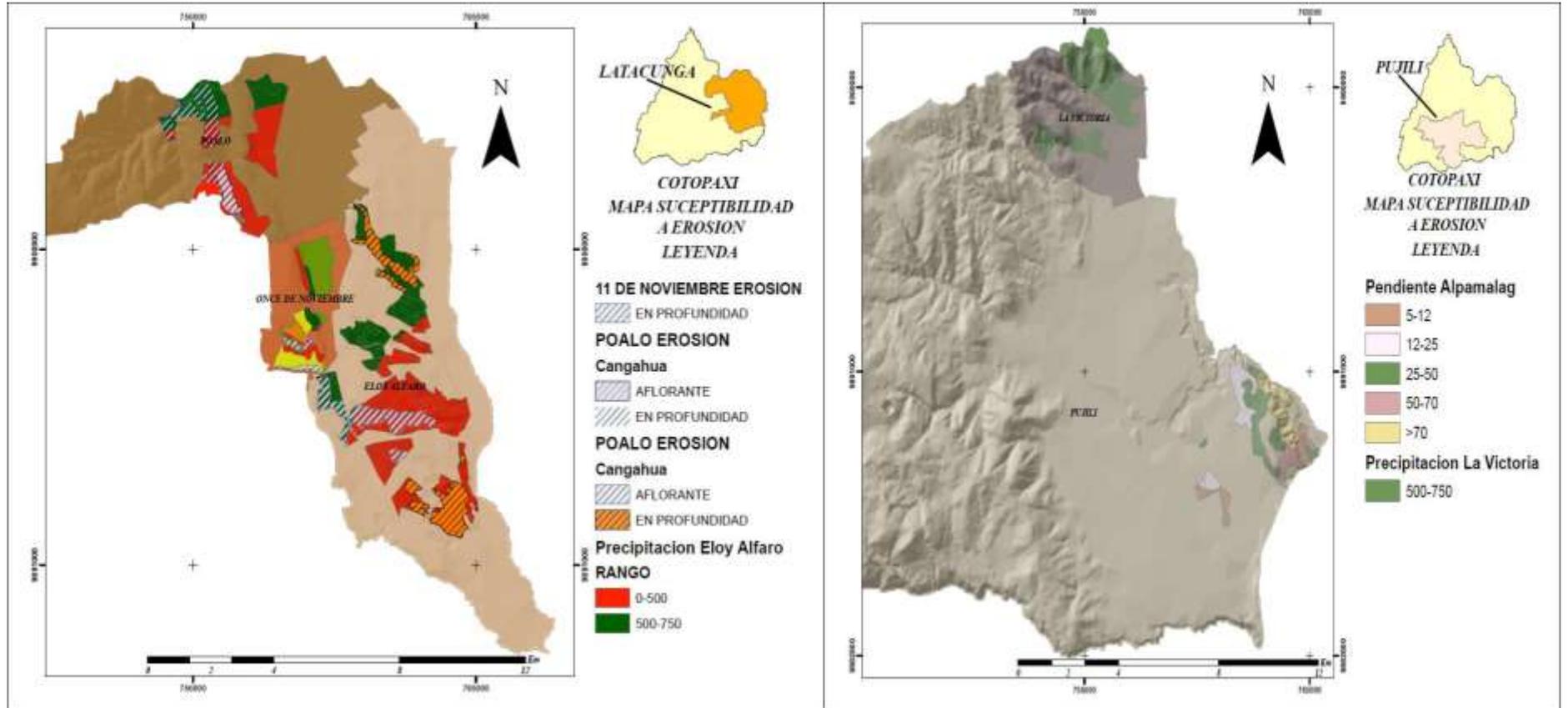
*Nota:* Elaboracion propia.

En la parroquia Eloy Alfaro el grado de susceptibilidad es muy bajo o nulo ya que posee una extensión de 479.9 Ha correspondientes al 64.33% de 746 Ha; Con similar valor se encuentra la parroquia Poalo que tiene un grado de susceptibilidad de 445 Ha correspondientes al 71.54% de 622 Ha, mientras que para la parroquia 11 de Noviembre el grado de susceptibilidad es bajo con una extensión de 172 Ha correspondientes al 48.45% de 355 Ha; para la parroquia La Victoria el grado de susceptibilidad es muy bajo nulo con una extensión de 138.6 Ha; mientras que en Alpamalag se evidencio que 224 Ha corresponden a un grado de susceptibilidad muy bajo de 621 Ha, en estas zonas las pendientes que resaltan son entre 0 a 12 grados que es un aumento de suelos erosionados, y sumando suelos de cangahuas en el área de estudio.

En esta zona la litología constituye los depósitos de roca con piroclastos y arcillas marinas de estuario: andesitas a riolitas, piroclastos, lutitas, grauwas, y rocas ultra básicas, flujos de lava piroclastos andesíticos a riolíticos. En relacion a la cobertura vegetal se observa la presencia de tierras erosionadas en su mayor parte en la parroquia La Victoria y Alpamalag, la totalidad de la zona de estudio cubren los cultivos de maíz y cultivos de ciclo corto con afloramiento rocoso, bosques plantados y áreas erosionadas, el uso antrópico es decir asentamientos humanos, en el cantón de Pujilí.

**Figura 12**

*Mapa de Susceptibilidad a Erosión y Suelos de Cangahua de Latacunga - Pujilí*



Nota: Elaboracion propia.

## 12.8. Cuantificación de Afectados

Con la superposición de la cartografía realizada y enfocados al modelo propuesto para esta investigación se realizó el mapa de susceptibilidad a erosión en el cantón Latacunga y Pujilí, en la zona de estudio se evidenció el incremento de zonas erosionadas, y el incremento de zonas secas, lo cual genera una amenaza socio ambiental a la población circundante al área de estudio.

La extensión total del área de estudio de Latacunga y Pujilí es de 2.676 Ha; En la parroquia Eloy Alfaro, con los datos arrojados de la interpretación de la cartografía las zonas secas se han incrementado en un 20.28%, los cuales están fuera de los límites demarcados en el shapefile de cangahua realizado por el MAG, en este porcentaje se encuentran 24 propietarios de predios extensión de suelos a recuperar 57.18 (Ha); para la parroquia de Poalo, las zonas secas se han incrementado en un 19.63%, en este porcentaje se encuentran 22 propietarios de predios, con una extensión de suelos a recuperar de 55.35 (Ha); En la parroquia 11 de Noviembre con los datos obtenidos de la interpretación cartográfica las zonas secas se han incrementado en un 17.68%, en este porcentaje se encuentran 17 propietarios de predios, extensión de suelos a recuperar 49.84 (Ha), con un total de 63 afectados. (Ver Anexo 11)

En la parroquia La Victoria las zonas secas se han incrementado en un 22.51%, en este porcentaje se encuentran 26 propietarios de predios, extensión de suelos a recuperar 63.46 (Ha); En la parroquia Alpamalag, las zonas secas se han incrementado en un 19.90%, en este porcentaje se encuentran 23 propietarios de predios, extensión de suelos a recuperar 56.09 (Ha), con un total de 49 afectados. (Ver Anexo 11)

**Tabla 14**

*Cuantificación de afectados*

Sector	Área Total (Ha)	%	Área a Recuperar (Ha)	%	Afectados	%
Alpamalag	571,1	21,34	56,09	19,90	23	20,54
La Victoria	434,8	16,24	63,46	22,51	26	23,21
Eloy Alfaro	734,5	27,44	57,18	20,28	24	21,43
Poaló	576,9	21,55	55,35	19,63	22	19,64
11 de Noviembre	359,5	13,43	49,84	17,68	17	15,18
Total	2676,8	100	281,92	100	112	100

*Nota:* Elaboración propia.

Los estudios que se han realizado en los cantones por parte del MAG y el Instituto Ecuatoriano Espacial (IEE, 2013) se orientan unicamente a establecer las zonas susceptibles a zonas de erosión para la conservación de suelos; Dentro de la investigación, se evidencio cuáles son las zonas susceptibles a erosión, las cuales presentan un riesgo de amenaza moderado, además de un alto uso para la agricultura, las zonas de urbanización o con presencia de asentamientos humanos, estas se ven afectadas en la perdida de suelos fértiles, lo cual afecta en la soberanía alimentaria. Esto se evidenció con las salidas de campo y la comparación con los puntos GPS tomados en las zonas de estudio y la cartografía existente de zonas de cangahua por parte del MAG, se evidencia que hace falta mayor información geográfica e historial de estos eventos en la zona de estudio.

**Figura 13**

*Cuantificación de Afectados*



Nota: Elaboracion propia.

### 13. IMPACTOS (Técnicos, Sociales, Ambientales O Económicos)

#### 13.1. Socio - Económicas

Este trabajo investigativo y de apoyo social se enmarca en la nueva vison de la geografía en la que se encuentra la interrelación de la sociedad con la naturaleza, con la acción del hombre que causa multiples impactos en el medio natural, produciendo un medio geografico intervenido en

muchos casos de un modo negativo, por lo cual la aplicación de la propuesta de recuperación mecánica de suelos, será favorable en el ámbito social, puesto que mejorara la calidad en la producción agropecuaria de la población aledaña al área de estudio, la cual se verá reflejada en el ámbito económico de la población, ya que generara oportunidades encaminadas a la agricultura, como medio de subsistencia, permitiendo un mejor nivel de vida y precautelando la soberanía alimentaria del sector y el buen vivir de la sociedad civil.

### 13.2. Ambientales

Con el diseño de la propuesta de recuperación de suelos en las parroquias de los cantones Latacunga y Pujilí, se podrá rehabilitar el recurso suelo pero no a condiciones similares a las originales, en estudios realizados en sectores de similar geomorfología, arrojan como resultado de la implantación del método, el incremento del 50% en productividad, por cuanto se mermara el incremento porcentual de los suelos de cangahua en un 40% en el sector, mejorando el ambiente, paisaje y entorno del área de estudio.

## 14. PRESUPUESTO

**Tabla 15**

*Presupuesto*

<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>						
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario</b>	<b>Valor Total</b>		
			<b>(\$)</b>	<b>(\$)</b>		
<b>Transporte y salida de campo</b>						
Transporte diferentes puntos						
Viajes a todo el tramo (parroquia Eloy Alfaro, Poalo, 11 de Noviembre, La Victoria, Ipamalag)	10	u	15	150		
Trámites para los mapas topográficos	10	u	15	150		
	5	u	15	75		

<b>Materiales Y Suministros</b>				
Mapas Geográficos	Global			
Software	6	Horas	50	250
Cronometro	4	Horas	25	300
Gps	10	Horas	10	100
				100
<b>Gastos Varios</b>				
(Refrigerios)	Global			150
<b>Otros Recursos</b>				
Recurso humano en asesoría técnica y capacitación.	Horas	60	RMBU	330
<b>Total</b>				<b>\$1605</b>

*Nota:* Elaboracion propia.

## 15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 15.1. Conclusiones

Para la cuantificación del proceso erosivo e incremento en extensión de cangahuas en los suelos de los cantones Latacunga y Pujilí, se realizó el cálculo de tasas de erosión, utilizando la metodología cuali-cuantitativas y cartográfica, en función de factores climáticos, susceptibilidad de los suelos, pendientes, longitud de pendiente y cobertura vegetal, isoyetas. Con la superposición de cartografía, se determinó valores de suelos de cangahua en las parroquias, Eloy Alfaro, Poalo, 11 de Noviembre, La victoria y Alpamalag, con una extensión de 1116.82 (ha) correspondiente al 41.73% de las 2676 (ha), registradas en el mapa de cangahuas que realizo el MAG, en el año 2017.

Se realizó un mapa en base a la vectorización de la información raster y análisis geo estadístico. Con esta información se elaboró una tipificación de clases porcentuales para pendiente que oscila de 0° a 50°, , en Latacunga las pendientes que son menores a 5° se encuentran en 137.68 (ha) que corresponden al 8.03%; 203.55 (ha) con pendientes que oscilan del 5° a 12° ocupando el 11.88%; 217.96 (ha) con pendientes entre 12° - 25° corresponde al 12.72%; 597.5 (Ha) con pendientes entre 25° – 50° corresponden a 34.88%; 426.2 (Ha) con pendientes entre 50° – 70° que correponde al 24.88 y 130 (Ha) con pendientes mayores a 70° que 48

corresponden al 7.58%, de un total de 1712.84 (ha). En Pujilí se obtuvo los siguientes datos, 244.14 (ha) con pendientes menores al 5°, que corresponden al 25.62%; 143.85 (ha) con pendientes que oscilan entre los 5° a 12°, que representan el 15.09%; 187.07 (ha) con pendientes entre 12° – 25° corresponde al 19.63%; con pendientes que oscilan de 25° a 50°, 152.52(Ha) que representan el 16%; con pendientes de 50° a > 70° con una extensión de 225.31(Ha) que representa el 23.63% de un total de 952.89 (ha) Los resultados demuestran que alrededor del 50% de la superficie de terreno de estudio cuenta con pendientes en un intervalo de 25 ° - 50 ° lo que las hacen propensas a deslizamientos.

Se estableció en la zona de estudio que el suelo de uso agrícola corresponde al 26, 37% de la superficie total con un predominio de cultivos de ciclo corto adicionalmente para los resultados de susceptibilidad a erosión y suelos de cangahua con sequía, donde se utilizó la superposición de cartografía de pendiente, precipitación, cobertura vegetal, se cuantificó la pérdida de productividad de los suelos por parroquias siendo así; Eloy Alfaro cuenta con una pendiente entre 0 – 12 la cual según la ponderación corresponde a nulo con una extensión de 53.33 Ha que corresponde al 8.65% de un total de 615.89 Ha, Poalo con similares condiciones litológicas con una extensión 182.67 Ha que corresponde al 29.37% de 621.77 Ha, 11 de Noviembre la geomorfología con una pendiente de 0 – 12 con ponderación bajo, con una extensión de 105.23 Ha que corresponde al 60.8% de 172.87 Ha, con respecto a la cobertura vegetal se evidencia la presencia de tierras erosionadas en su mayor parte en la parroquia La Victoria y Alpamalag, la zona de estudio cubren de cultivos de maíz y cultivos de ciclo corto con afloramiento rocoso, bosques plantados y áreas erosionadas, el uso antrópico es decir asentamientos humanos, en el cantón de Pujilí.

En la parroquia Eloy Alfaro, a partir de la interpretación de la cartografía, fue posible determinar que las zonas secas han incrementado en un 20.28 %, en este porcentaje se encuentran 24 propietarios de predios, la extensión de suelos a recuperar es 57.18 (Ha), en la parroquia Poalo, las zonas secas se han incrementado en 19.63%, se encuentran 22 propietarios de predios, con una extensión de suelos a recuperar 55.35 (Ha); En la parroquia 11 de Noviembre con los datos obtenidos de la interpretación de la cartografía, las zonas secas se han incrementado en un 17.68%, en este porcentaje se encuentran 17 propietarios de predios, extensión de suelos a recuperar 49.84 (Ha), con un total de 63 afectados. En la parroquia La Victoria las zonas secas se han incrementado en un 22.51%, en este porcentaje se encuentran

26 propietarios de predios, extensión de suelos a recuperar 63.46 (Ha); En la parroquia Alpamalag, las zonas secas se han incrementado en un 19.90%, en este porcentaje se encuentran 23 propietarios de predios, extensión de suelos a recuperar 56.09 (Ha), con un total de 49 afectados.

Se realizó una propuesta estratégica en relación con los resultados obtenidos en el presente estudio intentando priorizar los problemas encontrados tras la investigación y con ello generar perspectivas de concientización ambiental dentro de los involucrados en la localización, resaltando la existencia de pendientes moderadas y baja precipitación por lo cual se propone la utilización del método de recuperación de suelo mecánico por rotura ya que ayuda eliminar la compactación del mimos, para el aporte de materia orgánica se plantea utilizar las especies vegetales Alfalfa, Vicia, y Cebada, además la colocación de barreras vivas, y la utilización de hidro retenedores que facilitara la subsistencia de la recuperación.

### ***15.2. Recomendaciones***

Los GAD's Municipales de Latacunga y Pujilí debe llevar estudios relacionados a la gestión de riesgos en el cantón, debido a la expansión urbana a la que está sometida el territorio, así como también controlar el uso agrícola dentro de su jurisdicción, controlar los sistemas de cultivos ya identificados para que no generen daños socio económicos, socio ambientales y se asegure la soberanía alimentaria y el buen uso del recurso suelo.

Fomentar el trabajo de GADs en conjunto con la academia (Universidad Técnica de Cotopaxi) y entes gubernamentales (MAG, MAE, SENAGUA), para que los estudios referentes al manejo de riesgos sean más completos y puedan generar una mayor aplicación de éstos, realizando un análisis multitemporal de las características de los suelos, uso y cobertura vegetal de los cantones, para anticiparse a los acontecimientos de los fenómenos de erosión.

Incentivar a la Universidad Técnica de Cotopaxi mantener la investigación y esfuerzos, enmarcados en el tema de recuperación del recurso suelo, tomando en cuenta el método mediante la roturación de suelos, y se investigue, compare y valide sus resultados positivos, en conjunto con los entes gubernamentales correspondientes, en la línea de investigación que mantiene "Mi Tierra"

Mantener capacitados a los agricultores del sector, por un lado, el control de la erosión debe ser mediante la aplicación de prácticas agronómicas y mecánicas en función de las características particulares de cada suelo, además de la socialización del uso adecuado de los suelos por parte de la población en función de políticas nacionales para precautelar la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana partiendo desde lo que establece el marco legal.

## **PROPUESTA REHABILITACIÓN DE SUELOS CON CANGAHUA ORIENTADO A LA PRODUCCIÓN**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En los 5 sectores de Latacunga y Pujili tenemos 281,92 ha de suelos con cangahua, erosionados, degradados por la sequia y restoe volcánicos, los mismos que se tomaran en cuenta para la elaboración de la presente propuesta, como sabemos el inadecuado manejo del suelo y las condiciones geológicas y geomorfológicas, ha conllevado al deterioro de sus características físicas, químicas y biológicas, áreas que han sido transformadas en zonas improductivas las cuales no han tenido el adecuado tratamiento y han sufrido procesos de degradación, las cuales requieren ser rehabilitadas debido a las exigencias del crecimiento demográfico y distribución poblacional en el territorio por lo que es necesario recuperar estos espacios a fin de no poner en riesgo la seguridad alimentaria, los recursos económicos y el futuro de los suelos de estos sectores.

Desde hace años esta realidad ha venido ocurriendo en gran cantidad de suelos en la provincia de Cotopaxi y particularmente en los cantones de Pujilí y Latacunga así como también en otros sectores del País por ello el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP), ha procedido a generar procesos de recuperación de suelos preferentemente cangahuas.

Sin embargo, el proceso de roturación de cangahuas no es el único paso que se debe seguir para la recuperación de los suelos ya que como se pudo ver en la fundamentación teórica de la presente investigación se evidencia de que las cangahuas son suelos que no tienen macro y micro componentes que le dan la fertilidad al suelo. Por ello como grupo investigador creemos importante que parte de la recuperación de suelos con cangahua debe ser la incorporación de

materia Orgánica a los mismos así como también generar condiciones de humedad necesaria para que los cultivos puedan desarrollarse, en ese marco.

