



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“RESTAURACIÓN FORESTAL DE SUELOS SECOS EN EL SECTOR DE
ALPAMALAG DEL CANTÓN PUJILÍ EN EL PERÍODO 2019 - 2020”**

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

Autor

Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina

Tutor

Vladimir Ortiz Bustamante Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Septiembre – 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina, con cédula de ciudadanía No. 1721526414, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Restauración Forestal de Suelos Secos en El Sector de Alpamalag del cantón Pujilí en el Período 2019 - 2020” siendo el Ingeniero Mg. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina
CC: 1721526414

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 **AMAGUAÑA GUANOCHANGA NATHALY KAROLINA**, identificada con cédula de ciudadanía **1721526414** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. M.B.A. 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 CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **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 de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor: Ing. MSc. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante

Tema: “Restauración forestal de suelos secos en el sector de Alpamalag del cantón Pujilí en el período 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, **LA CEDENTE** autoriza 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 **LA CEDENTE**, transfiere 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.
- e) 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 **LA CEDENTE** declara 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 **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, 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.

Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina
LA CEDENTE

Ing. M.B.A. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“RESTAURACIÓN FORESTAL DE SUELOS SECOS EN EL SECTOR DE ALPAMALAG DE ACURIOS DEL CANTÓN PUJILÍ EN EL PERÍODO 2019 - 2020.”

de Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina, 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 también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa

Latacunga, 17 septiembre de 2020

Ing. Mg Vladimir Marconi Ortiz Bustamante
TUTOR DEL PROYECTO
CC: 0502188451

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina, identificado con el título del Proyecto de Investigación: “RESTAURACIÓN FORESTAL DE SUELOS SECOS EN EL SECTOR DE ALPAMALAG DEL CANTÓN PUJILÍ EN EL PERÍODO 2019 - 2020.” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 17 septiembre 2020

Ing. PhD. Mercy Ilbay Yupa
LECTOR 1 (PRESIDENTE)
CC: 0604147900

Ing. Mg. José Agreda Oña
LECTOR 2
CC: 0401332101

Ing. Mg. Oscar Daza Guerra
LECTOR 3
CC: 0400689790

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mi familia en especial a mis Padres Ramiro Amaguaña y Janeth Guanochanga que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible. De igual forma, agradezco a mis Ingenieros que me han visto crecer como persona y que gracias a sus consejos y enseñanzas hoy puedo culminar esta investigación por la cual puedo sentirme dichoso y contento.

Y por supuesto a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación principalmente a Dios, porque ha estado conmigo en cada paso que doy y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis Padres Ramiro y Janeth, por su amor, trabajo, por la confianza depositada y el sacrificio en todos estos años y hacer de mí una persona de bien, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija, son los mejores padres.

A mi querida hermana Kimberly, que con su amor me ha enseñado salir adelante, gracias por su paciencia, pero sobre todo por estar en este momento tan importante en mi vida

A mis tíos en especial a Norma, Fabián y Efraín porque siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas, me han enseñado a luchar, a seguir adelante a pesar de las adversidades, nunca me han dejado desvanecer y en especial porque han permanecido conmigo en cada etapa de mi vida muchas gracias a ustedes.

Finalmente, a toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas

Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “RESTAURACIÓN FORESTAL DE SUELOS SECOS EN EL SECTOR DE ALPAMALAG DEL CANTÓN PUJILÍ EN EL PERÍODO 2019 – 2020”