La presente propuesta busca generar a través de mezclas de pastos la incorporación de macro y micro nutrientes, carbono, nitrato, fosforo, etc. Los cuales le den niveles de fertilidad a dicho suelo y así como la aplicación de sustratos hidratables como la lluvia sólida los cuales permitan tener una hidrorretención del suelo para su proceso fenológico, en este caso la hidrorretención se realizara a travez de geles hidratables que son denominado lluvia sólida los cuales garantizaran que los pastos o mezclas forrajeras que sean sembrados en el lugar mantengan la humedad necesaria para su crecimiento y desarrollo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Desarrollar la propuesta para el tratamiento y la recuperación de suelos mediante la roturación de suelos , hidrorretenedores y mezclas forrajeras, aplicable a la zona de estudio.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Disminuir los impactos socio-ambientales mediante la aplicación de uso de tractor rotulador en suelos con vestigios volcánicos (Cangahua) para tener suelos productivos; y con ello mantener un equilibrio entre el recurso básico; suelo y ser humano en un marco de desarrollo sustentable.

Concienciar a los sectores beneficiarios directos e indirectos sobre la importancia de la conservación y protección de los recursos básicos frágiles suelo mediante uso de abonos verdes, mezclas forrajeras.

Establecer alternativas de aprovechamiento y protección del recurso suelo, que asegure la provisión de alimento en calidad y cantidad para las presentes y futuras generaciones.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

Se determinó que los suelos con uso agrícola en el área de estudio corresponde al 26.37% de la superficie total, donde predominan cultivos de ciclo corto, además se evidencia que los procesos erosivos afectan a estos suelos en su capa productiva hasta llegar a su pérdida total, además se evidencio que en las 5 parroquias de los 2 cantones la tasa de crecimiento es positivo con un 16% y con ello crece también la necesidad de satisfacer las necesidades básicas como la alimentación. Con ello también contrastamos que en las 5 parroquias que corresponden al área de estudio las zonas secas van en aumento desde un 5% hasta un 15% y además carecen de agua de riego y las precipitaciones son escasas, por estas razones. La presente propuesta corresponde a un Plan de rehabilitación de suelos con cangahua, erosionados, degradados, y que amenaza en un futuro la pérdida total de suelos productivos de los sectores de estudio va en ascenso, la sistematización de los resultados fue analizada, con la finalidad de buscar propuestas y soluciones participativas que estén encaminadas a convertir suelos con cangahua en suelos productivos mediante la rotulación de suelos uso de abonos orgánicos, mezclas forrajeras e hidrogeles, con la finalidad que el presente Plan contribuya a frenar el avance devastador de suelos erosionados, ayude a la producción de suelos con cangahua y que éste sea la base para buscar la sustentabilidad socioeconómica y progreso de los sectores del cantón Latacunga y Pujilí y con ello cada uno de los sectores beneficiarios.

El presente trabajo investigativo también se alinea con las líneas de investigación institucional así como es el programa desarrollo de mi tierra de la Facultad CAREN los mismos que ayudarían mediante capacitaciones y estrategias para obtener buenos resultados.

#### 4. BASE LEGAL

**Tabla 1**

*Base legal*

		<i>La naturaleza tiene derecho a la restauración.</i>
<b>Constitución del Ecuador</b>	Derechos de la naturaleza en la Constitución de 2008	<i>Observaciones (Régimen del Buen Vivir)</i> <i>En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.</i>
<b>COA</b>	<b>TITULO II</b> De los derechos, deberes ambientales	<i>Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:</i> <i>Num 5.- La conservación y uso sostenible del suelo que prevenga la erosión, la degradación, la desertificación y permita su restauración;</i>
	<b>CAPITULO VI</b> Restauración ecológica, plantaciones forestales	<i>Art. 118.- Restauración ecológica. En las actividades de restauración ecológica de suelos o ecosistemas se priorizará la regeneración natural cuando esta sea posible técnica, económica y socialmente.</i> <i>Art. 121.- Monocultivos. Se podrán establecer monocultivos en las plantaciones forestales realizadas en áreas degradadas o en proceso de desertificación determinadas en el plan de ordenamiento territorial.</i>

LIBRO SEXTO de los incentivos ambientales titulo i	<p><i>Art. 282.- Criterios para el otorgamiento de incentivos. La Autoridad Ambiental Nacional tendrá en cuenta los siguientes criterios para diseñar y otorgar incentivos ambientales: 1. La reducción de los impactos que afectan al ambiente y la prevención de los daños ambientales;</i></p> <p><i>2. El aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y la restauración de los ecosistemas;</i></p> <p><i>3. La innovación tecnológica y el uso de las mejores técnicas disponibles que causen menos impactos al ambiente;</i></p> <p><i>4. La aplicación de buenas prácticas ambientales y de procesos de producción más limpia;</i></p>
<p><b>Objetivo 2</b></p> <p>2.4 Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible</p> <p><b>LA AGENDA 2030 OBJETIVOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE</b></p>	<p><i>2.4 Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra.</i></p> <p>Objetivo 15</p> <p><i>15.3 Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo.</i></p>
Según el Plan Nacional del Buen Vivir	<p><i>Política 11.3. Impulsar las condiciones productivas necesarias para el logro de la soberanía alimentaria.</i></p> <p><i>c. Incentivar programas de conservación y recuperación de productos y semillas tradicionales.</i></p>

<p>LEY ORGANICA DEL REGIMEN DE LA SOBERANIA ALIMENTARIA</p>	<p><b>Capítulo III</b> Comercialización y abastecimiento agroalimentario</p>	<p><i>Art. 26.- Regulación de la biotecnología y sus productos. - Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente y solo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrá introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales.</i></p> <p><i>Que, el Art. 281 de la Constitución de la República establece que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades dispongan de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente;</i></p>
<p><b>LEY ORGANICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTION DE SUELO</b></p>	<p>PRINCIPIOS Y REGLAS GENERALES Tratamientos urbanos para suelo rural</p>	<p><i>d) Tratamiento de promoción productiva. Se aplica a aquellas zonas rurales de producción para potenciar o promover el desarrollo agrícola, acuícola, ganadero, forestal o de turismo, privilegiando aquellas actividades que garanticen la soberanía alimentaria, según lo establecido en la legislación agraria.</i></p> <p><i>e) Tratamiento de recuperación. Se aplica a aquellas zonas de suelo rural de aprovechamiento productivo o extractivo que han sufrido un proceso de deterioro ambiental y/o paisajístico, debido al desarrollo de las actividades productivas o extractivas y cuya recuperación es necesaria para mantener el equilibrio de los ecosistemas naturales, según lo establecido en la legislación ambiental y agraria.</i></p>

## 5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

### 5.1. Identificación de Impactos (Diagrama Causa – Efecto o Ishikawa)

Mediante la metodología del diagrama Causa – Efecto o Ishikawa la misma que es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto) para ello se debe identificar los impactos que afectan a este recurso y es preciso cruzar información obtenida en el diagnóstico ambiental del lugar. (CEDAC- Cause & Effect Diagram Adding Cards, 2020)

Esta metodología es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del Diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales. (CEDAC- Cause & Effect Diagram Adding Cards, 2020)

**Tabla 2**  
*Identificación de Impactos*

<b>Causa</b>	<b>Efecto</b>
Avance de la Frontera Agrícola	Erosión de suelo Disminución de bosques que protegen la capa de suelo fértil.
Sobrepastoreo	Compactación de los suelos Nivel de escorrentía elevado
Inadecuadas prácticas agrarias	Degradación del suelo (erosión)
Construcción de infraestructura	Perdida de áreas.

*Nota:* Elaboración propia

### 5.2. Estrategia General

La estrategia se fundamenta en la coordinación con los encargados del programa de habilitación agrícola de cangahua de los cantones Latacunga Parroquia Eloy Alfaro, 11 de Noviembre,

Poaló; Pujilí Alpamalag y la Victoria, mediante el diálogo de saberes y la cooperación entre actores públicos, privados y organismos de desarrollo. Donde se aprovecha las potencialidades y talentos, buscando la necesidad de fortalecer la presente propuesta.

### ***5.2.1. Mecanismo de financiamiento***

Para la operatividad de la propuesta de recuperación de suelos erosionados en el área de estudio. Se encargara de gestionar las comunidades beneficiarias conjuntamente con instituciones gubernamentales y no gubernamentales, que trabajan en beneficio del Medio Ambiente y productividad de los sectores.

### **5.2.2. Razones para habilitar la cangahua**

La escasez de tierras para producción agrícola, el avance de la degradación y el crecimiento acelerado de la población, son los principales factores que han impulsado la habilitación de estos suelos en la región interandina del Ecuador con lo cual, además de aumentar la frontera agrícola en esta región, contribuye a disminuir la presión por suelos de cultivo que ejerce la población de bajos ingresos económicos y que practica una agricultura de subsistencia (Navarro H. , 1997)

## **6. ETAPA 1**

### **6.1. Rotulación de Suelo con Cangahua**

La roturación de la cangahua consiste en pasar de un material duro y compacto a un material blando y poroso. Con este cambio físico se obtiene unos huecos a los que pueden llegar el agua, el aire y las raíces, y el desarrollo de los microorganismos. Además, esta agua puede acumularse y crear así una reserva que alimentará a las plantas según sus necesidades, en la medida en que las lluvias sean suficientes, ya que en la mayoría de casos los terrenos habilitados no poseen riego; Por lo tanto es necesario roturar la cangahua con la suficiente profundidad como para aumentar otro tanto la capacidad de reserva el agua del suelo. (MAGAP, 2016)

(Navarro, H. and C. Prat. , 1996). Recomiendan una pasada cruzada de dientes a un metro de distancia entre sí y a unos 60 cm, como mínimo, de profundidad durante la roturación, seguida de dos o tres pasadas de un tractor equipado con discos que circule a velocidad media, a fin de quebrar los bloques grandes sin por ello reducirlos a polvo, pues esto facilitaría la erosión .

## **6.2. Pulverización de Terrones**

(Zebrowski, C., 1992) Afirma que el tamaño de los pedazos de cangahua debe estar comprendido entre 0.5 y 8 mm para que los suelos tengan propiedades ideales en lo que se refiere a la aireación y a la capacidad de retención de agua, el tamaño medio de los suelos rotulados debe ser alrededor de 2 mm con el objeto de que su capacidad de retención de agua sea máxima y el peligro de erosión mínimo. Únicamente la regeneración de una estructura mediante el aumento del contenido de materia orgánica permitiría evitar estos problemas.

## **6.3. Tiempo de Roturación de Suelos**

### ***6.3.1. Metodo manual***

Los pequeños agricultores del Ecuador pueden roturar 1 m<sup>2</sup> de cangahua en 1 día usando un pico (MAGAP, 2016)

### ***6.3.2. Metodo mecanico***

Si utilizamos un bulldozer (Tractor Rotulador) puede roturar entre 0.5 y 1 ha por día, esto varía por la pendiente del predio. (MAGAP, 2016)

### ***6.3.3. Promedio de intervención del tractor en Cotopaxi***

**Tabla 3***Promedio de intervención del tractor por año y tiempo que concluirá la propuesta*

<b>Promedio de intervención ha</b>	<b>Año</b>
800-1000	6
178	1
281,92	1 años 5 meses

*Nota:* Elaboración propia

En la siguiente tabla se puede observar el promedio que tardara el bulldozer en rotular el área de 281,92 ha, esto se obtuvo con la ayuda del MAG, ing Franklin Pilatasig encargado de el programa de rotulación de suelos en Cotopaxi, quien nos manifestó que en 1 año se ha rotulado como promedio de 150 a 180 ha dependiendo del terreno, tomando en cuenta que en el mes se trabajaria 21 dias lo que nos da 250 dias al año pero debemos tomar en cuenta los 27 dias que no se laboran por feriados obligatorios, dándonos como resultado 223 dias al año. Este promedio le calculamos con un margen de error del 20% que incluye fallas mecánicas, pendientes, situación del clima dándonos como resultado 178 dias al año que corresponde a 178 ha tomano en cuenta las morfología del suelo en Pujili va del 0 a 12, 12 a 25% y en Latacunga va del 0 a 12% y del 0 a 25% en Eloy Alfaro va del 0 a 70%.

#### **6.3.4. Costo de la Rotulación del suelo con Cangahua**

**Tabla 4***Presupuesto del uso del tractor*

<b>Hora</b>	<b>Costo</b>	<b>Área Rotulada ha</b>
1	60	0,125
8 / dia	480	1
253 dias	135.321,6	281,92

*Nota:* Elaboración propia

El costo del tractor tendría un valor de 60\$ por hora de uso, esto quiere decir que el dia de 8 horas tendría un valor de 480\$.

### 6.3.5. Reducción de Costos

Para evitar el pago del tractor rotulador se debe organizar y enviar la solicitud con los predios a intervenir; los grupos interesados deben organizarse y elegir un presidente el mismo debe organizar y dotar de alimentación al operador y ayudante, con la ayuda de todos los beneficiarios. (MAGAP, 2016)

Los beneficiarios deben contar con:

- Ubicación del predio, todos los beneficiarios deban ser del mismo sector o Parroquia.
- Autorización del propietario.
- Coordenadas del predio
- Área del predio.
- Lista de Beneficiarios del Proyecto.

**Tabla 5**

*Presupuesto de la alimentación al operario*

<b>Tiempo</b>			<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo</b>
<b>Mes</b>	<b>Día</b>	<b>Personas</b>	<b>Alimentación</b>	<b>desayuno</b>	<b>Alimentación</b>	<b>almuerzo</b>	<b>Total</b>
			<b>desayuno</b>		<b>almuerzo</b>		
1	21	3	3	189	3	189	<b>378</b>
17	253	3	3	3213	3	3213	<b>6426</b>

*Nota:* Elaboración propia

### 6.4. Actividades a realizar para la ejecución de la Propuesta

Dimensionar y localizar el área donde se efectuará la rotulación de suelos de cangahua.

**Tabla 6***Área total a intervenir*

<b>Parroquia</b>	<b>Área (ha)</b>
Eloy Alfaro	57.18
Poalo	55,35
11 de Noviembre	49.84
La Victoria	63,46
Alpamalag	56.09
<b>Total</b>	<b>281,92</b>

*Nota:* Elaboración propia

#### 6.4. Convenios

Fortalecer convenios entre las instituciones públicas, privadas y los beneficiarios directos e indirectos, por ello existe un convenio de prestación del tractor rotulador, operario, ayudante y asistencia técnica, este convenio es entre el MAG, Prefectura de Cotopaxi y la Universidad Técnica de Cotopaxi (MAGAP, 2016)

#### 6.5. Estrategia

**Tabla 7***Estrategias de la propuesta*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsables</b>
Asesoramiento técnico	Consistirá en proceso de capacitación en manejo de sistemas de roturación, recuperación de suelo.	Universidad Técnica de Cotopaxi. Carrera de ingeniería Agronómica. Tesistas MAGAP
Socialización de las actividades a realizar	Consiste en procesos de siembra de pastos, mezclas forrajeras	Universidad Técnica de Cotopaxi. Carrera de ingeniería Agronómica. Tesistas MAGAP
Taller de conservación ancestral de suelos.	Taller de aprendizaje de formación de terrazas, pircas	Universidad Técnica de Cotopaxi. Carrera de ingeniería Agronómica. Tesistas MAGAP

*Nota:* Elaboración propia

En la tabla se puede observar las actividades que se van a realizar con una breve descripción y los responsables de cada actividad

## 6.6. Presupuesto de las capacitaciones.

**Tabla 8**

*Presupuesto de las capacitaciones*

Sector	Actividad	Capacitación	Costo capacitación (USD)			Total	
			1	2	3		
<b>Latacunga</b>							
11 de noviembre	Socialización de las actividades a realizar.	Consiste en procesos de siembra de pastos, mezclas forrajeras.	Taller de formación de terrazas lentas, pircas en los filos de los suelos recuperados para la protección de la misma.	33,34	33,34	33,34	100
Eloy Alfaro	actividades a realizar.	de siembra de pastos, mezclas forrajeras.	filos de los suelos recuperados para la protección de la misma.	33,33	33,33	33,33	100
Poalo				33,33	33,33	33,33	100
<b>Pujili</b>							
La Victoria	Socialización de las actividades a realizar.	Consiste en procesos de siembra de pastos, mezclas forrajeras.	Taller de formación de terrazas lentas, pircas en los filos de los suelos recuperados para la protección de la misma.	25	25	25	75
Alpamalag				25	25	25	75
<b>TOTAL</b>				<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>450</b>

*Nota:* Elaboración propia

En la tabla se puede visualizar que en la presente propuesta se realizara 3 capacitaciones donde se aprenderá a conservar el suelo rehabilitado, cada capacitación tendrá un costo de 150 dolares con un total de 450\$.

## **6.7. Métodos Anti erosivos**

Es poco común encontrar cangahua rehabilitada con prácticas de conservación de suelos, ya que, la cangahua rehabilitada es muy frágil.

Los mejores tratamientos para conservar cangahua rehabilitada con fines de producción agrícola son:

### ***6.7.1. Terraza manual***

Los bloques que aparecen en el proceso de roturación de la cangahua, son colocados en curva a nivel, hasta una altura determinada, formando una especie de barrera, luego de lo cual se procede a rellenar con cangahua fina y con tierra negra.

### ***6.7.2. Terraza progresiva***

Consiste en formar un muro, colocando los bloques de cangahua en curva a nivel, a una altura de 1 a 1.5 m de altura. La diferencia con el tratamiento anterior es que no se rellena abruptamente con tierra apenas se construye la terraza, sino que por acción mecánica de las labores de preparación de los suelos y del escurrimiento, los materiales se van depositando y acumulando detrás del muro de poco en poco.

### ***6.7.3. Terraza mecanizada***

Constituye un buen tratamiento, sin embargo, se debe poner mucho cuidado con su estabilización y conservación (Delgadillo, J. and R. Ferrera., 1997)

## **6.8. Producción de abono verde**

La producción agrícola de los lotes sirve primero para autoconsumo y el sobrante se comercializa. Sin embargo, el principal destino de los productos es la venta en los mercados locales o entre vecinos. (Ministerio del Ambiente, 2013)

## **6.9. Tipos de Cultivo**

Los principales cultivos de los lotes incluidos en el estudio son cereales (trigo, maíz, cebada y avena), hortalizas (col, coliflor, cebolla, brócoli, zanahoria, alverja, haba y fréjol), cultivos andinos (chocho y quinua) y frutales (tomate de árbol). Algunas personas han invertido en invernaderos para cultivos comerciales como tomate y flores. (Ministerio del Ambiente, 2013)

Cabe mencionar que todos los productores tienen cría de animales, por lo tanto, la presencia de plantas forrajeras, cultivadas o no, es común en la zona. Las principales especies son raygrass, alfalfa, holco, llantén, kikuyo, vicia y avena. (Ministerio del Ambiente, 2013)

Generalmente, los productores tienen pocos animales: vacas lecheras, cuyes, cerdos, gallinas y en ocasiones cabras u ovejas. La cría de animales es fuente de proteínas y de ingresos complementarios, así también se constituye en una fuente importante de nutrientes para mantener la fertilidad del suelo. (Ministerio del Ambiente, 2013)

## **7. ETAPA 2**

### **7.1. Fertilización**

El estiércol y el compost para los abonos verdes deben ser distribuidos antes de la preparación del suelo, para que un paisaje totalmente destruido por la erosión se convierta en una tierra productiva no solo basta con romper la capa endurecida mediante medios mecánicos o animales, sino que hay que mejorar de inmediato, desde el primer año.

En cuanto a la fertilidad, como los suelos de cangahua están desprovistos de materias orgánicas, de N y de P soluble, así como de microorganismos, es necesario aportar nutrimentos. Esto puede

hacerse según varios esquemas: abonos verdes, orgánicos (estiércol), mezclas forrajeras u orgánicos con un complemento mineral a principios del ciclo. Después de la roturación, la cangahua puede ser ocupada para cultivos, pero, debido a su pobre condición, es necesario fertilizarla con abonos orgánicos. (Oyarzún, P., R. Borja and S. Sherwood, 2015)

## **7.2. Enriquecimiento del Material (Cangahua) Pulverizado**

Después de la roturación de las cangahuas existe una segunda parte que es el tema de la recuperación biológica, es decir volverle la vida a los suelos, con la incorporación de abonos verdes, mezclas forrajeras de cebada, vicia y alfalfa, paralelamente se necesita proteger el suelo, pues el tema de la recuperación, es un anhelo a largo aliento (GADP-Chimborazo., 2013).

### **7.2.1. Preparación del suelo**

La preparación del suelo depende de la zona y de las especies que se sembrarán, que generalmente son en hileras, laboreo o guachos según las costumbre de los pobladores.

### **7.2.2. Habilitación de cangahuas**

(Navarro, H. and C. Prat. , 1996). A partir de una cuidadosa preparación de la roturación del suelo con cangahua, de una fertilización racional (mineral u orgánica, pero fraccionada) y de una rotación adecuada (no cultivando maíz el primer año, sino una leguminosa, alfalfa o cereal de pequeños granos, como trigo, cebada, avena, vicia etc.), se obtienen desde el primer año resultados que rebasan los rendimientos normales de los suelos tradicionalmente cultivados (Gallardo, 2006). A mediano plazo los efectos del buen manejo, las características físicas de los suelos rehabilitados, la porosidad y la estabilidad de agregados fueron aumentando ; sobre las características bioquímicas y biológicas fueron el aumento neto de los contenidos de Carbón orgánico del suelo.

(Gallardo, 2006). Desde el punto de vista económico, la rentabilidad de cultivar en los suelos con cangahua es positiva a partir del tercero o cuarto año. Además de ciertos beneficios no cuantitativos como es el placer de comer su propio maíz, papa, frejol, chocho, etc.

### **7.2.3. Abonos verdes**

Abono verde es un conjunto de plantas en rotación, sucesión y asociación con cultivos comerciales que se que se cortan y se incorporan, en plena floración, en los sitios donde han sido sembrados con la finalidad de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos y que eventualmente puede ser utilizado en la alimentación animal, humana, obtención de fibras etc. (Guerra, 2009)

### **7.2.4. Abono Verde para Manejo de Cangahuas**

(Romero, 2010). Al estudiar las plantas que rehabilitan el suelo no basta sugerir el uso de leguminosas. Es preciso señalar no solo la clase de leguminosa, sino la manera de utilizarla para que contribuya a esa rehabilitación. Ese proceso es sumamente lento del aumento permanente de su capacidad productiva. En tal sentido la rehabilitación por medio de cultivos solo puede tener efecto con el aumento de materia orgánica. Logrado esto, se producirán los demás efectos físicos y químicos. (Ministerio del Ambiente, 2013) El uso de abonos verdes, reducen la erosión, fomentan la infiltración del agua y, a través del mejoramiento de la calidad del suelo, conducen a un incremento en la producción.

## **7.3. Funciones de los Abonos Verdes**

### **7.3.1. Los abonos verdes tienen algunas funciones en la protección del suelo**

Los abonos verdes proporcionan Cobertura y protección del suelo ya que no permite el contacto directo de los rayos del sol, la lluvia, los vientos principales agentes de las degradaciones, además mejorar las condiciones físicas del suelo ya que las raíces después de su descomposición, dejan canales en el suelo y la cobertura evitando la desagregación, sellado de la superficie y reduce la velocidad de la escorrentía.

Los Abonos Verdes también aporta en el aumento y estabilidad de la materia orgánica ya que pueden aumentar la materia orgánica del suelo y enriquece de manera temporal permitiendo la producción de sustancias de crecimiento quedando disponible para futuros cultivos, también mejora las condiciones químicas del suelo ya que promueve la adición de N al suelo a través de

la fijación biológica de las leguminosas, esto puede representar una importante economía de este elemento en la fertilización de los cultivos comerciales, además de mejorar el balance de N del suelo.

- Mejora las características biológicas de los suelos
- Control de plagas y enfermedades

## **8. ETAPA 3**

### **8.1. Selección de especies**

(Guerra, 2009) Acota que se puede utilizar plantas como tréboles, avena, cebada, vicia, arveja, frejoles, chocho, raygrass, alfalfa las cuales se deben seleccionar de acuerdo a la disposición, precio, climatología. Dentro de las características que los campesinos tienen en cuenta para la selección de los abonos verdes, es que estas sean especies o variedades precoces que produzcan muchas hojas y poco tallo para que estos se descompongan rápidamente después que se haya realizado la incorporación al suelo. Pero cuando se emplean especies para la incorporación se deben seleccionar especies de portes arbustivos bajos.

Esta selección se realizará bajo estos parámetros, época de crecimiento, necesidad de riego, y composición química, para lo cual se ha seleccionado las siguientes especies: Vicia, (Vicia Sativa L.), Cebada (Hordeun Vulgare), y Alfalfa (Medicago Sativa).

### **8.2. Siembra**

Escoger abonos verdes de rápido crecimiento y resistentes: las leguminosas como la alfalfa y la vicia; cereales como cebada y avena, hortalizas como el nabo, por ejemplo. Utilizar sembradoras adecuadas: pueden ser en líneas, a chorro continuo, con un mínimo espacio entre hileras. También se puede sembrar al voleo a mano.

### 8.3. Estrategias

**Tabla 9**

*Estrategias de conservación de suelo*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsables</b>
Formación de terrazas	Protege los suelos de posibles deslizamientos	Propietarios
Formación de Pircas	Aprovechamiento de piedras grandes que no se pueden romper con el tractor	Propietarios

*Nota:* Elaboración propia

#### **8.3.1. Asegurar una Germinación Uniforme**

Respetar una profundidad mínima de siembra de 2 a 3 cm, independientemente del sistema de siembra, y considerar los requerimientos de cada una de las especies y variedades, 5 a 8 centímetros para la vicia y cebada.

#### **8.3.2. Utilizar Semilla de Acuerdo a la Normativa Orgánica**

Emplear semilla orgánica, si no hay disponible en el comercio, utilizar semilla convencional que no haya sido tratada con sustancias de origen químico sintético.

#### **8.3.3. Densidad de Siembra**

Se conoce también como cantidad de semilla a sembrar, la recomendación para la cebada 100 kg / ha, y para la vicia es de 100 kg / ha, para la alfalfa la recomendación de densidad de siembra es 20 kg/ha. (Tisintuña, 2020)

### **8.4. Sistemas de Cultivos**

Los monocultivos son de cebada, avena, maíz o trigo. La única asociación en estos lotes es de maíz-frejol. Estos monocultivos reciben ocasionalmente fertilización mineral, pero cuando no

se usan fertilizantes se utilizan los residuos de corral dejados por la crianza de animales, particularmente de bovinos y cuyes, como fuente de nutrientes. (Ministerio del Ambiente, 2013) Esta propuesta pretende mejorar la productividad agrícola y los ingresos económicos de los productores, además de reducir los incentivos para expandir la frontera agrícola de la provincia.

#### **8.4.1. Vicia (*Vicia sativa L.*)**

Una de las principales finalidades con que se cultiva vicia en muchos países, pero sobre todo en los Estados Unidos, es su utilización como abono verde. Enterrando la vicia, se devuelve al suelo todos los elementos que la planta haya podido extraer del mismo y se aporta todo el Nitrógeno que haya podido captar del aire con ayuda de sus bacterias, y además se aportan a este suelo enormes cantidades de materia orgánica de tan decisiva influencia sobre su fertilidad. Un buen cultivo de vicia puede proporcionar más de 50 000 kg de masa verde por hectárea, que supone hasta 350 kg/ha de N, cantidad que equivale a las dosis más elevadas de abonado con fertilizantes nitrogenados minerales. (Hycka, 2013).

#### **8.4.2. Cebada (*Hordeum vulgare*)**

La incorporación de abonos orgánicos como los cereales de grano pequeño (avena, trigo, cebada) ofrecen ventajas desde el punto de vista productivo como mejoradores de las condiciones del suelo debido principalmente a su alta densidad radicular, sin embargo se presentan problemas de emergencia de la planta cuando las semillas quedan atrapadas entre partículas grandes. Se recomienda así incrementar la densidad de siembra en un 50 %, con la finalidad de lograr un mejor establecimiento del cultivo para garantizar una buena densidad que permita la colonización del suelo, mejorando de esta manera la formación de agregados, la circulación de aire y agua, y una fuente importante de materia orgánica debido a la descomposición de las plantas, son plantas de secano (Sánchez, D., A. Perez and H. Navarro. , 2004).

#### **8.4.3. Alfalfa (*Medicago sativa*)**

Son las plantas acumuladoras de nitrógeno, y las que más se utilizan para abono verde. También se puede utilizar, el trébol, vezas, altramuces, lupinos. (Navarro, H. and C. Prat. , 1996). Las

raíces de estas plantas acumulan nitrógeno en nódulos de sus raíces. Así conseguimos un abonado de nitrógeno para nuestro suelo rehabilitado, huerto o jardín. (Navarro, H. and C. Prat. , 1996).

## **9. ETAPA 4**

### **9.1. Hidratación**

Para elegir la estrategia que se debe implementar en un lugar determinado es fundamental realizar estudios preliminares que permitan establecer las condiciones de cada zona; con el fin de garantizar servicios ecosistémicos y biodiversidad es importante saber qué tipo de actividad se realizó, que sustratos quedaron disponibles, cuál es la topografía y la geoforma del terreno, las condiciones de precipitación y temperatura, el sistema de siembra a utilizar, y tener conocimiento sobre vegetación endémica que sea lo suficientemente fuerte para desarrollarse en ambientes complejos. (ARGOS, 2016)

En los procesos de rehabilitación de las zonas degradadas se ha utilizado el hidro retenedor denominado comercialmente como Stockosorb, pero este polímero únicamente ha sido aplicado en el suelo en el momento de la siembra de la vegetación. (ARGOS, 2016)

### **9.2. Hidro retenedor o Hidrogel**

El hidrogel retenedor de agua STOCKOSORB se aplica para la retención de agua y nutrientes en suelos, mejorando la gestión del agua y el crecimiento de las plantas. Además, actúa como reservorio de agua y la libera según las necesidades de las plantas. Así mismo, reduce la frecuencia de riego hasta en un 50% y disminuye la necesidad de fertilizantes. Es ambientalmente seguro y biodegradable. Tras 50 ciclos de humedad-sequía la capacidad de absorción de este retenedor es superior al 80%. (Projar, s.f.)

### **9.3. Ventajas del hidrogel retenedor de agua Stockosorb**

Existen grandes ventajas al utilizar la lluvia sólida como es el hidrogel o hidrorretenedores Stockosorb, ya que ayuda a poder cultivar en zonas secas y con baja precipitación además con

la utilización de estos productos se puede recupera terrenos perdidos, erosionados, desiertos, permite un óptimo desarrollo de la planta, reduce la frecuencia de riego hasta en un 50%. (Projar, s.f.)

Además 1 kg de producto absorbe y libera hasta 250 litros de agua, tiene rápida capacidad de humedecimiento garantiza el crecimiento de las plantas tras sequía, no pierde capacidad de absorción-liberación de agua, capacidad >80% tras 50 ciclos. (Projar, s.f.)

Hay que resaltar que tambien es ambientalmente seguro y biodegradable, No contamina los acuíferos, permite ahorrar fertilizante, mejora la supervivencia en el trasplante y permite sembrar fuera de época. (Projar, s.f.)

#### **9.4. Uso de Hidrogel Stockosorb en suelos y sustratos**

El uso del hidrogel en el suelo o sustratos ayuda a evitar la compactación del suelo, aumenta la uniformidad del suministro de agua a la planta, lo que incrementa su calidad y la seguridad de la producción. Ahorro de costes: menos riego y más nutrientes, Además aumenta la capacidad de retención de agua mientras que la del aire se mantiene. (Projar, s.f.)

#### **9.5. Aplicaciones del Hidrogel Stockosorb**

- En agricultura, especialmente útil en cultivos frutales.
- En producción de plantas, horticultura.
- En jardinería urbana y doméstica.
- En reforestación y revegetación de áreas degradadas.
- Para usar en la fabricación de sustratos como materia prima.

En agricultura, se utiliza el hidrorretenedor para mantener mejores condiciones en el suelo que permitirán un buen desarrollo vegetal y homogeneidad de la producción. (Projar, s.f.)

#### **9.6. Presupuesto del Hidrorretenedor o Hidrogel Stockosorb.**

**Tabla 10***Presupuesto uso de Hidrogel Stockosorb*

<b>Hidroretenedor</b>	<b>Costo \$</b>	<b>área por ha</b>
Stockosorb 1 Kg	15	0,01
100-150 Stockosorb 80 Kg	1.200	1
Stockosorb 22.554 Kg requeridos	338.304	281,92

*Nota:* Elaboración propia

El hidrogel Stockosorb tiene un costo de 15 dólares por 1 Kg, la página donde se puede adquirir el producto recomienda usar 80 Kg por hectárea entonces con ello para los 281.92 ha se requiere de 22.554 Kg de hidrogel el mismo que tendría un costo de 338.304, el costo varia la especie y el tipo de siembra a realizar.

**10. ETAPA 5****10.1 Arado e Incorporación.****Tabla 11***Tiempo de corte de especias para abono verde*

<b>Especie</b>	<b>Periodo de arado</b>	<b>Tiempo de mezcla para incorporación de materia organica</b>
Alfalfa	Floración 50% de la floración	4 meses a 4 meses 15 días
Vicia	Período entre la floración y la formación de las vainas	4 mese 15 días a 5 meses
Cebada	Antes de la aparición de la panoja	4meses a 4meses 15 días

*Nota:* Elaboración propia

Los mayores aportes de nitrógeno se logran al arar antes de la aparición de la panoja para la cebada la misma que sería de 4 meses a 4 meses y 15 días esta variación debido a distintas causas ya sea tipo de suelo, clima o escases de agua, la alfalfa al en floración que sería de 4 meses y 15 días a 5 meses, dependiendo a diferentes causas ya sea clima, altitud, humedad, etc., y la vicia en estado de legumbres inmaduras (período entre la floración y la formación de las

vainas). Que sería el mismo tiempo que la cebada 4 meses a 4 meses y 15 días esta variación debido a distintas causas ya sea tipo de suelo, clima o escases de agua.

- No arar en plena floración, para no impedir la actividad de los insectos.
- Si se va a realizar corte se debe hacer un corte alto (8 a 10 cm.) en las especies de larga duración estimula un nuevo crecimiento vigoroso este es el caso de la alfalfa que puede ser utilizado para el alimento de animales.

**Tabla 12**

*Propuesta de Arado e incorporación*

Descripción	Valor \$
Costo por 1 ha	78,97
Costo por 21 ha	1.658,35
Costo por 281,92 ha	28.192

*Nota:* Elaboración propia

En la tabla podemos observar que por ha el arado para la mezcla de pasto y el suelo rehabilitado va a tener un costo de 78,97\$ al mes de 21 ha tendrá un costo de 1.658,35 \$. El costo total de las 281,92 ha tendrá un valor de 28.192 \$

## 10.2. Presupuesto del proyecto de recuperación de suelos con abono verde

**Tabla 13**

*Presupuesto de recuperación de suelo con abono verde*

Especie	Costo por 1 libra	Cantidad en libras por 1 ha	Costo por 1 ha	Cantidad en libra para el área de estudio 93,97 ha	Costo total de 281,92 ha
Cebada	0,80 \$	200	160 \$	18.796	<b>15.036,8</b>
Vicia	0,60 \$	200	120 \$	18.794	<b>11.276,4</b>
Alfalfa	4 \$	40	160 \$	3.758,8	<b>15.035,2</b>
<b>Total</b>				<b>41.348,8</b>	<b>41.348,4 \$</b>

*Nota:* Elaboración propia

La cebada tiene un costo en el mercado de 0,80 ctvs. por libra. Según el ingeniero agrónomo Luis Tisintuña para una hectárea se necesitaría 200 libras de cebada

Para la vicia en el mercado tiene un valor de 0,60 ctvs. por libra, para una hectárea se requerirá la misma cantidad de cebada 200 Lb por hectárea.

En el caso de la alfalfa por ser la semilla más pequeña la libra tiene un valor de 4\$ la libra; para una hectárea se requiere de 40 libras.

### **10.3. Producción en suelos con cangahua rehabilitados**

Luego de realizar el abono verde, primero se les recomienda sembrar granos andinos un ejemplo claro es el chocho ya que este grano ayuda a la captación de nitrógeno, y con ello ya se incorporaría cultivos de gramínea y tubérculo como la papa, melloco, ocas. (MAGAP, 2016), con ello estaríamos aprovechando el valor nutricional que cada especie nos puede aportar y garantiza una alimentación nutricional de calidad para las presentes y futuras generaciones.

### **10.4. Presupuesto General**

**Tabla 14***Presupuesto Total de la Propuesta de rehabilitación de suelos*

N°	Descripción	Unidad	Cantidad por mes	Cantidad Total	Precio Unitario (USD)	Precio Mensual (USD)	Precio Total (USD)	Responsables
1	Capacitación	\$	-	3	150		450	UTC Carrera de ing. agronómica
2	Rotulación del área de estudio	ha	21	281,92	480	7.960,10	135.321,6	MAG Consejo Provincial
3	Alimentación	\$	126	2142	3	378	6.426	Comunidad
4	Fertilización	ha	21	281,92	115,82	2.432,26	41.348,4	Comunidad MAGAP
5	Jornalero	ha	21	281,92	12	252	4284	Comunidad
6	Hidratación	ha	21	281,92	947,63	19.900,23	338.304	Gad Provincial de Cotopaxi
7	Arado e incorporación	ha	21	281,92	65	1.365	18.324,8	Comunidad
Total							544.458,8	
Costo Iva 12%							65.335,05	
Gastos varios 10%							54.445,88	
VALOR ESTIMADO							664.239,73	

*Nota:* Elaboración propia

El valor Estimado sera de: seiscientos sesenta y cuatro mil doscientos treinta y nueve con 73/100 (664.239,73)

En la tabla se puede observar el costo total de la propuesta de rehabilitación de suelos con cangahua; el mismo que durara 3 años 4 meses; para que esta propuesta tenga los mejores resultados se realizara en 5 etapas.

- a) La rotulación de suelos
- b) La fertilización mediante 3 abonos verdes de 3 tipos de plantas
- c) Siembra Jornalero
- d) La hidratación mediante Polímeros de hidrogeles Stockosorb.
- e) Arado e incorporación

El costo del tractor se obtuvo mediante la relación del tiempo real de trabajo de hectárea por año tomando en cuenta la entrevista realizada al Ing. Franklin Pilatasig encargado del proyecto recuperación de suelos de Cotopaxi del MAG.

La Fertilización y costo de los abonos verdes se obtuvo mediante una entrevista al Ing. Agrónomo Luis Tisintuña Gerente de Almacenes de Productos Agroquímicos Agro popular ubicado en la parroquia Izamba del cantón Ambato.