AUTOR: Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina

RESUMEN

La presente investigación se realizó mediante una recopilación bibliográfica científica para realizar una propuesta de restauración forestal de suelos secos en el sector de Alpamalag del cantón Pujilí. El área de estudio se encuentra a una altura de 2945 msnm con coordenadas geográficas de 0° 59' 27" latitud sur y 78° 40' 18" longitud oeste, se encuentra en la parte nororiente del cantón Pujilí. El principal objetivo fue realizar un estudio para la restauración forestal de los suelos secos en el sector. El tipo de investigación utilizado fue la participación socio ambiental, donde se incorpora activamente a la comunidad afectada, la investigación bibliográfica documental que nos permitió recopilar la información científica redactada en la fundamentación teórica y fue un soporte en los resultados de la investigación. Además, la información geográfica en formato de archivo descargable del Sistema de Información Nacional (SNI) fue fundamental para la elaboración de los mapas geográficos, suelos y climáticos. Se evidenció que el sector de Alpamalag de Acurios presenta una taxonomía de suelos dentro de los órdenes Inceptisoles siendo característica la clase textural arena francosa fina con menos del 35% de pedregosidad y en gran proporción el orden de los Entisoles, suelos poco evolucionados, con erosión intensa y degradación, áridos de alta pedregosidad. La textura del suelo en el sector de Alpamalag de Acurios es en gran proporción arenosa, con mínimos segmentos franco arenosos y francos. La cobertura vegetal es primordialmente destinada al cultivo intensivo de brócoli, con alrededor de 800 hectáreas. El sector se encuentra dentro del clima Ecuatorial Mesotérmico Seco, con temperaturas entre 12 y 20°C, una pluviosidad menor a 500 mm con aire frío, humedad comprendida entre 50 – 80% y 1500 horas sol por año. Dentro de la propuesta se plantea realizar un plan de capacitación y concientización ambiental dirigido a los habitantes del sector con la participación de estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi indicando la problemática y solución. También, se identificó varias especies forestales endémicas que ayudarán a la restauración de los suelos, siendo las principales *Trema micrantha*, *Ficus cuatrecasana*, *Shinus molle* y *Caesalipinia spinosa*.

Palabras clave: Restauración forestal, Entisoles, Inceptisoles, Cangahua, *Trema micrantha*, *Ficus cuatrecasana*, *Shinus molle* y *Caesalipinia spinosa*

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: “FOREST RESTORATION OF DRY SOILS AT ALPAMALAG SECTOR FROM PUJILÍ CANTON 2019 – 2020 PERIOD”

Author: Amaguaña Guanochanga Nathaly Karolina

ABSTRACT

The present research was carried out through a scientific bibliographic compilation to carry out a proposal for forest restoration of dry soils at Alpamalag sector from Pujilí canton. The study area is located at an altitude of 2945 meters above sea level with geographic coordinates of 0 ° 59 '27" south latitude and 78 ° 40 '18" west longitude, it is located at northeast. The main objective was to carry out a research for forest restoration of dry soils in the sector. The type of research used was socio-environmental participation, where the affected community is actively incorporated, documentary bibliographic research that allowed to collect scientific information written in theoretical foundation and was a support in the investigation results. In addition, geographic information in downloadable file format from National Information System (SNI) was essential for geographic preparation, soil and climate maps. It was evidenced that Alpamalag de Acurios sector presents a taxonomy of soils within Inceptisols orders, being characteristic fine loamy sand textural class with less than 35% stonyness and in a large proportion the order of Entisols, little evolved soils, with intense erosion and degradation, high stony aggregates. The soil texture in Alpamalag de Acurios sector is largely sandy, with minimal sandy loam and loamy segments. The vegetation cover is primarily intended for the intensive broccoli cultivation, with around 800 hectares. The sector is within the Equatorial Mesothermic Dry climate, with temperatures between 12 and 20 ° C, a rainfall of less than 500 mm with cold air, humidity between 50 - 80% and 1500 hours of sunshine per year. Within the proposal it is proposed to carry out a training plan and environmental awareness aimed at inhabitants of the sector with the participation of students and teachers of Environmental Engineering career of Technical University of Cotopaxi indicating the problem and solution. Also, several endemic forest species were identified that will help to restore the soils, the main ones being *Trema micrantha*, *Ficus cuatrecasana*, *Schinus molle* and *Caesalipinia spinosa*.

Keywords: Forest restoration, Entisols, Inceptisols, Cangahua, *Trema micrantha*, *Ficus cuatrecasana*, *Schinus molle* and *Caesalipinia spinosa*.

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	V
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
TABLA DE CONTENIDOS.....	XI
LISTA DE TABLAS.....	XIV
LISTA DE FIGURAS.....	XIV
LISTA DE MAPAS	XIV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	1
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS	3
4.2. BENEFICIARIOS INDIRECTOS	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS	6
5.1 GENERAL.....	6
5.2 ESPECÍFICOS	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	8
7.1 ANTECEDENTES	8

7.2	EL SUELO.....	8
7.3	TIPOS DE SUELO.....	9
7.3.1	<i>Entisoles</i>	9
7.3.2	<i>Inceptisoles</i>	10
7.4	SUELOS SECOS (TIERRAS SECAS).....	10
7.5	SUELOS DE CANGAHUA.....	11
7.6	RECUPERACIÓN DE SUELOS DE CANGAHUA.....	13
7.7	RESTAURACIÓN FORESTAL.....	13
7.8	TIPOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL.....	15
7.9	MÉTODOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL.....	15
7.10	MÉTODOS DE GEORREFERENCIACIÓN ESPACIAL.....	17
8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	17
9.	METODOLOGÍAS.....	18
9.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	18
9.1.1.	<i>Participación Socio Ambiental</i>	18
9.1.2.	<i>Bibliográfica Documental</i>	19
9.2.	MÉTODOS.....	19
9.2.1.	<i>Descriptivo</i>	19
9.2.2.	<i>Cartográfico</i>	19
9.3.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
9.4.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	21
9.4.1.	<i>Materiales</i>	21
9.4.2.	<i>Equipos</i>	21
9.5.	MANEJO DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN.....	21
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	22
10.1.	ANÁLISIS DE LA TAXONOMÍA DE SUELOS DE ALPAMALAG DE ACURIOS.....	23
10.2.	ANÁLISIS DE LA TEXTURA DE SUELOS DE ALPAMALAG DE ACURIOS.....	26
10.3.	ANÁLISIS DE LA COBERTURA DE SUELOS DE ALPAMALAG DE ACURIOS.....	29
10.4.	ANÁLISIS DE ISOTERMAS DE ALPAMALAG DE ACURIOS.....	30
10.5.	MÉTODOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL.....	32
10.6.	MARCO LEGAL.....	32
11.	IMPACTOS.....	35

11.1. SOCIAL	35
11.2. AMBIENTAL	35
12. PRESUPUESTO	36
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
13.1. CONCLUSIONES	37
13.2. RECOMENDACIONES	37
14. PROPUESTA DE RESTAURACIÓN FORESTAL DE SUELOS SECOS CON ESPECIES ENDÉMICAS	38
15. BIBLIOGRAFÍA	51
16. ANEXOS	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Superficie de cangahua provincia Cotopaxi	12
Tabla 2. Ubicación del área de estudio.....	20
Tabla 3. Coordenadas geográficas Alpamalag	23
Tabla 4. Pisos climáticos del Cantón Pujilí	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo de texturas de suelo	28
--	----

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de Alpamalag de Acurios	20
Mapa 2. Mapa físico de Alpamalag de Acurios	22
Mapa 3. Taxonomía de suelos de Alpamalag de Acurios	24
Mapa 4. Texturas de suelos de Alpamalag de Acurios.....	27
Mapa 5. Cobertura de Suelo en Alpamalag de Acurios	29
Mapa 6. Isotermas del sector de Alpamalag de Acurios	31

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación fue proponer la restauración forestal de los suelos secos mediante un estudio bibliográfico en el sector de Alpamalag, como como propuesta para la recuperación de los suelos, debido a que directamente se encuentra en un área de problemas de sequía por la ausencia de precipitaciones y del recurso hídrico.

Para lo cual, esta investigación fue llevada a cabo por el investigador, donde se utilizó el software de sistemas de información geográfica para la delimitación del lugar y la recopilación bibliográfica para identificar las especies forestales que se adapten, con el fin de que esté recurso forestal pueda ser utilizado a futuro como mecanismo para la recuperación de los suelos del sector, que actualmente se encuentran áridos por la falta de agua, sistemas de riego, precipitaciones naturales o caudales de aguas superficiales.