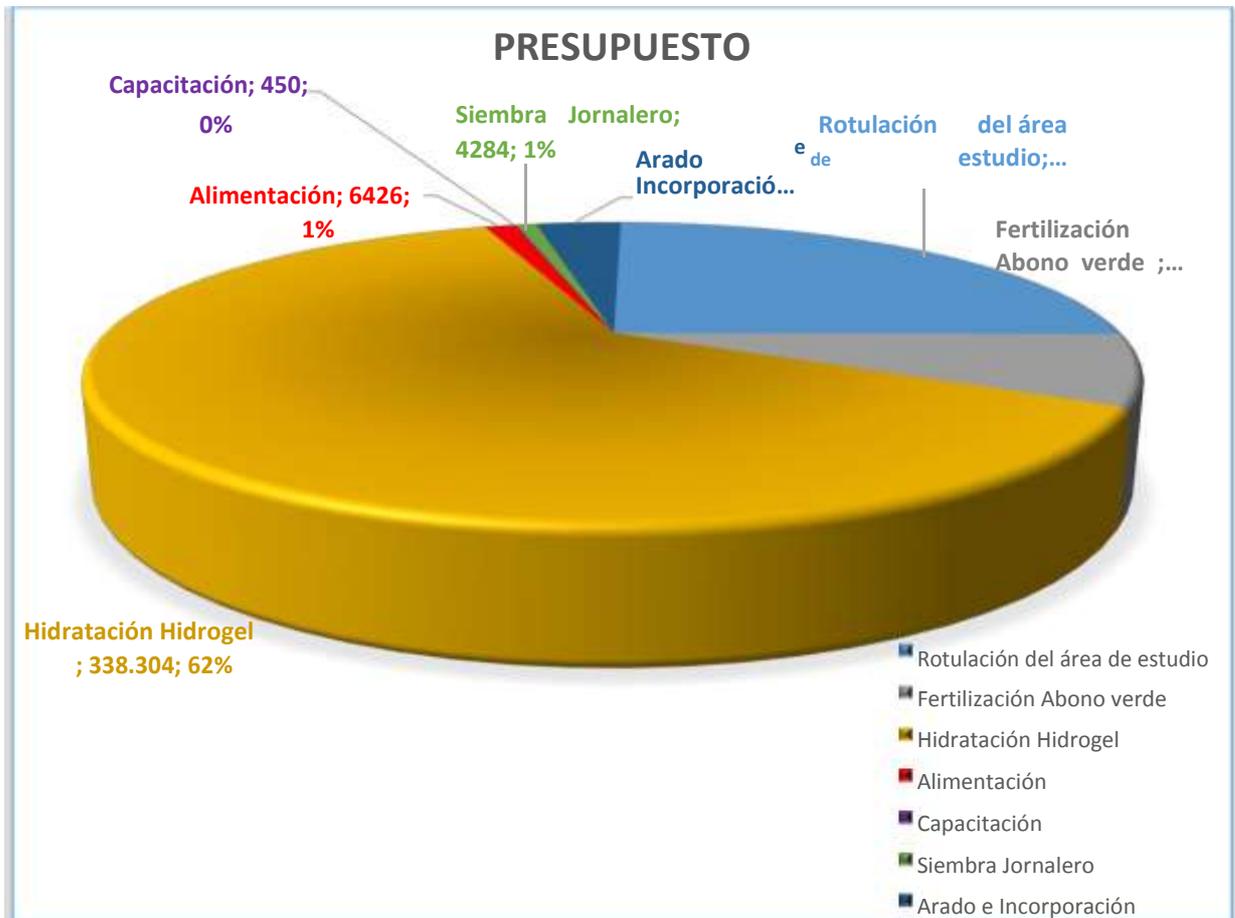
Para la siembra Jornalero se considera que una persona ganara 12 diarios el mismo que sembrara una hectárea por mes.

El costo de Hidrogel Stockosorb se obtuvo mediante una consulta Online con la página de ventas de recomendado en un artículo ya antes realizado; en donde se obtuvo el asesoramiento del Ing. Álvaro Villalba el mismo que nos asesoró la cantidad de producto para el área a rehabilitar y se realizó una relación del costo de 80 Kg por ha.

El arado y incorporación se realizara 4 meses después de de haber sembrado, en plena floración para poder obtener mas nutrientes que ayudaran a obtener mas nutrientes para las planras, además se debe dejar 15 dias después de arado para volver a sembrar.

**Figura 1**

*Porcentaje de Costos de la Propuesta de rehabilitación de suelos por actividad.*



*Nota:* Elaboración propia

En la Figura se puede observar el Porcentaje de costos por actividad siendo la mayor inversión del 62% con un costo de 338.304\$ de los hidrogeles; y el menor costo son de las capacitaciones con un 0.3% con un valor de 450\$. Hay que tomar en cuenta que estos costos se -van a invertir en una área de 281,92 ha.

## 11. CRONOGRAMA VALORADO

**Tabla 15**

*Cronograma de actividades*

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
DESCRIPCIÓN	Socialización de actividades a realizar	Rotulación de suelo	Alimentación	Taller preparación del suelo	Taller de formación de piras y terrazas	Siembra	Siembra a jornales	Hidratación	Arado e incorporación	TOTAL
	<b>REHABILITACIÓN DE SUELOS CON CANGAHUA, ROTULACIÓN, FERTILIZACIÓN, SIEMBRA, HIDRATACIÓN, ARADO Y SIEMBRA.</b>									
Unidad	\$	Ha	Comida	\$	\$	Ha	Ha	Ha	Ha	
CANT POR MES	1	21/mes	126	1	1	21/mes	21/mes	21/mes	21/mes	
CANT TOTAL	1	281,92	2142	1	1	281,92	281,92	281,92	281,92	
PRECIO UNITARIO (USD.)	150	480	3	150	150	115,82	12	947,63	65	
PRECIO MENSUAL (USD.)		7.960,10/mes	378/mes			2.432,26	252/mes	19900,23/mes	1.365	
PRECIO TOTAL (USD)	150	135.321,6	6.426	150	150	41.348,4	4.284	338.304	18.324,8	

1er Mes	X	X								
2do Mes		X	X	X	X	X	X	X		
3er Mes		X	X			X	X	X		
4to Mes		X	X			X	X	X		
5to Mes		X	X			X	X	X	X	
6to Mes		X	X			X	X	X	X	
7mo Mes		X	X			X	X	X	X	
8vo Mes		X	X			X	X	X	X	
9no Mes		X	X			X	X	X	X	
10mo Mes		X	X			X	X	X	X	
11vo Mes		X	X			X	X	X	X	
12vo Mes		X	X			X	X	X	X	
13vo Mes		X	X			X	X	X	X	
14vo Mes		X	X			X	X	X	X	
15vo Mes		X	X			X	X	X	X	
16vo Mes		X	X			X	X	X	X	
17vo Mes		X	X			X	X	X	X	
18vo Mes			X			X	X	X	X	
19vo Mes									X	
20vo Mes									X	
21vo Mes									X	
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>135321,6</b>	<b>6426</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>41348,4</b>	<b>4284</b>	<b>338304</b>	<b>18324,8</b>	<b>544458,8</b>
									<b>IVA 12%</b>	65335.05
									<b>GASTOS VARIOS 10%</b>	54445,88
<b>VALOR ESTIMADO</b>									<b>seisientos sesenta y cuatro mil doscientos treinta y nueve con 73/100</b>	
									<b>664.239.73</b>	

Nota: Elaboración propia

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 12.1. Conclusiones

- El proyecto tendrá una recuperación de suelo que corresponde a 5 parroquias de 2 cantones de Cotopaxi de 281,92 ha que en la actualidad la gran mayoría son suelos improductivos.
- La recuperación de suelos con cangahua, erosionadas y degradadas consta de 5 etapas el mismo que tendría un costo de 0,23\$ por m<sup>2</sup>.
- El costo de inversión del total de los seiscientos sesenta y cuatro mil docientos treinta y nueve con 73/100 (\$664.239.73) la comunidad deberá aportar cuarenta y nueve mil setecientos diez (\$70,383,2) que correspondería al 10,6% el 89,4 % que corresponde a (\$593.856,53) será cubierto por el estado, cada uno con su ministerio correspondiente.
- El suelo rehabilitado podrá ser usado para fines productivos y con ello los pobladores tendrán una fuente económica y alimento seguro.
- El uso de hidrogeles se debe aplicar según el tipo de cultivo que se va a sembrar es recomendable porque su vida útil es de 8 a 10 años con el 100% de retención a partir de ese periodo sigue funcionando pero retiene menos cantidad de agua.

## 12.2. Recomendaciones

- Para que el suelo rehabilitado sea productivo al 100% se debe tomar en cuenta que la cangahua es un material que no tiene nutrientes por ello esta practica no tiene resultados inmediatos y los resultados son a largo tiempo.
- Al ser un suelo rehabilitado de cangahua será necesario la construcción de pircas, terrazas, y barreras vivas, para que el suelo rehabilitado no se compacte o deslice, por lo que la integración de la comunidad para organizar mingas y compartir saberes será de suma importancia para mantener los suelos rehabilitados.
- Es transcendental la dedicada aplicación de abonos orgánicos al suelo por los productores en suelos rehabilitados, ya que, si no se aplica los abonos verdes, es probable que los suelos recuperados se degraden y el dinero invertido no mantendrá su impacto pretendido.
- Invertir en la recuperación de suelos por medio de rotulación resulta muy beneficio para la producción agrícola y por ende en la alimentación, economía familiar y sectorial, de un modo que se asegure una adecuada calidad de vida de la población. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que los ámbitos económicos y sociales están ligados con la parte ambiental puesto que una población sin tierras que cultivar, tierras degradadas o sin áreas donde producir difícilmente se podrá hablar de una calidad de vida.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Allibon, et.el. (2005). Evidence of Plateau root melting durinf late cretaceous arc-magmatism. *High Mg-basalts in the western Cordillera of Ecuador*.

Álvarez, S. F. (2000). Actividad microbiana en tepetate con incorporación de residuos orgánicos. *Agrociencia*, 34, 523-532.

Angelone, S., Garibay, M. T., & Casaux, M. C. (2006). Permeabilidad de suelos. *Universidad Nacional de Rosario*, 1–39.

ARGOS. (2016). Polimeros como mejoradores de suelos erosionados. *Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia Facultad de ingeniería, Ingeniería Ambiental Medellín*.

Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Sección Novena: Gestión de Riesgo. In *Constitución de la República del Ecuador* (pp. 389–390).

Asamblea Nacional Constituyente. (2016). *Constitución de la República del Ecuador* (pp. 1–86). pp. 1–86.

Báez, A. (2008). Formación de agregados y captura de carbono en materiales de origen volcánico de México. *Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Dr. en Ciencias .México: Campus Montecillo. Postgrado de edafología*.

Baez, A. E. (2006). Pérdida de C por erosión hídrica y emisión de CO<sub>2</sub> en tepetates (suelos volcánicos endurecidos) habilitados para la agricultura en Tlaxcala, México. *Summaries of the IV International Symposium on Deteriorated Volcanic Soils, Morelia, México: Universidad Michoacana*.

Barbero, D. (2008). Modelo sistémico para el manejo con SIG de indicadores de calidad de vida.

Barbero, D. (2008). *Modelo sistémico para el manejo con SIG de indicadores de calidad de vida*. Obtenido de <http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Doctorado/Tesis/tesisBarbero.pdf>

Barrera, E. (2015). Evaluación del frijol lupinus ( *Lupinus mutabilis*) como abono verde para la producción agroecológica en el municipio de Subachoque Cundinamarca. *Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. en Agroecología, Colombia Corporación Universitaria Minuto de Dios, Facultad de Ingeniería Bogota. .*

Benites. (2015). Suelos vivos y materia orgánica Chile. *Leisa 31(1)*, 10-12.

Bertaux, J. &. (1994). Relation géométrique et variations minéralogiques des différents termes d'une séquence d'altération de tufs pyroclastiques de la région de Texcoco (Mexique). *World Congr. Soil Sci.*, 232-233.

Bertsch Hernández, F., Mata, R., & Henríquez, C. (1993). Características de las principales ordenes de suelos presentes en Costa Rica. *Congreso Agronómico Nacional y de Recursos Naturales. IX. Resúmenes, San José, CR, 18-22 Octubre, 1993.*

Bradshaw, A. (2002). Introduction and Philosophy. *Handbook of Ecological*, 23 - 24.

Bunch, R. (2008). El manejo del suelo vivo. Chile. *Leisa*, 24(2), PP. 5.

Burbano N, Becerra S, Pasquel E. (2015). *Introducción a la Hidrología del Ecuador*. Quito: EPN.

Buzai, G (2013). Sistema de información geográfica teoría y aplicación. . En *Sistema de información geográfica teoría y aplicación*. . Buenos Aires: Libro de edición Argentina.

Cadena, M., & Rivera, M. (2014). *Propuesta del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Calderón, S. (2015). Evaluación del potencial productivo de cangahuas de diferentes edades de habilitación con dos especies forrajeras (*Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense*). *UCE*, 108.

Calvopina, S. (2010). Diagnóstico situacional de los atractivos turístico naturales y culturales del cantón Pujilí. 69.

Cano I, & Zamudio N. (2006). Recuperar lo nuestro: una experiencia de restauración ecológica con participación comunitaria. O. Vargas y Grupo de Restauración Ecológica (eds). *Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Jardín Botánico, DAMA; 2006.*

Cappelletti, V. Y. (2011). *Aplicación de un sistema de información geográfico para la determinación de la erosión hídrica en cuencas del río Agrío, República Argentina.* Quito: USFQ, 2011.

Casa, B. (2014). Evaluación de la fijación de nitrógeno de cepas de rhizobium spp. en invernadero, para arveja ( *Pisum sativum*), chocho ( *Lupinus mutabilis*), fréjol ( *Phaseolus vulgaris*), haba ( *Vicia faba*) y vicia ( *vicia sp.*), Cutuglagua- Pichincha. *Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.*

CEDAC- Cause & Effect Diagram Adding Cards. (2020). Diagrama Causa - Efecto. CyTA. [http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas\\_calidad/causaefecto.htm#:~:text=Un%20diagrama%20de%20Causa%20y,Profesor%20Kaoru%20Ishikawa%20en%20Tokio.&text=El%20Diagrama%20de%20Causa%20y,causas%20de%20un%20problema%20espec%C3%ADfico](http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas_calidad/causaefecto.htm#:~:text=Un%20diagrama%20de%20Causa%20y,Profesor%20Kaoru%20Ishikawa%20en%20Tokio.&text=El%20Diagrama%20de%20Causa%20y,causas%20de%20un%20problema%20espec%C3%ADfico).

CEDIG. (1986). La erosión en el Ecuador. En C. E. Geográfico, *La erosión en el Ecuador* (págs. 73-76).

Cisneros, G. F. (1996). Diagnóstico del contenido de elementos en dos cangahuas de la provincia de Pichincha. *Suelos volcánicos endurecidos. III Simposio Internacional.*

CNC. (2017). *La descentralización de la competencia de áridos y pétreos.*

CONGOPE. (2018). TERRITORIOS. *DESARROLLO TERRITORIAL, Gracias a politicas de cambio climatico*, 31-35.

Congreso Nacional de Ecuador. Constitución de la republica del Ecuador 2008. , Registro oficial 449 § (2015).

Contreras, A. M. (2013). Calidad del Aire: una práctica de vida. *Cuadernos de divulgación ambiental* .

Covaleda, S. P. (2006). Influencia de cuatro técnicas agrícolas sobre la fertilidad de un andisol cultivado ubicado en el Eje Neovolcánico Mexicano. *IV international symposium on determinate volcanic Solis*. .

Craig, A., Hempel, J. (6 de Marzo de 2017). *Wiley Online Library*. Obtenido de Enciclopedia internacional de geografía: personas, tierra, medio ambiente y tecnología: <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0347>

Custode, E. De Nonig, G. Trujillgo, G. Viennot M. (1992). La Cangahua en el Ecuador caracterización morfo-edafológica y comportamiento frente a la caracterización morfo-edafológica y comportamiento frente a la. *Terra*, 10, 132,135 y 330.

De Noni, George, Trujillo, G., & Viennot, M. (1992). Social and Economical Analysis of the Cangahua in Ecuador. *ANALISIS HISTORICO, SOCIAL Ya ECONOMICO DE LA CANGAHUA EN ECUADOR*, (January), 13. <https://doi.org/dx.doi.org/10.1098/rsta.2016.0360>

Delgadillo, J. and R. Ferrera. (1997). Melilotus albus inoculado con Rhizobium meliloti y aplicación de materia orgánica en la recuperación de un tepetate. In: C. Zebrowski, P. Quantin and G. Trujillo. . *Suelos volcánicos endurecidos*. Quito,Ecuador: s.n.

Delorenzo, D. (2014). Paper presentado en el Taller para el manejo del pastoreo. *Revisión de libro de pastos y forrajes*.

Díaz, J. (2011). En *Programas de Seguridad, Salud del Trabajo*. México: Alfaomega.

Domínguez, M. J. V. (2013). Gustavo D. Buzai (2013, Dir.): Sistemas de Información

Geográfica (SIG): Teoría y aplicación. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de La Información Geográfica*, (13\_1), 5–7.

Duicela Guambi, L. A., Ubaque Pinzón, C. C., Ortiz Grisales, S., Valdez Restrepo, M. P., Vallejo Cabrera, F. A., Pérez Salinas, M., ... Méndez Soto, C. (2016). *VII Congreso Latinoamericano de Agronomía: Artículos In Extenso*.

Dubroeurcq, D. (1992). "Los tepetates de la región de Xalapa, Veracruz. En D. Dubroeurcq, *Un endurecimiento de origen pedológico*. Mexico : 233 - 240.

É. Cadier, G. Gornez, R. Calvez, F. Rossel. (2014). INUNDACIONES y SEQUIAS EN EL ECUADOR. *INUNDACIONES y SEQUIAS EN EL ECUADOR*, 113 - 115.

EPMMOP. (2002). Estudios Geológicos – Geotécnicos Físicos, químicos de Suelos de San Juan en la ciudad de Quito.

Espinosa, J. (2010). La erosión en Ecuador un problema sin resolver. *Siembra un mejor futuro sostenible, 83 años por la soberanía alimentaria de los ecuatorianos*, 1, 56-58.

Estrada, R. L. (2010). Hidrogeles biopoliméricos potencialmente aplicables en agricultura. *Iberoamericana de Polímeros*, 76.

Etchevers Barra, J. D., Cruz, H. ., Mares, A. ., & Zebrowski, C. (1992). The fertility of the tepetates : 1. Present and potential fertility of the tepetates of the Western Sierra Nevada (Mexico). *IRD*, 379–384.

Etchever, J. B. (2006). Distribución de C en fragmentos y agregados de materiales volcánicos endurecidos habilitados para la agricultura. *Medioambiente en Iberoamérica. Visión de la física y la química en los albores del siglo XXI*.

Etchevers, J. (1996). Factores físicos, químicos y biológicos que afectan a la productividad de los suelos volcánicos endurecidos. *Suelos Volcánicos Endurecidos*, 510.

Etchevers, J., López, R., Zebrowski, C., & Peña, D. (1992). Características químicas de tepetates de referencia de los Estados de México y de Tlaxcala. *Terra*, 10 Numero especial, 171-177.