El objetivo de la presente investigación fue realizar un estudio de restauración forestal de los suelos secos en el sector de Alpamalag, con el fin de proponer una alternativa ambiental para mejorar los suelos, y de esta manera mejorar todo el ecosistema que se encuentra a su alrededor.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La restauración forestal es una disciplina científica que está en acelerado crecimiento. Esta es definida, como un complemento esencial para la conservación. El concepto comenzó a emplearse a comienzos de los años 80 y en pocos años, tanto la producción científica sobre el tema como los proyectos aplicados de restauración forestal han experimentado una considerable expansión (Mena, 2018)

Para determinar cuáles son las principales amenazas de la conservación de la biodiversidad se debe valorar la magnitud de sus impactos y diseñar los mecanismos más eficientes para contrarrestarlas; además, de tomar las correctas decisiones en la gestión de los recursos naturales (Vanegas, 2016).

Una de las amenazas que ha sido reconocida ampliamente por su capacidad de impactar significativamente a la seguridad hídrica y a través de ésta, a los objetivos mundiales de desarrollo, es la sequía. La sequía fue la causa más importante de personas afectadas por desastres naturales en todo el mundo a lo largo del siglo XX. De acuerdo con la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 50 millones y medio de personas en el mundo se vieron afectadas por la sequía sólo en 2015. (Nuñez & Verbist, 2018)

Cóndor & Otros (2018) citando a Basabe (1996) indican que el territorio ecuatoriano está ubicado sobre una región geodinámica activa, debido a estas condiciones geomorfológicas, el país está expuesto a fenómenos hidrometeorológicos (sequías, inundaciones, deslizamientos) y eventos geofísicos (sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos) que elevan el índice de vulnerabilidad de la población y de las Instituciones Estatales.

En nuestro país también es evidente el cambio climático en todas las regiones y sobre todo en el cantón Pujilí, que posee sectores donde las precipitaciones han escaseado notablemente, según el reportaje del diario El Universo del 8 de noviembre del 2018, donde manifiestan que la producción de sus cultivos ha disminuido al igual que la calidad de los mismos y aseveran, aunque sin pruebas, al bombardeo de las nubes por parte de las empresas dedicadas al cultivo de brócoli para evitar las precipitaciones en el mencionado sector.

En el cantón Pujilí, se tienen suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos y con textura arenosa fina y gruesa, con menos del 1% de materia orgánica; es decir, baja fertilidad. Sus suelos representativos son del orden de los Entisoles, Mollisoles e Inceptisoles (B&G Consultores, 2014)

La presente investigación propondrá implementar un estudio de restauración forestal de los suelos secos en el sector de Alpamalag, para determinar la recuperación ambiental y del ecosistema del sector.

La sequía presente en el sector de Alpamalag es un gran problema, y todo su ambiente se vuelve árido, los suelos improductivos, las partículas de tierra son transportadas por el viento y promueven la proliferación de enfermedades respiratorias. Frente a esto, la investigación permitirá tomar iniciativas para recuperar el medio ambiente del sector mediante el estudio de restauración forestal a realizar.

Por esta razón, es necesario realizar mediante la investigación bibliográfica y georreferenciación geográfica el estudio de restauración forestal del sector de Alpamalag, que servirá para tomar las decisiones acertadas para recuperar el ecosistema del sector; promoviendo de esta manera el uso sostenible de los recursos naturales presentes, mejorando el paisaje ambiental del sector y apoyando a los agricultores de la zona para su bienestar económico.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos que serán favorecidos con el presente proyecto serán los habitantes del sector de Alpamalag, Cantón Pujilí.

4.2. Beneficiarios Indirectos

Con el presente estudio serán beneficiados indirectamente la Universidad Técnica de Cotopaxi, sus estudiantes y docentes de la Carrera de Medio Ambiente.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las tierras secas se extienden sobre el 41 % de la superficie terrestre y en ellas residen 2 000 millones de personas. Estas tierras se enfrentan a desafíos extraordinarios, como los que plantean la desertificación, la pérdida de biodiversidad, la pobreza, la inseguridad alimentaria y el cambio climático (Berrahmouni, Regato, & Parfondry, 2017).