EVREN. (2011). Línea base. In *Estudio del impacto Ambiental de la primera línea del metro de Quito* (pp. 1–266).

FAO. (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Ibadan, Nigeria.

FAO. (2014). Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. *Panorama de la Seguridad alimentaria* . Obtenido de <http://www.fao.org/3/ai4018s.pdf>

Flacso - Sede Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2008). GEO Ecuador . En P. d. Ambiente, *Informe sobre el estado del medio ambiente. Boletín informativo*. Quito.

Flores, S. P. (2004). Rehabilitación agroecológica de suelos volcánicos endurecidos, experiencias en el Valle de México. . *LEISA. Revista de Agroecología*. , 19, 24-27.

Fontaine, G., Narváez, I., & Cisneros, P. (2008). Geo Ecuador 2008: Informe sobre el estado del medio ambiente. *FLACSO. Quito, Ecuador*.

Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE). (2004). Guías de prácticas de Restauración Ecológica. Obtenido de [https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/guia\\_practica\\_re\\_0.pdf](https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/guia_practica_re_0.pdf)

GAD Municipal de Latacunga - DEMOGRAFÍA. (2017).

GAD Cantón Latacunga. (2014). Actualización del Plan de Desarrollo Territorial del Cantón Latacunga. <http://app.sni.gob.ec/sni->

link/sni/PORTAL\_SNI/data\_sigad\_plus/sigadplusdiagnostico/DIAGN%C3%93STICO%20P  
DyOT%20Latacunga%20Nov%202014\_15-11-2014.pdf

GAD LATACUNGA. (2016). PDOT LATACUNGA. *PDOT*, 32.

GAD MUNICIPAL LATACUNGA. (2016). PDOT LATACUNGA. *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*, 64.

GAD Parroquial San José de Poaló. (2015). *GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL SAN JOSÉ DE POALÓ*.

GAD Parroquia Poaló. (2015-2019). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0560018670001\\_PD%20Y%20OT%202015%20a\\_02-07-2016\\_15-13-10.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0560018670001_PD%20Y%20OT%202015%20a_02-07-2016_15-13-10.pdf)

GAD PUJILI. (2015). PDOT. 3-7.

GADM PUJILI. (2014). ACTUALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL PDOT DEL GOBIERNO AUTÓNOMO Y DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PUJILÍ . *ACTUALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL PDOT DEL GOBIERNO AUTÓNOMO Y DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PUJILÍ* , 7 - 9.

Gaibor, A., & Guano, M. (2012). *Resistencia de la cangahua en función de su composición mineralógica y contenido de humedad en dos sectores de Quito: Sur y Norte*.

Gallardo. (2006). Reutilización de suelos volcánicos erosionados sin promover más degradación Ecuador. *congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*, pp. 1-7, pp1-7.

Gem, B. (1995). Diagnostico del contenido de elementos en dos cangahuas de la provincia de pichincha. *Los suelos con cagahua en Ecuador*.

GeoEcuador. (2008). Informe sobre el estados del medio ambiente. *Medio Ambiente*, 15.

Global Water Partnership-South America. (2018). *Agua para el siglo XXI para América del Sur: Informe Ecuador*. Quito.

Gómez, N. O. (2013). *SIG PARA DETERMINAR LA SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA*.

<http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1011/SIG%20PARA%20ETERMINAR%20%20LA%20SUSCEPTIBILIDAD%20A%20MOVIMIENTOS%20EN%20MASA%20EN%20LA%20CUENCA%20DEL%20RIO%20CAMPOALEGRE.pdf?sequence=1>

Gómez, N., Osorio, Y., & Salazar, J. (2013). *SIG para determinar la susceptibilidad a movimientos de masa en la cuenca del Río Campoalegre*. Obtenido de SIG para determinar la susceptibilidad a movimientos de masa en la cuenca del Río Campoalegre:

<http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1011/SIG%20PARA%20ETERMINAR%20%20LA%20SUSCEPTIBILIDAD%20A%20MOVIMIENTOS%20EN%20MASA%20EN%20LA%20CUENCA%20DEL%20RIO%20CAMPOALEGRE.pdf?sequence=1>

Guerra, J. (2009). Manejo y conservación de suelos. Obtenido de <http://www.agroecuador.com/HTML/infocamara/2009/30042009/Manejo%20y%20conservacion%20de%20suelos.pdf>.

Havens, A. (1954). Drought and Agriculture. *Weatherwise*, 51 - 55.

Herdoíza Dávila, F. J. (2010). *Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial de Poaló, del cantón Latacunga*. QUITO/PUCE/2010.

Hidalgo, C. (1992). La cementación de los tepetates: estudio de la silicificación, en *Terra. ORSTOM*, 192 - 201.

Hidrobo, J., Da Costa, M., Prat, C., Trujillo, G., Moreno, J., & Ortega, C. A. (2015). Sistemas de producción en áreas con cangahua habilitada en la Sierra Norte de Ecuador. *Siembra*, 2(1), 116–127. <https://doi.org/10.29166/siembra.v2i1.1444>

Holdridge, L. (1978). Ecología en zonas de vida. *San José, CR, IICA*.

HUSTOM, N. (1994). Biological Diversity . *The coexistence of species on changing landscapes*, 51-53.

Hycka. (2013). *Veza común, su cultivo y utilización*. Zaragoza, España: s.n.

IEE. (2017). <http://www.ideportal.ice.gob.ec/visorIEE/composer/>:  
<http://www.ideportal.ice.gob.ec>

Ibañez Asensio, S., Gisbert Blanquer, J. M., & Moreno Ramón, H. (2011). *Entisoles*.

IGM. (2018). Obtención de cartografía Básica oficial actualizada del País multiescala. *INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR*, 372(2), 1–114.  
<https://doi.org/10.1056/nejmoa1407279>

INAMHI. (2010). MAPA DE ISOYETAS MEDIA ANUAL.

INAMHI. (2012). Clima, Efecto Invernadero y Cambio Climático. *ESTUDIOS E INVESTIGACIONES METEOROLÓGICAS*, 4.

INAMHI. (2015). *Geoinformación Hidrometeorológica*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/geoinformacion-hidrometeorologica/> de

INAMHI. (2015). TIPOS CLIMATICOS .

INEC. (2010). Banco de información cartográfica. *CARTOGRAFIAS NACIONALES 1:50000*.

INEC, I. N. (2010). *INEC*. Obtenido de INEC: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda/>

Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología. (2015). *Geoinformación Hidrometeorológica – Institutos*.

- IPCC. (2007). Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC. (2007). Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *flacsoandes*.
- Jiménez, W. (2015). *Cartografía De Suelos Con Cangahuas Mediante Teledetección En Los Cantones De Cayambe, Pedro Moncayo y Pimampiro, Sierra Norte en Ecuador*.
- Katime-Trabanca, D. K.-T. (2004). Los materiales inteligentes de este milenio. *Los hidrogeles macromoleculares. Síntesis, propiedades y aplicaciones. Universidad del País Vasco. Primera edición, 336*.
- Krishnan, A. (1979). Definition of droughts and factors relevant to specification of agriculture and hydrological drought. *Symposium on Hydrological Aspect of Drought*.
- Lantada, N. (2007). *Evaluacion del riesgo de desertificacion metodos avanzados y tecnicas GIS, aplicados a la ciudad de Barcelona*. Barcelona.
- Lasso, M. A., & Nijman, S. (2019). Global Environment Outlook – GEO-6: Summary for Policymakers. In *Global Environment Outlook – GEO-6: Summary for Policymakers*. <https://doi.org/10.1017/9781108639217>
- Li, X., Ji-Zheng, H., Hughes, J., Yu-Rong, L., & Zheng, Y.-M. (2013). Efectos de los polímeros SAPs en suelo de trigo. 58-63.
- Lima, S., Q. de Jong, G. Sparovek y D. Flanagan. (2002). Erosion database interface, a computer program for georeferenced application of erosion prediction models. En *Computer & Geoscience* (págs. 661 - 668). USA.
- López. (2008). El combate a la degradación de la tierra y su manejo sostenible en el Ecuador.
- Lucy, N. M. (1997). Pedogénesis de capas endurecidas de suelos volcánicos del antiplano de

Nariño (Colombia), en *Memorias del III Simposio Internacional sobre Suelos volcánicos endurecidos*, 10, 57-63.

MAE. (2000). INFORME DEL ECUADOR SOBRE LA CONVENCION DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACION. *INFORME DEL ECUADOR SOBRE LA CONVENCION DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACION*, 18 - 19.

MAE, M. d. (2013). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. *Subsecretaría de Patrimonio Natural*.

MAG & ORSTOM. (1982). Mapas y leyendas de suelos de la tierra de la Sierra ecuatoriana a estacala 1:50000. *Ministerio de Agricultura y Ganadería mediante el Programa Nacional de Regionalización y Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (Francia)*.

MAG. (2017). Ministerio de Agricultura y Ganadería.

MAGAP. (2016). TRACTOR ROTURADOR DEL MAGAP ZONA 3, REHABILITAN SUELOS EN PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO. Obtenido de <https://aldiaonline.com/?p=70064>

Martínez, G., Sánchez, M. y Madruga, E. (1997). Polímetros superabsorbentes. *Revista de plásticos modernos ciencia y tecnología de polímetros.*, 491, 73, 437-445.

Ministerio de Ambiente del Ecuador, & Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2014). *Gestión Integrada para la lucha contra la desertificación de la tierra y la adaptación al cambio climático*. Cuenca.

Ministerio de Educación. (2016). El Censo informa: Educación. *INEC-Censo 2010*, 19.

Molina, J. (4 de Abril de 2014). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de Técnica para crear e identificar mapas de susceptibilidad por remoción en masa usando aplicaciones SIG.: <http://hdl.handle.net/10654/11812>.

Monsalve Sáenz, G. (1999). Hidrología en la Ingeniería. *Alfaomega, Colombia*.

Moreno, L., & Decreto-Ejecutivo, 507. (2019a). Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. *Fielweb Evolución Jurídica*, 752(507), 1–192.

Moreno, L., & Decreto-Ejecutivo, 680. (2019b). *Reglamento Ley de ordenamiento territorial, uso y gestión de suelo*. 1–30.

MUNSHOWER, E. (1994). Practical Handbook of disturbed land Revegetation. *Lewis Publishers.*, 32.

Navarro, H. (1997). Manejo agronómico diferencial de la asociación maíz-haba en tepetate de quinto año de uso agrícola, en las memorias del Tercer Simposio Internacional. *Suelos Volcánicos y Endurecidos*, 10, 287-295.

Navarro, H. and C. Prat. . (1996). Habilitación agrícola de los tepetates de los valles de México y de. *El campo mexicano: modernización a marchas forzadas. México. s.n.*

Navarro, H. Z. (1994). La réhabilitation agricole des sols volcaniques indurés et érodés en Equateur et au Mexique,. *dans Transactions of the 15th World Congress of Soil Science, Acapulco, México*, 6a, 445-459.

Noni, G, & Trujillo, G. (1999). La erosión actual y potencial en Ecuador: Localización, Manifestaciones y causas. In *Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica* (Vol. 6).

Ochoa, S. (2014). Efecto con diferentes dosis de polímero (acrilato de potasio) en trigo para retención de agua en suelos arcillosos del Valle de Yaqui. [http://biblioteca.itson.mx/dac\\_new/tesis/853\\_ochoa\\_cauticio.pdf](http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/853_ochoa_cauticio.pdf)

OMS. (1997). Guías para la Calidad del Aire.

ONU. (2017). Día Mundial de Lucha contra la Desertificación y Sequía | Naciones Unidas.

ONU. (2019). *ONU programa para el medio ambiente*. Obtenido de ONU programa para el medio ambiente: <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/la-salud-humana-enfrenta-graves-amenazas-si-no-se-toman>

Ortega, D. (2013). Causas y Efectos de un fenómeno global. *CIENCIA UANL*, 9.

Ortiz, I., Sanz, J., Dorado, M., & Villar, S. (2007). Técnicas de recuperación de suelos contaminados. *Informe de Vigilancia Tecnológica. Universidad de Alcalá. Dirección General de Universidades e Investigación. España.*

Oyarzún, P., R. Borja and S. Sherwood. (2015). La trágica ironía del manejo de suelos en la sierra andina de Ecuador. *Chile: LEISA 31(1)*, pp, 19-21.

Pajares, S. C. (2006). Cambio de propiedad físico-químicas y químicas de los tepetates producidos a corto y mediano plazo por el cultivo. *IV Internacional symposium on Deterinated Volcanic Soils. Disco compacto. Mexico: Universidad Michoacana Morelia.*

Pajares, S., Gallardo, J., Marinari, S., & Etchevers, J. (2010). Indicadores bioquímicos de calidad en tepetates cultivados del eje neovolcánico mexicano. *Agrociencia, Colegio de Postgraduados Texcoco.*, 44(2), 121-134.

PALMER, W. C. (FEBRUARY de 1965). Meteorological Drought. (J. T. CONNOR, Ed.) *Research Paper N.45*, 58.

Perugachi Cahueñas, J. (2015). Evaluación del Carbono en Cangahuas con diferente tiempo de habilitación, tipo de cultivo y tipo de nutrición del suelo (Vol. 151). <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>

PLAN INTERNACIONAL ECUADOR . (2015). COLECTIVOS CIUDADANOS POR LA EDUCACION . *MIRADA TERRITORIAL*.

Plaza, M. E. (2006). Síntesis de hidrogeles a partir De acrilato de sodio Y metacrilamida para la liberación controlada de fertilizantes. *Tesis pregrado, Universidad del Valle, Cali, Colombia.*

Prat, C., Moreno, J., Hidrobo, J., Trujillo, G., Ortega, C., Etchevers, J., . . . Gallardo, J. (2015). Turning rocks into soils from the Ecuadorian Andes to the Mexican transvolcanic sierra. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). A contribution from mountain areas to the International Year of Soils 2015*, 111-115.

Presidencia de la República del Ecuador. (2010). Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización COOTAD. *Registro Oficial Suplemento 303 de 19-Oct-2010*, 2, 174.

Projar. (s.f.). (H. r. Stockosorb, Productor) Obtenido de <https://www.projar.es/productos/productos-jardineria-urbanismo/productos-plantaciones-forestales/retenedores-de-agua-productos-plantaciones-forestales/hidrogel-retenedor-de-agua-stockosorb/>

QUANTIN P., PRAT C., ZEBROWSKI C. (1998). Soil Resdoration and Conservation The "Tepetates" anic soils in mexico. *The Sustainable management Tchments*, 109-119.

Rojas, B. A. (2004). Estudio de la germinación de semillas de tomate en suelos áridos extraídos de la península de Araya (Venezuela) al utilizar polímeros de tipo Hidrogeles. *Iberoamericana de Polímeros*.

Romero, M. (2010). Rehabilitación de suelos cangahuosos mediante la incorporación de abonos verdes. *Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales*.

Sáenz, M. (2002). *HIDROLOGÍA EN LA INGENIERIA* . Bogotá.

Salazar, D. B., Aragón, J. P., & Guerrero, V. (2017). *Suelo De Cangahua Para El Cultivo De Tomate Riñón*.

Sánchez, B. (1992). Recuperación de tepetates en la vertiente oriental del valle de México. *Suelos endurecidos, Primer Simposio Internacional, México*, 9, 302-308.

Sánchez, D., A. Perez an H. Navarro. . (2004). Rehabilitación agroecológica de suelos volcánicos endurecidos, experiencias en el valle de México. Chile: . *LEISA*, 19(4), pp, 24-27.

Sánchez, L. (2007). Recuperacion de la fertilidad de los suelos de la comunidad costera de dolores del municipio caibarien en villa clara. 2007.

Sarkar., DP. Kanungo. (2004). Enfoque integrado para el mapeo de la susceptibilidad a deslizamientos de tierra mediante teledetección y SIG. En S. Sarkar, *Ingenieria Fotogramétrica y teledetección* (págs. 225 - 233).

Sarria, F. (2003). *Sistemas de Información Geográfica*.  
<http://www.um.es/gobgraf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. 84.

Secretaria Técnica Planifica Ecuador. (2010). Sistema Nacional de Información – Secretaría Técnica Planifica Ecuador.

Semilla de agua. (2008). Semillas de Agua, Hidroretenedor. Obtenido de <http://www.semillasdeagua.com/>.

SENPLADES. (2011). *SECRETARIA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SUMARIO*.

SENPLADES. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*.

SER. (2004). Restauración Ecológica, Conservación de la Biodiversidad.  
[https://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1432677983RestauracionecologicaenelSNASPEGASP2015.pdf](https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1432677983RestauracionecologicaenelSNASPEGASP2015.pdf)

SER Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group. (2002). The SER Primer on Ecological Restoration. *Guia practica de Restauracion Ecologica*, 9. [https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/guia\\_practica\\_re\\_0.pdf](https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/guia_practica_re_0.pdf)

SER. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Workin Group. (2004). The SER International Prime On Ecological Restoration. *Society for Ecological Restoration International*, 12.

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2017). Sequía. *EFFECTOS DE LA SEQUÍA*.

SIGTIERRAS, M. (2018). GEOPORTAL | Sistema Nacional de Informacion de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION. (2010). Secretaria tecnica Planifica Ecuador. En *Infraestructura Ecuatoriana de datos Geospaciales*.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION. (2016). *SIGAPRO*. Obtenido de Archivos de Informacion Geografica: <http://sni.gob.ec/coberturas>

SNI. (2010). SNI-INFRAESTRUCTURA ECUATORIANA DE DATOS GEOESPACIALES.

Suarez, J. (2008). *Zonificacion de Suceptibilidad Amenaza y Riesgo*. Obtenido de [www.erosion.com.co](http://www.erosion.com.co)

SUAREZ, L. (2012). Los páramos como paisajes naturales en el Ecuador. *Erosion* .

Suquilanda, M. (2008). El deterioro de los suelos en Ecuador y la producción agrícola. *XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. .

Telegrafo, E. (9 de mayo de 2019). *EL Telegrafo*. EL Telegrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/ecuador/1/inundaciones-agua-minimizar>

Tisintuña, I. A. (16 de Mayo de 2020). Densidad de Siembre. (N. Laguna, Entrevistador)  
Ucha, F. (02 de 01 de 2009). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/aire.php>

Valiente, O. M. (2001). SEQUÍA: DEFINICIONES, TIPOLOGÍAS Y MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN. *Investigaciones Geográficas*.

Vega-Carreño, M. B., & Febles-González, J. M. (2005). La investigación de suelos erosionados: métodos e índices de diagnóstico. *Minería y Geología*, 21(2), 18.

Velasco, I. Ochoa, L. Gutiérrez, C. (2005). Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Región y sociedad vol.17 no.34*.

Vera, R., & López, R. (1992). Tipología de la cangahua. *Terra*, 10, 113–119.

Vilca Hernández, S. P. (2018). *Utilización de un sistema de información geográfica para establecer zonas de afectación por amenazas de deslizamiento en el cantón Antonio Ante*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.

Werner, G. (1992). Suelos volcánicos endurecidos (tepetates) en el estado de Tlaxcala: Distribucion, rehabilitación, manejo y conservación. *Terra*, 10, 318-331.

Zebrowski, C., Quantin, P., & Trujillo, G. (1996). Suelos volcanicos endurecidos. In *III Simposio Internacional( Quito, diciembre de 1996)*, 185-137.