Según la FAO (1993) en el documento acerca del Desarrollo sostenible de tierras áridas y lucha contra la desertificación, indica que hay que recordar ante todo que la desertificación solamente puede ocurrir en las tierras vulnerables ante este fenómeno y depende del clima actual, del relieve, del estado del suelo y de la vegetación natural. El clima es un factor determinante en los fenómenos de erosión física y mecánica y de degradación química y biológica. Estos son la pluviometría, la radiación solar y el viento. La topografía interviene fundamentalmente como un agravante de la erosión hídrica. El estado del suelo (textura, estructura y riqueza química y biológica) es un factor preponderante en las zonas subhúmedas donde los aspectos climáticos tienen menos influencia, y desempeña un papel clave en lo que respecta a la vulnerabilidad a los procesos de desertificación causados por la actividad humana.

Bareiro (2017) afirma que una de las mayores amenazas que soportan las tierras secas es el de la desertificación, fenómeno de degradación de la tierra que afecta principalmente las zonas áridas, semiáridas y sub-húmedas secas. Una de las principales causantes de esta degradación son las actividades rurales no sustentables: el cultivo intensivo, la excesiva carga animal que produce sobrepastoreo y pisoteo de las tierras ganaderas, el avance de la frontera agropecuaria hacia sobre los bosques y consecuente deforestación, el uso indiscriminado de agroquímicos, etc. Todas estas inadecuadas acciones producen agotamiento de los suelos, merma en la productividad de los cultivos y pastizales, pérdida de la cobertura vegetal por lo que el suelo queda expuesto a la erosión hídrica y eólica, causando pérdida de nutrientes, inundaciones,

deterioro de la calidad del agua, obstrucción de ríos, corrientes y reservorios con sedimentos, disminución en la capacidad de retención de CO₂.

La restauración forestal es la intervención que a través de distintas herramientas logra el restablecimiento de la estructura, la productividad y la diversidad de las especies originalmente presentes en el bosque. Con el tiempo, los procesos ecológicos y las funciones coincidirán con las del bosque original (Vanegas, 2016).

En la actualidad la sequía se ha vinculado directamente a la pobreza; fue la causa de un tercio, según FAO (2018), de las pérdidas globales de producción agrícola entre 2005 – 2015 por un monto de 96.000 millones de dólares; ha sido asociada con importantes efectos negativos a la salud humana, al incremento de la inequidad de género, al detrimento de la seguridad hídrica, a reducciones del potencial energético hidroeléctrico global producto de un clima cambiante; y ha sido, sin ausencia de controversia, relacionada con el surgimiento de conflictos bélicos y rupturas de los estados de paz (Nuñez & Verbist, 2018).

En América Latina y el Caribe según la FAO (2018) afirma que el sector agrícola es particularmente el más vulnerable a los desastres y amenazas naturales; además, las sequías, pueden causar déficits hídricos prolongados que pueden dañar los rendimientos durante ciertos momentos del ciclo de vida de las plantas, la región de América Latina y el Caribe presentó pérdidas de producción agrícola y de ganado, entre 2005 y 2015, cercanas a los 22.000 millones de dólares. Más aún, 13.000 millones de dólares de estas pérdidas se atribuyeron directamente a la sequía, convirtiendo a este desastre en el más costoso de toda la Región (Nuñez & Verbist, 2018).

Para el Ministerio del Ambiente (2019) se estima que en el Ecuador un 11% de su territorio se compone de tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas en donde habitan alrededor de un millón habitantes, y que están sujetas a procesos acelerados de degradación de la tierra y de desertificación por agentes climáticos extremos; sin embargo, a nivel nacional aproximadamente el 47% del territorio está sujeto a procesos de degradación producida por la acción del hombre y por agentes naturales (acelerado crecimiento poblacional y necesidad de más alimentos, efectos hídricos, eólicos). Entre las principales causas para esta degradación están el sobrepastoreo, la tala de árboles, mal manejo de cuencas hidrográficas, quemas, aumento de la frontera agrícola, minería a suelo abierto, compactación del suelo, prácticas agrícolas poco sustentables, construcción de nueva infraestructura, inobservancia de leyes, entre las principales; todo esto magnificado por las condiciones de sequía periódicas que se

manifiesta en general en todo el territorio nacional y los efectos de variaciones hidrometeorológicas por los efectos del cambio climático.

En la Sierra del Ecuador se ha agravado el problema de erosión del suelo como consecuencia de malas prácticas agrícolas, presencia de fuertes pendientes y su propia composición. Debido al origen volcánico de los suelos andinos es común encontrar cangahuas, tobas endurecidas que al aflorar ocasionan problemas a la agricultura. La falta de nuevas tierras productivas, en conjunto con la expansión agrícola, generan la necesidad de rehabilitar las áreas afectadas para mejorar la calidad de vida de los habitantes y recuperar el paisaje (Palacios, Ushiña, & Carrera, 2018).

Entre los factores que inducen la sequía en el Ecuador están: el fenómeno El Niño en su fase fría, la deforestación, ciclos estacionales anómalos, eventos hidrometeorológicos extremos por déficit de precipitaciones. En el país las sequías han producido desplazamientos poblacionales, estrategias de supervivencia como venta de activos familiares, suspensión de servicio eléctrico, disminución en la productividad, racionamientos de agua, entre los principales. Si bien su alcance ha sido en todo el territorio nacional existen regiones en las que se han presentado con mayor frecuencia y/o severidad, entre ellas se encuentran la región suroccidental del país, la zona centro-occidental de la Costa y la región central de la Sierra ecuatoriana (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

La Constitución actual del Ecuador según el artículo 72, establece que la naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan 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. En el capítulo VI del Código Orgánico del Ambiente (2018), indica en su artículo 118 que las actividades de restauración de suelos o ecosistemas se priorizará la regeneración natural cuando esta sea posible técnica, económica y socialmente. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados, en el marco de sus competencias, darán atención prioritaria a los suelos degradados o en proceso de desertificación, bajo lineamientos de la Autoridad Ambiental Nacional.

La sequía, la desertización en la Comunidad de Alpamalag de Acurio y los pueblos aledaños se ven afectados por la ausencia del recurso forestal, afectando principalmente a su ecosistema,

esto ocasiona ausencia de lluvia al no producirse normalmente el ciclo del agua, produciendo que sus cosechas se mermen notablemente, perdiendo calidad de sus productos y por ende la rentabilidad económica es escasa, el paisaje del sector asemeja a un desierto, donde el viento es el encargado de transportar las partículas sueltas del suelo seco, que finalmente ocasionaran problemas en el tracto respiratorio de los habitantes del sector.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Realizar un estudio para la restauración forestal de los suelos secos en el sector de Alpamalag del cantón Pujilí.

5.2 Específicos

- Delimitar geoespacialmente la zona de estudio.
- Determinar las características edafoclimáticas del sector de Alpamalag de Acurios.
- Elaborar una propuesta de restauración forestal de suelos secos con especies endémicas.

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

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Delimitar geoespacialmente la zona de estudio	<p>Georreferenciar el lugar donde se realizó la investigación</p> <p>Se realizó un mapa para identificar la zona de restauración utilizando SIG</p>	<p>Obtención de la ubicación geoespacial del lugar de la investigación.</p> <p>Identificar en el mapa las zonas donde se planteó la restauración forestal</p>	<p>Mediante el uso de archivos se marcó cada uno de los puntos de ubicación del sector donde se implementó la investigación.</p> <p>Con la ayuda de un software SIG, se realizó un mapa con los puntos de ubicación de las zonas de restauración.</p>
Determinar las características edafoclimáticas del sector de Alpamalag de Acurios	Recopilar datos digitales climáticos, hidrológicos, geológicos y suelo	Obtención de las características edafoclimáticas	Mapas con la información edafoclimática de la zona en estudio
Elaborar una propuesta de recuperación forestal de suelos secos con especies endémicas.	Se redactó una propuesta de recuperación forestal de suelos con especies endémicas	Propuesta de recuperación forestal de suelos con especies endémicas	Una vez obtenido los resultados técnicos bibliográficos del estudio se procedió a la redacción de una propuesta para la recuperación forestal de suelos con especies endémicas.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Antecedentes

Desde el 2014, el Ministerio del Ambiente del Ecuador ha fortalecido diferentes iniciativas ambientales como el Plan Nacional de Restauración Forestal que ha comprometido la recuperación de 143611,33 hectáreas de bosques nativos en convenio con 243 Gobiernos Autónomos Descentralizados.