Zebrowski, C. &. (1997). Los costos de rehabilitación de los suelos volcánicos endurecidos. *Memorias del III Simposio Internacional. Suelos volcánicos endurecidos, Ecuador*.

Zebrowski, C. (1992). Los suelos volcánicos endurecidos en América Latina, en Terra. *Suelos volcánicos endurecidos*, 15 - 23.

# **ANEXOS**

*Anexo 1: Certificado de Idiomas*



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los Señores Egresados de la Carrera de **INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: LAGUA LAGUA NELLY MARGARITA; SANGUCHO SALAZAR JORGE ANIBAL**, cuyo título versa **“DELIMITACIÓN DE ZONAS DE CANGAHUA CON SEQUÍA EN LOS CANTONES PUJILÍ Y LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI PARA LA CUANTIFICACIÓN DE AFECTADOS Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS EN EL PERIODO 2019 - 2020”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020

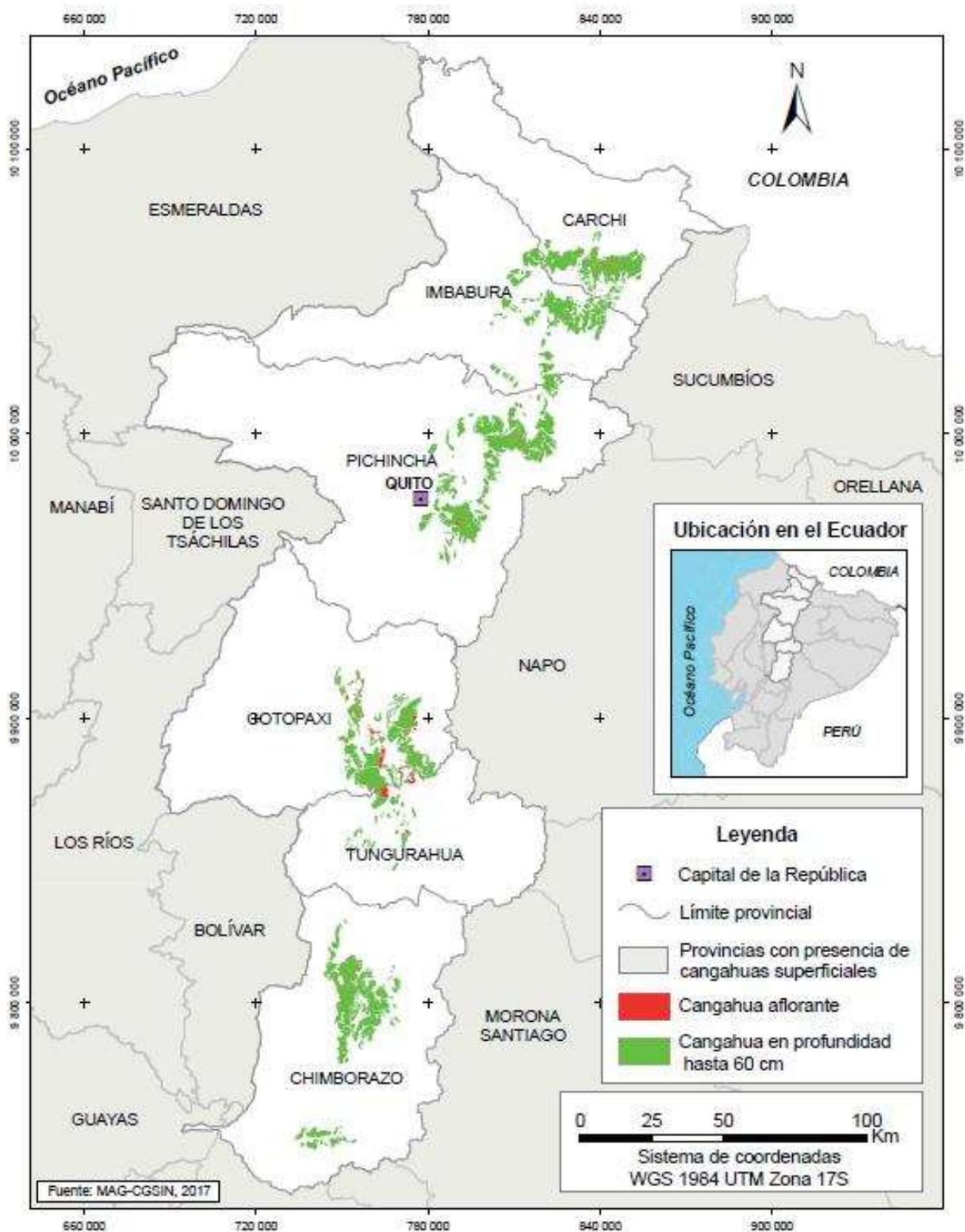
Atentamente,

Ledo Collaguazo Vega Wilmer Patricio Mg. C.  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
C.C. 172241757-1



CENTRO  
DE IDIOMAS

Anexo 2: Mapa de ubicación de cangahuas superficiales en el Ecuador



*Anexo 3: Ubicación de Puntos Geográficos para el área de estudio en Latacunga*

<i>ELOY ALFARO</i>		<i>POALO</i>		<i>11 DE NOVIEMBRE</i>	
<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>
-0.962587374	-78.638.119.162	-0.897057840	-78.677.191.829	-0.933683841	-78.661.359.700
-0.967791563	-78.642.490.718	-0.895217701	-78.678.470.089	-0.933271203	-78.661.594.155
-0.968106607	-78.642.858.267	-0.895663571	-78.681.019.707	-0.932834108	-78.661.905.298
-0.972933120	-78.640.758.647	-0.893661755	-78.681.879.947	-0.932462210	-78.662.011.955
-0.970620444	-78.640.254.672	-0.891726712	-78.682.739.365	-0.931549163	-78.661.608.049
-0.971581689	-78.636.178.555	-0.887920784	-78.684.416.576	-0.931420953	-78.662.186.713
-0.972248912	-78.634.613.356	-0.887932093	-78.684.954.493	-0.930772987	-78.663.247.339
-0.972924782	-78.633.312.320	-0.886887417	-78.685.865.754	-0.930378810	-78.663.600.384
-0.972049548	-78.633.760.088	-0.885936544	-78.687.001.794	-0.929517485	-78.663.917.096
-0.971612282	-78.633.600.949	-0.884600853	-78.688.262.817	-0.928717055	-78.664.351.832
-0.972246563	-78.632.268.463	-0.884181369	-78.688.465.980	-0.928253748	-78.664.612.461
-0.971288475	-78.633.135.511	-0.882929958	-78.688.519.615	-0.927966460	-78.665.038.332
-0.970802795	-78.634.114.644	-0.882079220	-78.688.589.020	-0.926988928	-78.666.836.527
-0.970529888	-78.633.943.553	-0.881347337	-78.688.558.365	-0.925045596	-78.666.471.912
-0.971114755	-78.632.684.890	-0.881097853	-78.688.421.563	-0.925108463	-78.665.817.444
-0.970107576	-78.631.881.709	-0.880982034	-78.688.703.416	-0.925006960	-78.665.192.595
-0.968930637	-78.634.425.161	-0.881148916	-78.689.031.617	-0.924969311	-78.663.567.283
-0.968423584	-78.634.200.733	-0.881247204	-78.689.289.455	-0.924781692	-78.663.498.315
-0.968172458	-78.634.357.378	-0.881459066	-78.689.864.129	-0.924142809	-78.663.358.304
-0.968019869	-78.634.884.777	-0.881655640	-78.690.379.809	-0.923700220	-78.662.688.453
-0.967785880	-78.635.201.719	-0.881804592	-78.690.857.467	-0.923109789	-78.662.053.459
-0.967012526	-78.635.990.986	-0.881889750	-78.691.307.591	-0.922595445	-78.661.779.979
-0.966711426	-78.636.494.788	-0.881933849	-78.691.623.552	-0.921932450	-78.661.058.004
-0.966264869	-78.636.218.190	-0.881963058	-78.692.270.769	-0.919810832	-78.663.686.817

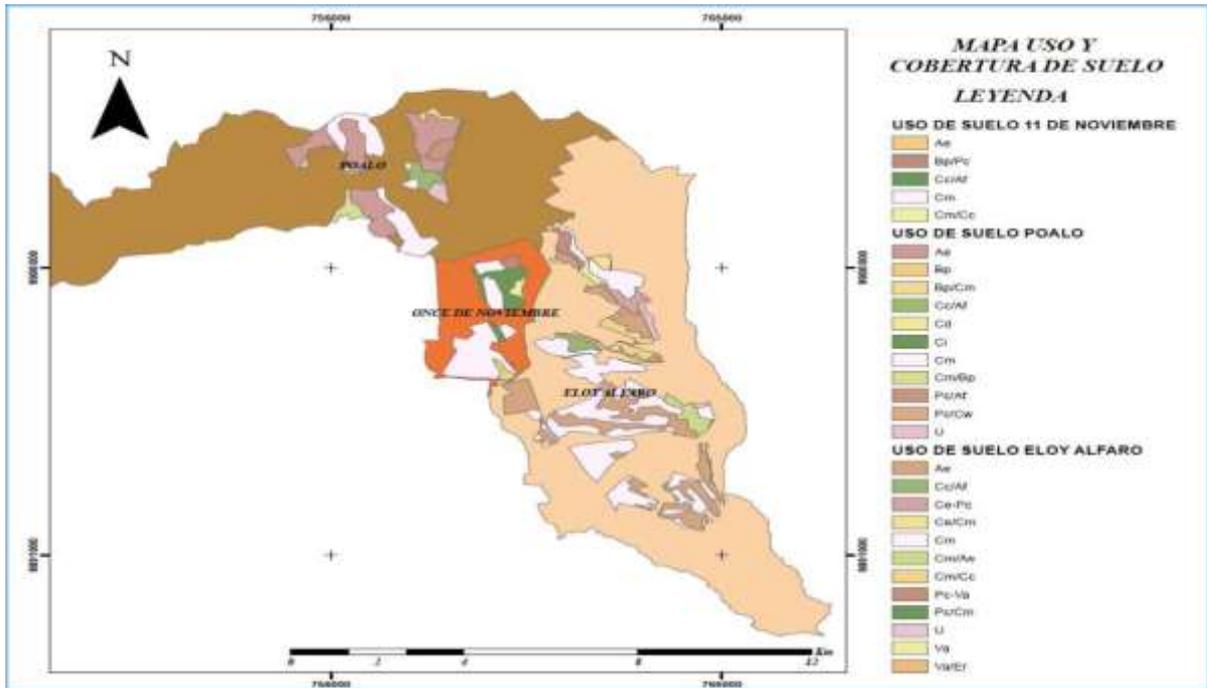
*Nota:* Elaboración propia

**Anexo 4: Ubicación Puntos Geográficos para el Área de estudio en Pujilí**

<b>ALPAMALAG</b>		<b>LA VICTORIA</b>	
<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
-0.977822908	-78.645.560.812	-0.921762983	-78.692.590.808
-0.978193423	-78.646.153.423	-0.921557530	-78.692.915.241
-0.978862197	-78.646.713.584	-0.920497837	-78.694.169.697
-0.980177765	-78.647.146.922	-0.919453194	-78.693.767.043
-0.980813107	-78.646.937.589	-0.917034592	-78.692.863.939
-0.982712446	-78.646.975.784	-0.915989783	-78.694.559.755
-0.984416703	-78.647.051.305	-0.915276704	-78.696.342.682
-0.982985166	-78.649.174.590	-0.917112478	-78.697.168.820
-0.983245981	-78.649.643.047	-0.916713341	-78.698.089.126
-0.985962528	-78.647.331.690	-0.916935076	-78.698.277.629
-0.986827740	-78.647.040.442	-0.917289851	-78.698.466.134
-0.988817522	-78.646.304.283	-0.917855272	-78.698.621.378
-0.991190983	-78.645.647.431	-0.918456234	-78.699.052.945
-0.992797489	-78.645.054.167	-0.918977439	-78.699.310.277
-0.993601935	-78.644.790.234	-0.919155584	-78.699.555.278
-0.996234883	-78.643.460.802	-0.918843822	-78.700.312.519
-1.000.386.728	-78.647.248.847	-0.918175767	-78.701.247.913
-1.001.344.829	-78.648.260.435	-0.917886272	-78.702.428.291
-1.003.777.921	-78.646.422.394	-0.917619042	-78.703.720.010
-1.009.370.001	-78.640.752.288	-0.917930788	-78.704.343.606
-1.015.112.113	-78.633.870.230	-0.918287070	-78.704.766.761