La investigación de Gonzáles et al (2017) sobre el estado actual de la restauración en la Región Sur del Ecuador, advierte que se requiere de información y conocimiento para la identificación de ecosistemas que sirvan de referencia para guiar los procesos de restauración, por ejemplo, un ecosistema menos alterado lo más similar posible al ecosistema original del sitio a restaurar, en donde puedan encontrarse los rasgos funcionales y estructurales que se quieran reconstruir. En la investigación realizada por Vistin, Muñoz y Barrero (2018) con el tema “Restauración forestal del bosque de la comunidad de Guangras en el parque nacional Sangay Ecuador, como una alternativa de combate al cambio climático”, indica que la metodología empleada se basó en la aplicación de las Guías Técnicas para la restauración de Ecosistemas, utilizando especies bioindicadores endémicas para establecer un manejo orientado a la conservación del medio natural donde se involucre a los GAD Parroquiales para generar alternativas productivas amigables con el ambiente, alternativas para frenar la deforestación del bosque andino y mitigar los procesos de degradación por factores antropogénicos y el cambio climático global.

7.2 El suelo

Cotidianamente consideramos que el suelo es el lugar de soporte donde el hombre construye sus moradas creando ciudades; en el caso del medio rural, suponemos que es donde crecen las plantas y cohabitan los animales. Este concepto limita el uso y aprovechamiento que se le da al suelo, pues se le considera únicamente como el límite inferior de la atmósfera y, por lo tanto, no se toma en cuenta que también debe ser preservado para futuras generaciones (Acosta C. , s. f.).

Para el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (2015), indica que el suelo es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas. Es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan. También en el suelo las raíces encuentran el aire necesario para vivir. El suelo se extiende tanto en superficie como en profundidad; consta de varias capas llamadas horizontes, aproximadamente paralelas a la superficie. Cada uno de

los horizontes del suelo tiene distintas propiedades físicas y químicas, lo que se refleja en su aspecto. Al conjunto de horizontes de un suelo se le llama perfil.

López (2006) cita la definición de suelo que ofrece el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1998), el suelo es un cuerpo natural formado por una fase sólida (minerales y materia orgánica), una fase líquida y una fase gaseosa que ocupa la superficie de la tierra, organizada en horizontes o capas de materiales distintos a la roca madre, como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de materia y energía, que tiene capacidad para servir de soporte a las plantas con raíces en un medio natural. Los límites superiores del suelo son la atmósfera, las aguas superficiales poco profundas (es decir, que pueden soportar el crecimiento de raíces), las plantas vivas o el material orgánico que no ha comenzado a descomponerse. Los límites horizontales los constituyen áreas donde el suelo es invadido por aguas profundas (más de 2.5 m), materiales estériles, rocas o hielo. El límite inferior está constituido por la roca dura y continua. De manera arbitraria, la profundidad máxima del suelo se establece en 2 m.

7.3 Tipos de suelo

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) (2014) presentan doce órdenes para la clasificación de los suelos en el mundo; en nuestro país se han identificado 10 órdenes de suelos de acuerdo al Mapa de Órdenes de Suelos del Ecuador; son los siguientes: Alfisoles, Andisoles, Aridisoles, Entisoles, Histosoles, Inceptisoles, Molisoles, Oxisoles, Ultisoles, Vertisoles.