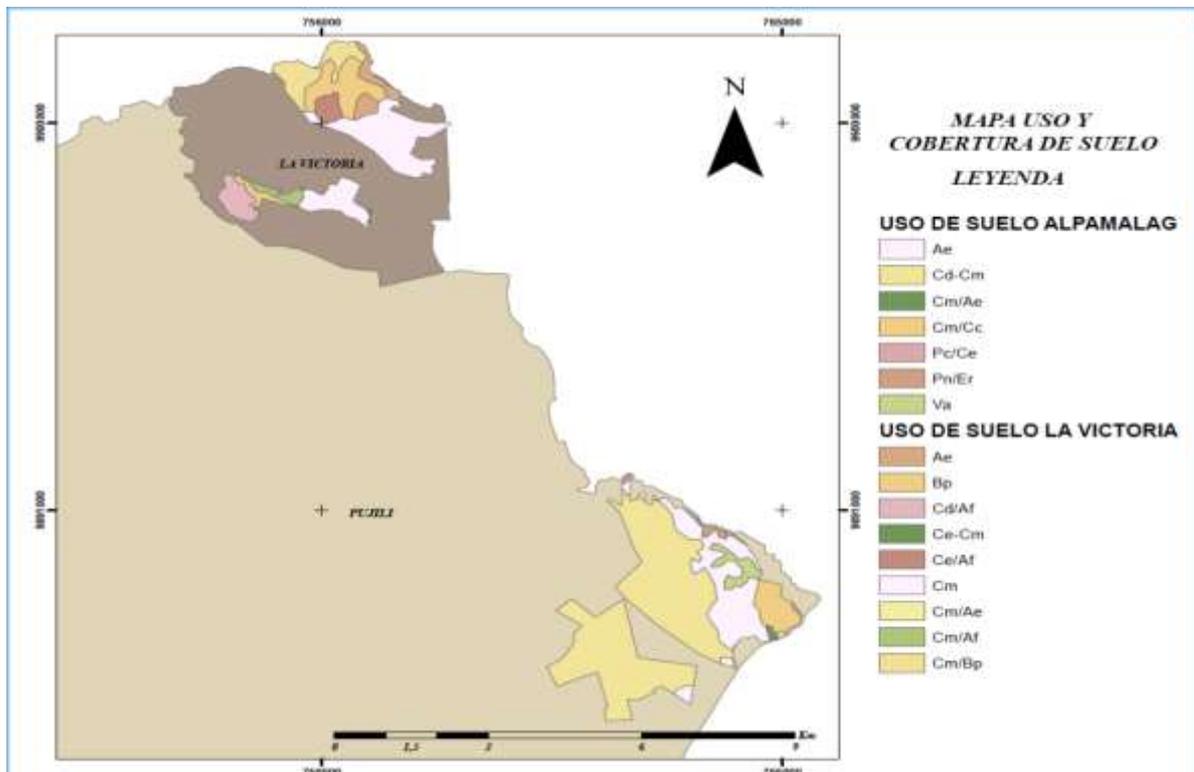
*Nota:* Elaboración propia

*Anexo 5: Mapa de Uso y Cobertura de Suelo de Latacunga*



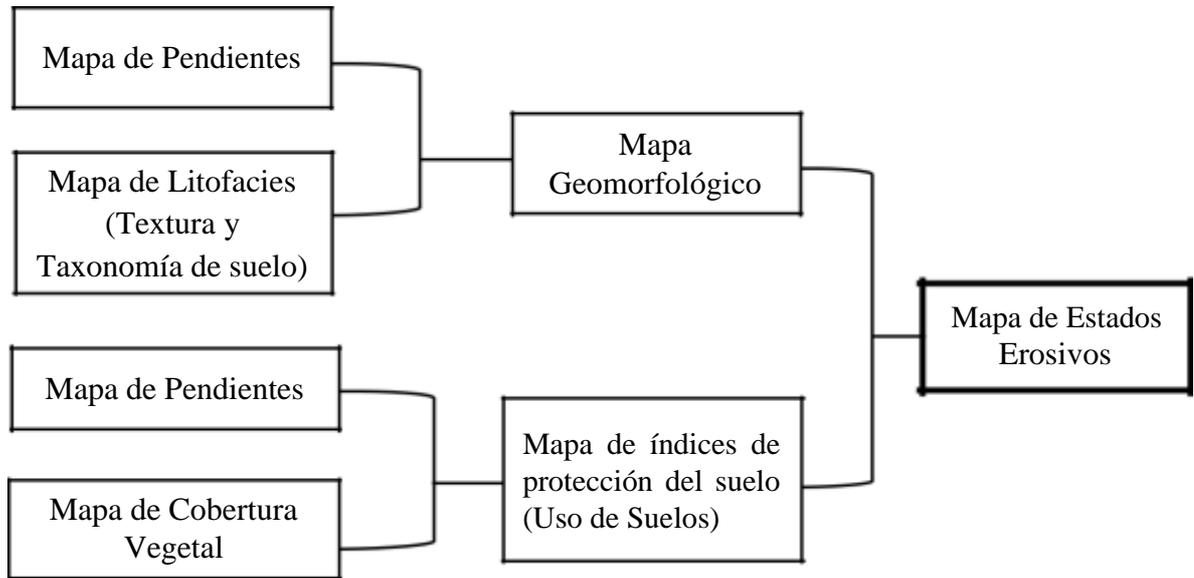
Nota: Elaboración propia

*Anexo 6: Mapa de Uso y Cobertura de Suelo de Pujilí*



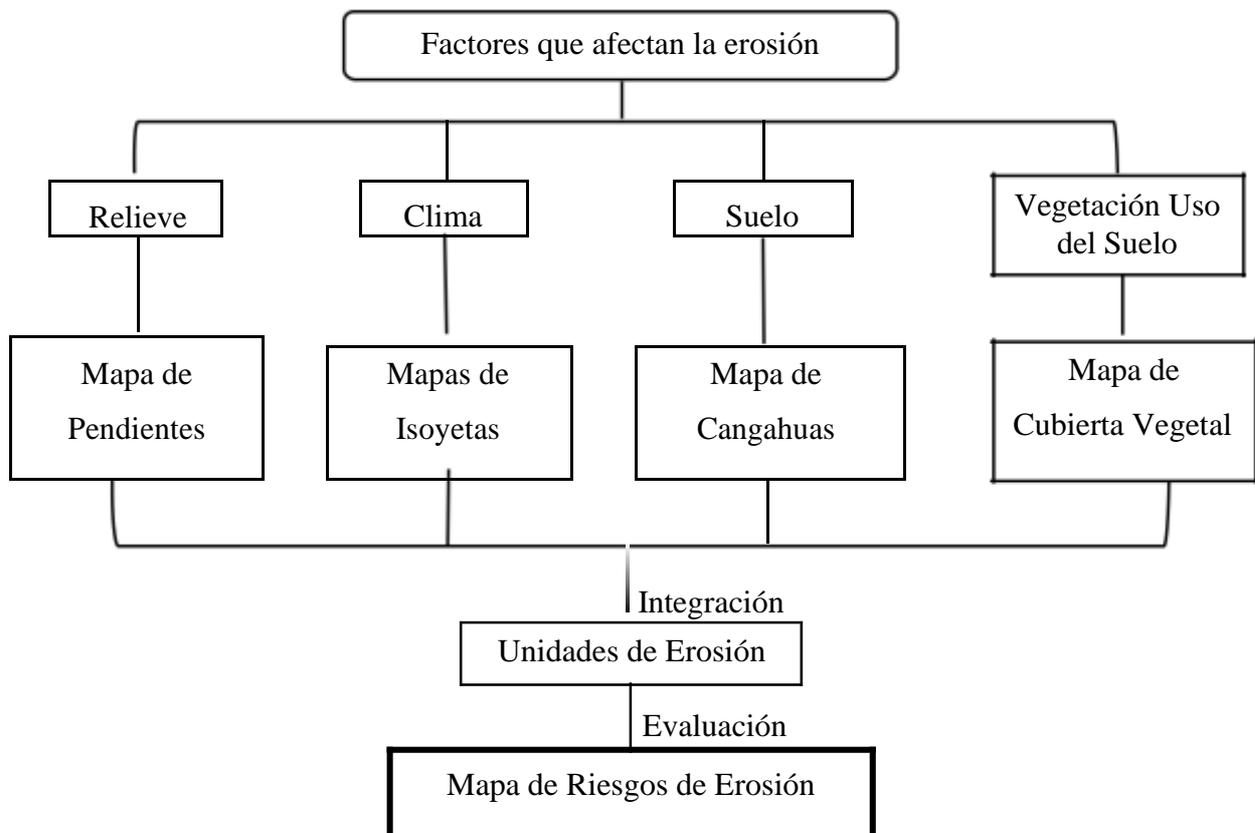
Nota: Elaboración propia

*Anexo 7: Metodología ICONA (1982)*



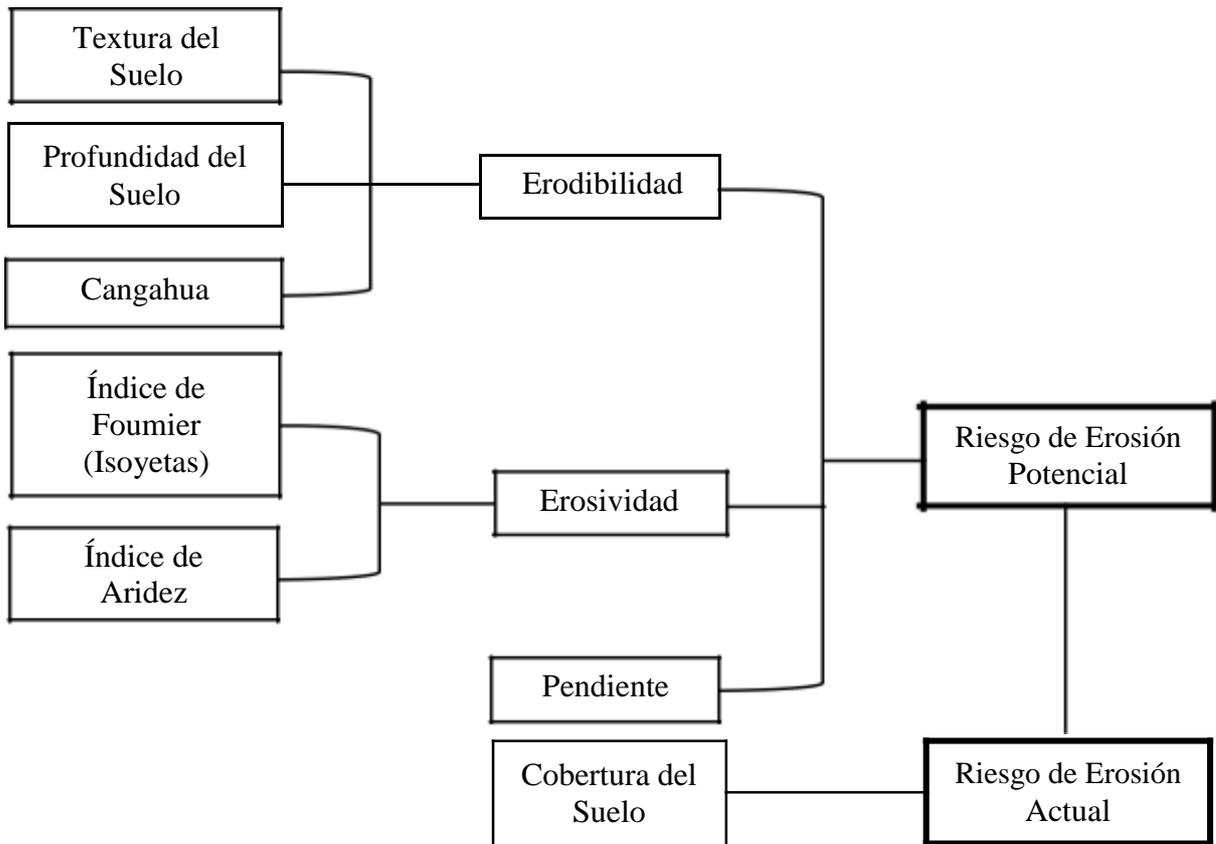
*Nota:* Elaboración propia

*Anexo 8: Metodología ALBALADEJO et al. (1988)*



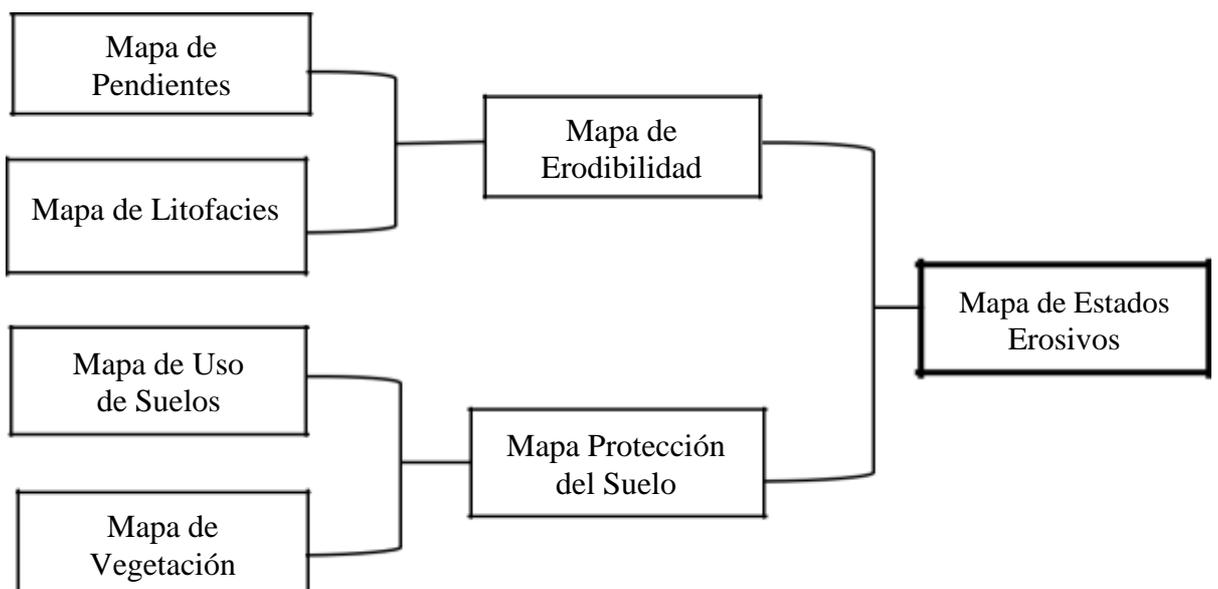
*Nota:* Elaboración propia

**Anexo 9: Metodología CORINE (1992)**



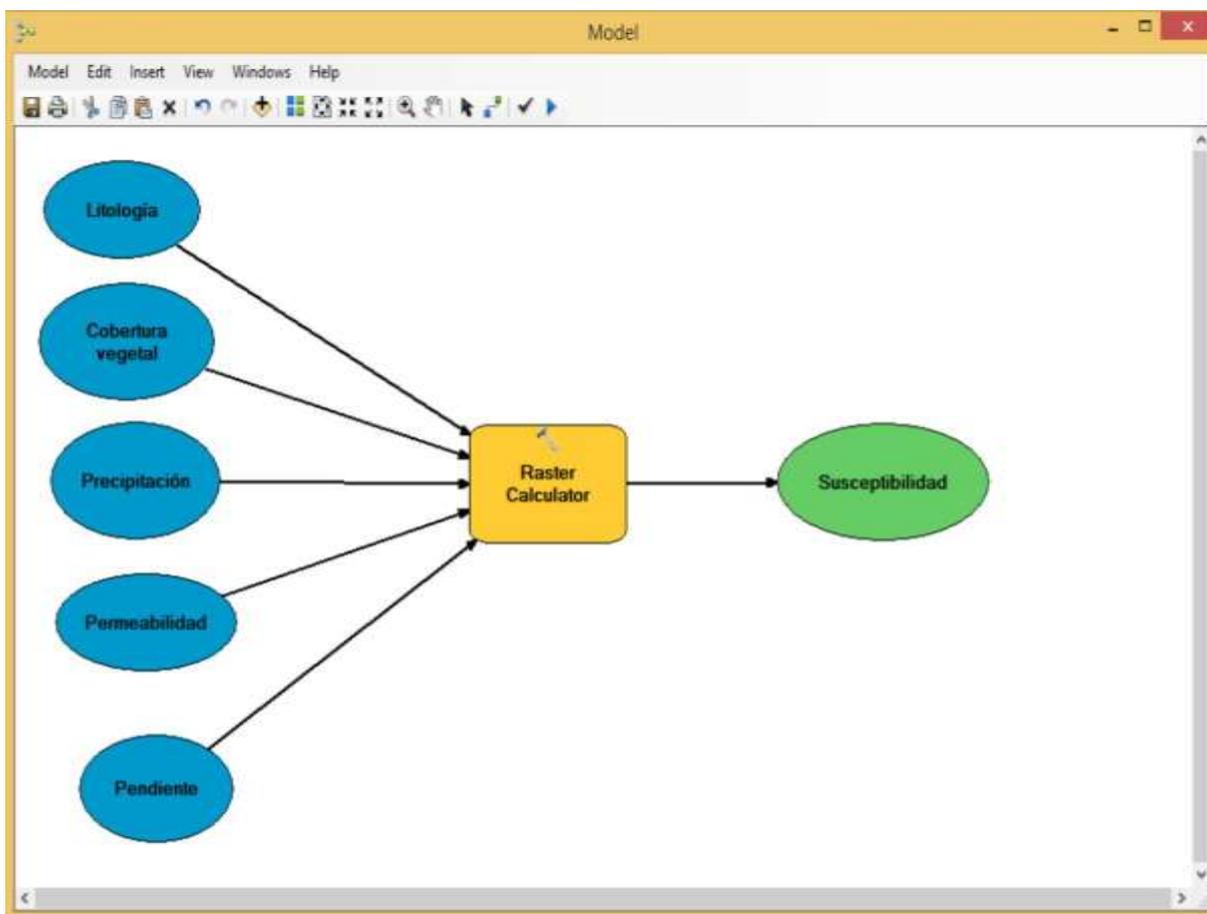
Nota: Elaboración propia

**Anexo 10: Metodología PAP/RAC (1997)**



Nota: Elaboración propia

*Anexo 11: Model Builder*



Nota: Elaboración propia

*Anexo 12: Cuantificación de afectados en Latacunga - Pujilí*

<i>Eloy Alfaro – Latacunga</i>						
<i>Nº</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>CATASTRO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>%</i>	<i>SECTOR</i>	<i>COORDENADAS</i>
1	Jhon Andrade	0501570490232	1,83	2,82	San Juan	760,235.96; 9,897,553.47
2	Segundo de la cruz	0501011160004	2.56	3,95	San Juan	761,068.03; 9,900,164.89
3	Alfredo Yanchaguano	0501010510061	2,82	4,35	San Juan	761,058.62; 9,899,732.84
4	Jose Chauca	0501580300007	1,89	2,91	San Juan	761,278.87; 9,897,327.47

5	Mercedes Chingersela	0501580180804	2,27	3,50	San Juan	760,409.85; 9,899,155.29
6	Manuel Barsales	0501580180810	1,83	2,82	San Juan	760,171.3; 9,898,903.76
7	Jaime Alonso Tapia	0501570050005	3,94	6,07	San Juan 2	760,409.85; 9,899,155.29
8	Martha Yolanda Toapanta	0501570050430	1,96	3,02	San Juan 2	760,171.3; 9,898,903.76
9	Lida Proaño	0501011330028	3,41	5,26	San Juan 2	760,884.64; 9,898,367.94
10	Carlos Herrera	0501580111056	1,71	2,64	San Juan 2	761,058.62; 9,899,732.84
11	Sonia Culqui	0501580180804	4,81	7,42	San Juan 2	761,263.02; 9,897,492.22
12	Paulina Culqui	0501580180810	2,56	3,95	San Juan 2	761,278.87; 9,897,327.47
13	Luis Alfonso Bautista	0501011340086	1,89	2,91	Santa Rosa de Pichul	760,883.59; 9,898,035.63
14	Cecilia Corrales	0501011360340	2,27	3,50	Santa Rosa dePichul	760,753.29; 9,897,627.66
15	Ana Maria Solosabal	0501580180804	2,56	3,95	Santa Rosa de Pichul	761,068.03; 9,900,164.89
16	Jhon Velasques	0501580180810	2,82	4,35	Santa Rosa dePichul	761,058.62; 9,899,732.84
17	Jonathan Rueda	0501011360004	2,41	3,72	Chan	761,263.02; 9,897,492.22
18	Carlos Osorio	0501011360001	3,53	5,44	Chan	761,278.87; 9,897,327.47

19	Abelardo Vasquez	0501580300007	1,96	3,02	Chan	760,409.85; 9,899,155.29
20	Segundo Marco Osorio	0501011450018	1,71	2,64	Zumbalica	761,043.81; 9,897,121.69
21	Salome Santos Osorio	0501011450209	4,81	7,42	Zumbalica	761,345.18; 9,696,762.18
22	Efrain Santos Osorio	0501580290007	3,94	6,07	Zumbalica	760,883.59; 9,898,035.63
23	Nicolas Rueda	0501580300203	1,96	3,02	Zumbalica	760,753.29; 9,897,627.66
24	Ramiro Vargas	0501580300007	3,41	5,26	Zumbalica	761,278.87; 9,897,327.47
Total			57.18	100		

***Poalo – Latacunga***

<b><i>Nº</i></b>	<b><i>NOMBRE</i></b>	<b><i>CATASTRO</i></b>	<b><i>ÁREA</i></b>	<b><i>%</i></b>	<b><i>SECTOR</i></b>	<b><i>COORDENADAS</i></b>
1	Nicanor Través	0501010110109	3,67	6,63	Cochapamba	761,477.17; 9,896,742.18
2	Carlos Rene Pillajo	0501011840083	3,51	6,34	Maca Chico	762,498.14; 9,896,567.11
3	Manuel Francisco Calo	0501011390022	1,23	2,22	Maca Chico	762,649.31; 9,896,406.41
4	María Isolina Corrales	0501010440185	0,75	1,36	Pilligsilli Centro	762,858.02; 9,896,793.58
5	Julio Erazo	0501580290007	2,16	3,90	Pilligsilli Centro	757,271.79; 9,903,519.71
6	María Olimpia Erazo	0501580300203	1,20	2,17	Pilligsilli Centro	757,153.61; 9,903,570.53
7	Augusto Martínez	0501580300007	3,57	6,45	Luz de América	757,097.47; 9,903,526.04
8	Carmen Bustillos	0501580170024	3,30	5,96	Luz de América	757,824.73; 9,903,150.02

9	José Lorenzo Taipanta	0501580170031	2,41	4,35	Luz de América	757,802.53; 9,903,038.44
10	Maria Camalle	0501580180214	1,28	2,31	Bellavista	757,966.72; 9,902,910.79
11	Pedro Chanaluisa	0501580180621	2,44	4,41	Bellavista	758,224.02; 9,902,835.49
12	Rafael Oña	0501580180618	2,27	4,10	San Rafael	758,299.29; 9,902,701.88
13	Carlos Herrera	0501580180817	2,43	4,39	San Rafael	758,534.66; 9,902,799.67
14	Virginia Mena	0501580111056	1,18	2,13	San Rafael	758,661.11; 9,902,934.59
15	Hermelinda Velasco	0501580290007	3,18	5,75	San Rafael	762,858.02; 9,896,793.58
16	Jose Velasco	0501580300203	4,41	7,97	San Rafael	757,271.79; 9,903,519.71
17	Pedro Chiliquinga	0501580300007	3,28	5,93	San Rafael	757,153.61; 9,903,570.53
18	Jorge Zambrano	0501580170024	2,44	4,41	Pilligsilli	757,097.47; 9,903,526.04
19	Leonardo Zambrano	0501580170031	2,27	4,10	Pilligsilli	758,241.04; 9,902,954.07
20	Cesar Chiliquinga	0501580180804	3,51	6,34	Pilligsilli	758,549.28; 9,902,965.39
21	Marcial Chiliquinga	0501580180810	2,28	4,12	Pilligsilli	758,455.24; 9,902,861.45
22	Sigfredo Alfonso Pacheco	0501580180602	2,58	4,66	Pilligsilli	758,241.04; 9,902,954.07
Total			55,35	99,9		
<i>Once de Noviembre – Latacunga</i>						
<i>Nº</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>CATASTRO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>%</i>	<i>SECTOR</i>	<i>COORDENADAS</i>

1	Ester Amelia Sandoval	0501570270240	4,41	8,85	Cristo Rey	759,714.92; 9,897,992.58
2	Segundo Veintimilla	0501570070014	3,28	6,58	Cristo Rey	759,253.11; 9,898,136.37
3	Rosa Laura Rodríguez	0501570250484	2,44	4,90	Cristo Rey	759,113.14; 9,897,516.93
4	Carmen Bustillos	0501010440185	2,27	4,55	Cristo Rey	758,534.66; 9,902,799.67
5	José Lorenzo Taipanta	0501580290007	3,51	7,04	Cristo Rey	758,661.11; 9,902,934.59
6	Cesar Gerardo Pérez	0501580300203	2,28	4,57	San Gerardo	758,475.1; 9,896,981.09
7	Nelson Osorio	0501570120214	2,58	5,18	San Gerardo	758,239.28; 9,896,957.39
8	María Isolina Corrales	0501580180214	4,41	8,85	San Gerardo	757,097.47; 9,903,526.04
9	Julio Erazo	0501580180621	3,28	6,58	San Gerardo	758,241.04; 9,902,954.07
10	María Olimpia Erazo	0501580180618	2,44	4,90	San Gerardo	758,549.28; 9,902,965.39
11	Juan Guillermo Gavilánez	0501580180817	0,73	1,46	Las Parcelas	758,455.24; 9,902,861.45
12	Nelson Ramiro Tigasi	0501570460144	0,19	0,38	Las Parcelas	758,241.04; 9,902,954.07
13	Joaquin Tigasi	0501580300203	2,41	4,84	Las Parcelas	757,097.47; 9,903,526.04
14	Jesica Reatiqui	0501580300007	3,53	7,08	Las Parcelas	758,241.04; 9,902,954.07
15	Lorena Aimacana	0501010440185	1,96	3,93	Las Parcelas	758,549.28; 9,902,965.39
16	Lorena Aimacana	0501580290007	1,71	3,43	Las Parcelas	758,455.24; 9,902,861.45

17	Jorge Salazar	0501580300203	4,81	9,65	Las Parcelas	758,241.04; 9,902,954.07
Total			49,84			13.56

***La Victoria - Pujilí***

<i>Nº</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>CATASTRO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>%</i>	<i>SECTOR</i>	<i>COORDENADAS</i>
1	Carmen Lorena Salgado	0501580210604	3,85	6,01	El Tejar	758,068.81; 9,901,205.58
2	Gilberto Jacome	0501580200006	2,74	4,27	El Tejar	758,280.65; 9,901,538.76
3	Washington Cerna	0501580210610	2,9	4,52	El Tejar	758,197.58; 9,901,298.11
4	Griselda Fabara	0501580800213	1,75	2,73	El Tejar	757,890.74; 9,900,323.52
5	Fanny Zapata	0501570500033	3,83	5,98	El Tejar	757,972.26; 9,899,628.33
6	Daniel Emilio Gradas	0501570500053	1,71	2,67	El Tejar	758,423.84; 9,899,498.98
7	Maria Reginia Rengel	0501570160440	3,44	5,37	El Tejar	758,416.04; 9,899,027.09
8	Olmedo Arsenio Orosco	0501570120201	1,23	1,92	El Calvario	758,289.65; 9,897,034.19
9	Maria Ninazunta	0501580600405	2,13	3,32	El Calvario	753,442.87; 9,903,923.42
10	Maria Margarita Choloquina	0501580810017	1,8	2,81	El Calvario	746,984.81; 9,900,187.78
11	Segundo Choloquina	0501580680208	2,55	3,98	El Calvario	752,807.89; 9,903,440.7
12	Luis Segundo Castro	0501580600401	2,70	4,21	El Calvario	753,352.62; 9,903,939.64
13	José Alomoto	0501580640403	1,40	2,18	El Calvario	753,326.65; 9,903,883.59
14	Manuel Castro	0501580640412	2,61	4,07	El Calvario	753,287.05; 9,903,828.82

15	Julio Ninasunta	0501580640419	2,34	3,65	El Paraíso	753,277.39; 9,903,786.07
16	María Vicenta Alomoto	0501580640415	3,55	5,54	El Paraíso	753,177.64; 9,903,802.69
17	Feliciano Unaicho	0501580640227	0,34	0,53	El Paraíso	753,144.15; 9,903,711
18	Manuel Choloquina	0501580640219	1,16	1,81	El Paraíso	753,047.66; 9,903,747.46
19	Salvador Changoluisa	0501580670402	2,28	3,56	El Paraíso	753,020.24; 9,903,845.11
20	Manuel Choloquina	0501580640614	1,96	3,06	San José	753,032.15; 9,903,913.95
21	Jose Feliciano Choloquina	0501580670403	4,35	6,79	San José	752,944.62; 9,903,868.45
22	Manuel Cocha	0501580640229	1,34	2,09	San José	753,102.95; 9,903,641.28
23	Eslayo Castro	0501580670016	4,25	6,63	San José	752,779.34; 9,903,520.01
24	José Julián Ayala	0501580670012	3,55	5,54	Santa Rosa de Chilcaloma	752,713.04; 9,903,559.09
25	María Choloquina	0501580680802	1,56	2,43	Santa Rosa de Chilcaloma	752,646.23; 9,903,426.31
26	María Carmen Choloquina	0501580540219	2,78	4,34	Collantes Chucutisí	752,947.62; 9,902,211.84
Total			63,46	99,9		

***Alpamalag – Pujilí***

<i>N</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>CATASTRO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>%</i>	<i>SECTOR</i>	<i>COORDENADAS</i>
1	José Ramón Oña	0501580370413	3,75	6,69	Alpamalag de Acurios	756,038.88; 9,902,844.27
2	Luis Alberto tapia	0501580370407	2.76	4,92	Alpamalag de Acurios	756,290.04; 9,902,735.23

3	José Isidro Oña	0501580370606	2,95	5,26	Alpamalag de Acurios	756,003.13; 9,902,693.83
4	Angel María Oña	0501580360401	1,13	2,01	Alpamalag de Acurios	756,253.29; 9,903,289.49
5	María Balbina Oña	0501580340406	2,88	5,13	Alpamalag de Acurios	756,079.25; 9,903,653.63
6	Marcia Oña	501580340623	1,3	2,32	Alpamalag de Acurios	755,910.12; 9,903,886.04
7	Rosa Vega	0501580460001	2,2	3,92	Alpamalag de Acurios	754,449.73; 9,904,566.59
8	Luis Jorge Ninasunta	0501580370402	1,91	3,41	Alpamalag de Acurios	756,261.07; 9,902,560.35
9	María Zoila Robalino	0501580350002	3,80	6,77	Alpamalag de Acurios	756,409.9; 9,902,176.63
10	Segundo Angel Carrera	0501580390602	0,17	0,30	Alpamalag de Acurios	756,224.35; 9,902,012.23
11	María Delia Changoluisa	0501580390204	1,34	2,39	Alpamalag de Acurios	755,936.61; 9,901,445.12
12	Manuel Mesías Chango	0501580240804	2,70	4,81	Alpamalag de Acurios	757,750; 9,901,279.36
13	José Julián Choloquina	0501580610011	3,73	6,65	Alpamalag de Acurios	753,523.65; 9,904,436.24
14	José Toribio Chanaluisa	0501580610204	4,22	7,52	Alpamalag de Acurios	753,477.59; 9,904,797.76
15	Rosario Choloquina	0501580460408	0,91	1,62	Alpamalag de Acurios	753,907.88; 9,904,461.08
16	José Antonio Choloquina	0501580790457	2,18	3,89	Alpamalag de Acurios	751,616.51; 9,903,959.16
17	María Juana Choloquina	0501580680205	1,53	2,73	Alpamalag de Acurios	752,789.13; 9,903,271.65
18	José Francisco Changoluisa	0501580630018	1,50	2,67	Alpamalag de Acurios	752,812.29; 9,904,065.19

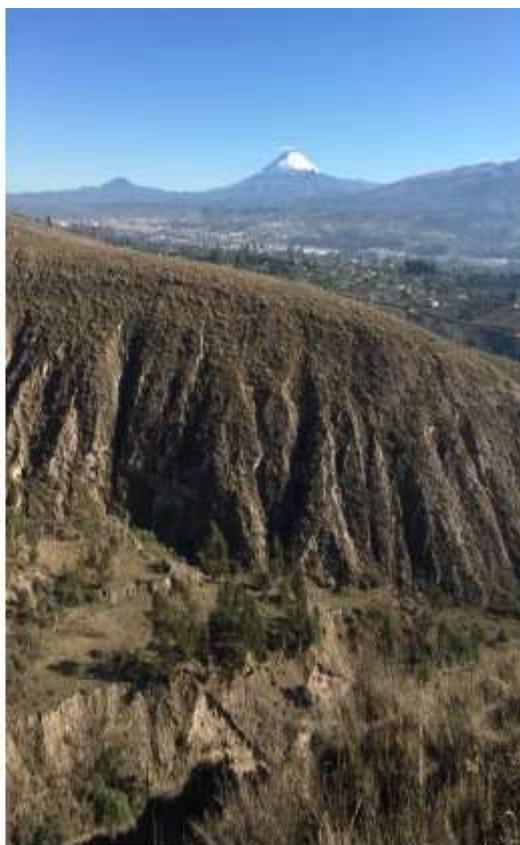
19	Simón Ayala	0501580710606	2,48	4,42	Alpamalag de Acurios	752,713.43; 9,902,379.61
20	José Cocha	0501580720007	1,54	2,75	Alpamalag de Acurios	752,494.01; 9,901,819.03
21	Juan Manuel Ayala	0501580740002	2,18	3,89	Alpamalag de Acurios	751,990.56; 9,901,449.75
22	Zoila Chanaluisa	0501580790633	3,37	6,01	Alpamalag de Acurios	752,313.83; 9,903,872.7
23	José Francisco Unaicho	0501580540815	1,64	2,92	Alpamalag de Acurios	753,723.23; 9,902,737.55
24	María Manuela Choloquina	0501580570005	3,92	6,99	Alpamalag de Acurios	754,014.81; 9,903,077.89
Total			56.09	99,9		

Nota: Elaboración propia

*Anexo 13: Fotografía Eloy Alfaro*



*Anexo 14: Fotografía Poalo*



---

*Anexo 15: Fotografía 11 de Noviembre*



*Anexo 16. Alfalfa nacional*



---

*Anexo 17. Inflorescencia de la vicia*



*Fuente: Gutiérrez, F. & Bonifaz, N. 2012*

*Anexo 18. Cebada*



*Fuente: MAGAP, 2019*

---

*Anexo 19. Tractor Rotulador*

*Anexo 20. Suelo Rotulado*

---



Fuente: MAGAP, 2019



Fuente: MAGAP, 2019

**Anexo 21. Polímero de Hidrogel o Hidro retenedor**

**Anexo 22. Hidrogel en Cultivo de maíz**



Fuente: Agro Ecuador, 2016



Fuente: Agro Ecuador, 2016

**Anexo 23. Datos para la elaboración de mapas (Fuentes de información geográfica y no geográfica)**

*Información referencial*

<b>Fuente</b>	<b>Descripción de información</b>
Senplades	Shapefiles
GAD Pujilí – Latacunga	Cartografía
INAMHI	Shapefiles
Sistema Nacional de Informacion	Shapefiles
MAGAP	Shapefiles
Sistemas Nacional de Planificacion y Desarrollo	Memoria Tecnica Deslizamientos
Sistema Integrado de Amenazas Naturales	Mapas Amenazas Naturales

Nota: Elaboración propia

**Anexo 24.** Archivos considerados en el método Cartografico

*Información geográfica.*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente</b>
Erosion. Shp.	Tipos de erosión de suelos	SIISE
Limites políticos. Shp.	Parroquias y cantones del cantón	SENPLADES
Curvas de nivel. Shp.	Curvas de nivel	SENPLADES
Uso de suelo. Shp.	Uso de suelo	SENPLADES
Cobertura vegetal. Shp.	Cobertura vegetal	SENPLADES
Pendiente sierra. Shp.	Rango de pendientes	SIN
Isoyetas. Shp.	Isoyetas	SIN
Hidrogeologico. Shp.	Permeabilidad	SIN
Tipos climáticos. Shp.	Tipos de clima	INAMHI
Textura sierra. Shp.	Textura	SIN

*Nota:* Elaboración propia

**Anexo 25.** Hoja de Vida del Tutor de investigación.

## CURRICULUM VITAE – BÁSICO



### 1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: VLADIMIR MARCONI ORTIZ BUSTAMANTE  
CARGO: DIRECTOR DEL AMBIENTE DEL GAD COTOPAXI  
FECHA DE NACIMIENTO: 11 DE MAYO DE 1975  
CEDULA DE CIUDADANÍA: 0502188451  
ESTADO CIVIL: DIVORCIADO  
NUMEROS TELÉFONICOS: 0995272510  
E-MAIL: vladimirortizbustamante@gmail.com /  
vladimir.ortiz@utc.edu.ec

### DOS

NIVEL PRIMARIO: ESCUELA JUAN MANUEL LASSO  
NIVEL SECUNDARIO: COLEGIO GRAL. MARCO A. SUBÍA  
NIVEL SUPERIOR: ESCUELA POLITECNICA JAVERIANA DEL  
ECUADOR  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

### 3.- TÍTULO

PREGRADO: INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE  
TÍTULO/GRADO DE POSGRADO MAGISTER EN EDUCACIÓN Y  
DESARROLLO SOCIAL

DIPLOMADOS:

**VLADIMIR MARCONI ORTIZ BUSTAMANTE**

- 1) ESPECIALISTA EN DEFENSORIA Y DERECHO AMBIENTAL INTERNACIONAL;
- 2) ESPECIALISTA EN DERECHO Y RESPONSABILIDAD POR EL DAÑO AMBIENTAL;
- 3) ESPECIALISTA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Además de haber dictado varias ponencias en el País y fuera de él, y una amplia participación en eventos como Premio Verde, Habitat III, y otros, de los cuales se destacan el desarrollo de artículos científicos y libros referentes a temas de orden medio ambiental.

Ha sido Administrador del Administrador del Centro de Emprendimiento y actualmente Director de Vinculación Social de la Universidad Técnica de Cotopaxi

**PUBLICACIONES DE LOS ÚLTIMOS AÑOS**

Resumen de contribuciones	
Artículos internacionales  BIOTECNIA – LATINDEX  KEY ENGINEERING MATERIALS – SCOPUS	ESTUDIO Y COMPOSICIÓN DE LA FLORA Y FAUNA DE LA PARROQUIA SANGAY, MORONA SANTIAGO, ECUADOR, IMPLICACIONES AMBIENTALES ISBN: 1665-6909 VOL. 20 N°3 (2018) BIOTECNIA – LATINDEX  RECOVERY OF HEAVY METALS FROM THE SPENT CATALYSIS OF THE HYDROTREATING UNIT (HDT) FOR THE USE OF THE IMPREGNATION OF SUPPORTED CATALYSTS  KEY ENGINEERING MATERIALS – SCOPUS
Artículos nacionales	DISEÑO DE UN REACTOR CONTINUO PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDROGENO Y ACETALDEHIDO A PARTIR DE ETANOL EN ECUADOR LATINDEX – UCIENCIA VOL. 5, N°1
Libros	CAPACIDAD DE FIJACIÓN DE CARBONO DE LOS PROYECGOS DE CONSERVACION Y RESTAURACION

*Anexo 26. Hoja de Vida de Autor: Jorge Anibal Sangucho Salazar*

**DATOS PERSONALES**

**NOMBRES:** Jorge Aníbal

**APELLIDOS:** Sangucho Salazar

**LUGAR DE NACIMIENTO:** Latacunga

**DOCUMENTO DE IDENTIDAD:** N° 050347171-6

**ESTADO CIVIL:** Casado

**CARGA FAMILIAR:** 2

**TIPO DE SANGRE:** O+

**DOMICILIO:** Av. General Miguel Iturralde

**CORREO ELECTRÓNICO:** [jorgesangucho2@gmail.com](mailto:jorgesangucho2@gmail.com)

**TELÉFONO:** 0984387456

032262119

**ESTUDIOS REALIZADOS**

**ESTUDIOS PRIMARIOS:**

*UNIDAD EDUCATIVA FAE N.º 5*

**Ciudad:** Latacunga

**ESTUDIOS SECUNDARIOS:**

*UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR “SAN JOSÉ LA SALLE”*

**Ciudad:** Latacunga

**Especialidad:** Físico Matemático

**ESTUDIOS UNIVERSITARIOS:**

*UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.*

**Carrera:** Ingeniería En Medio Ambiente.

**Ciudad:** Latacunga.

**UNIVERSIDAD DE CUENCA.**

**Ciudad:** Cuenca

**Diplomado “Liderazgo Transformacional”**

**CURSOS Y SEMINARIOS RECIBIDOS**

<b>NOMBRE DE LOS CURSOS</b>	<b>HORAS</b>
FORMACIÓN DE FORMADORES EN DERECHO A LA CIUDAD, PLANIFICACIÓN – ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y USO/ GESTIÓN DEL SUELO.	50
GESTIÓN AMBIENTAL.	30
CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.	40
I SEMINARIO INTERNACIONAL EN FISCALIZACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL.	40
MANEJO DE INSTRUMENTACIÓN AMBIENTAL.	40
CAPACITACIÓN EN PLANES DE MANEJO AMBIENTAL, PLANES DE ACCIÓN, PLANES DE EMERGENCIA, INFORMES DE CUMPLIMIENTO Y AUDITORIAS, ENFOCADO A LA EDUCACIÓN Y PROBLEMÁTICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.	8
PREPARACIÓN Y ACTIVACIÓN AL EMPRENDIMIENTO JUVENIL.	15
HABLEMOS SOBRE DERECHOS TERRITORIALES.	15
EMPRENDIMIENTO SOCIAL COMO HERRAMIENTA CLAVE PARA LA SUPERACIÓN DE LA DESIGUALDAD DE OPORTUNIDADES.	8
LIDERAZGO PARA LA TRANSFORMACIÓN – EDICIÓN 2018.	300
PERSPECTIVAS, COYUNTURA Y EMPODERAMIENTO ORGANIZACIONAL DEL MOVIMIENTO OBRERO DEL ECUADOR.	30
I JORNADAS DE DIFUSIÓN AMBIENTAL.	40
DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO.	40
III SEMINARIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN UNIVERSITARIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE – ECUADOR.	40
GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS – AME.	16
GESTIÓN AMBIENTAL – DGA – SALCEDO.	40

The Reciclaje Games – DGA Salcedo	24
LCOY 15 – Ecuador 2019	40
Paradigmas y Alternativas para el Desarrollo Económico	40

## REFERENCIAS PERSONALES

- **Ing. Marcela Cevallos**

**Cargo actual:** Asambleísta Nacional (A) – Directora MAE Santo Domingo

**Teléfono:** 0999247811

- **Soc. Jhonny Centeno**

**Cargo actual:** Investigador de la Universidad de Cuenca.

**Teléfono:** 0999731878

- **Dr. Edgar Galeano**

**Cargo actual:** Director del MREMH, Zonal 3.

**Teléfono:** 0969823434

*Anexo 27. Hoja de Vida de Autora: Nelly Margarita Laguna Laguna*

## DATOS PERSONALES

**Nombres:** Nelly Margarita

**Apellidos:** Laguna Laguna

**Fecha de nacimiento:** 5 de junio de 1994

**Edad:** 25 años

**Cédula:** 180457236-8

**Estado civil:** Soltera

**Dirección domiciliaria:** Tungurahua–Ambato- Atahualpa / Santa Fe

**Barrio “Señor de la Justicia”**

**Teléfono del domicilio:** 032436082

**Celular:** 0958794932

**Correo electrónico:** nellylagua25@gmail.com



## ESTUDIOS REALIZADOS

**Primaria:** Escuela Fiscal “Ernesto Bucheli”

**Secundaria:** Instituto Fiscomisional “Tirso de Molina”

**Título Obtenido:** Bachiller en Químico Biólogo

**Superior:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Título por obtener:** Ingeniería en Medio Ambiente

## CURSOS Y SEMINARIOS RECIBIDOS

NOMBRE DE LOS CURSOS
Universidad técnica de Cotopaxi por la participación en el I seminario Internacional de fiscalización, seguimiento y control ambiental con una duración de 40 horas.
Universidad técnica de Cotopaxi por la participación en el I Jornada de Difusión Ambiental con una duración de 40 horas.
Universidad técnica de Cotopaxi por la participación en el Curso – Taller de diseño de Plantas de Tratamiento con una duración de 40 horas.
Ministerio del Ambiente, Universidad técnica de Cotopaxi por la participación de la conferencia de sobre Estado de Conservación del Cóndor Andino en Ecuador y el del uso de anteojos en Ecuador.
Universidad técnica de Cotopaxi por la participación en el Foro Los Recursos Hídricos en la Provincia de Cotopaxi.
Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua por la participación del "I Simposio Ecosistema Forestal y su Incidencia en el Cambio Climático"