En el sector de Alpamalag de Acurios se evidenció de acuerdo a la información en la Memoria explicativa del Mapa de Órdenes de Suelos del Ecuador, dos órdenes de suelo que a continuación se detalla las características de cada uno:

7.3.1 Entisoles

Son aquellos suelos que se caracterizan por ser los de más baja evolución, con muy poca o ninguna evidencia de formación de horizontes edafogénicos; tal vez porque su tiempo de desarrollo ha sido muy corto o muy lento, o se encuentran en fuertes pendientes que aceleran los procesos de erosión o en áreas susceptibles a inundaciones. También suelen aparecer en zonas de barrancos con aluviones constantes que no permiten el desarrollo en profundidad. La erosión, pedregosidad, excesivos elementos gruesos, susceptibilidad a inundaciones y la saturación de agua permanente son sus principales problemas para el aprovechamiento; sin embargo, existen suelos potencialmente muy fértiles debido a los diferentes aluviones recibidos que sirven de sustento a una agricultura intensiva; por ejemplo, los entisoles en que se

encuentran los cultivos de cacao y banano en los cantones Balao y Naranjal de la provincia del Guayas. Estos suelos ocupan una superficie de 1 324 302 ha, que representa el 6% del territorio nacional cartografiado, situándose una gran parte de ellos en pendientes fuertes (>40 a 70%) de los relieves montañosos. Cabe mencionar que 520 573 ha presentan una vocación agropecuaria (SIGTIERRAS, 2017).

7.3.2 Inceptisoles

Son aquellos suelos incipientes o jóvenes que están empezando a manifestar el desarrollo de los horizontes pues son ligeramente más desarrollados que los Entisoles. Aquí, aparecen suelos con uno o más horizontes de diagnóstico cuya génesis es de rápida formación, con procesos de translocación de materiales o meteorización extrema. También incluyen suelos cuyos horizontes de diagnóstico, aun estando algo desarrollados, carecen de rasgos pertenecientes a otros órdenes del suelo. En este orden encontramos suelos con propiedades físicas y químicas muy variables; como, por ejemplo: suelos desde mal drenados a bien drenados, texturas de arenosas a arcillosas, pH de ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, con saturación de bases mayor o menor a 60%, etc.; propiedades que han sido estratégicamente aprovechadas en nuestro sector agrícola en cultivos claves en la economía del país, como cacao, maíz duro, palma africana y banano. En el Ecuador estos suelos tienen una gran distribución geográfica, siendo los más representativos, ocupando 8 571 823 ha que representa un 35% del área cartografiada; cubriendo un sin número de unidades paisajísticas y bajo diferentes tipos de cobertura siendo los bosques, pastizales y cultivos los más representativos (SIGTIERRAS, 2017).

7.4 Suelos Secos (Tierras Secas)

Las tierras secas, que abarcan el 41 % de la superficie terrestre y albergan a 2 000 millones de personas, se ven gravemente afectadas por la desertificación, la pérdida de biodiversidad, la pobreza y la inseguridad alimentaria. Los árboles y los bosques son esenciales para abordar los desafíos que enfrentan las tierras secas, y son también una fuente y un factor de resiliencia ante los cambios globales. Sin embargo, vastas superficies de bosques y otras tierras boscosas de zonas áridas se están degradando, y urge adoptar medidas. Las actividades en materia de restauración comprenden desde actividades sobre el terreno, como la protección del hábitat, la regeneración natural asistida, la estabilización de las dunas y la plantación de árboles, a acciones como la mejora de las políticas, el suministro de incentivos financieros, el desarrollo de las capacidades, el monitoreo constante y el aprendizaje continuo. Para ser eficaz y sostenible, la restauración de las tierras secas debe abordarse a nivel del paisaje (Berrahmouni, Regato, & Parfondry, 2017)

De acuerdo con la definición de la Convención de Naciones Unidas para Combatir la Desertificación (UNCCD), las tierras secas incluyen regiones de clima hiperárido, árido, semiárido y subhúmedo seco, representando el 41% de la superficie terrestre. Se caracterizan por presentar precipitaciones escasas, poco frecuentes e irregulares, gran amplitud térmica entre el día y la noche, y suelos con bajos contenidos de materia orgánica y agua. Los principales atributos del recurso hídrico en estas regiones son tres: (a) el agua se constituye como el factor limitante que controla los procesos biológicos, (b) las precipitaciones presentan gran variabilidad anual, ocurriendo en eventos poco frecuentes y discretos, y (c) dicha variabilidad incluye una importante componente de azar. Esta disponibilidad limitada y estacional del recurso hídrico, sumada a la baja productividad primaria y el suelo poco desarrollado con bajo contenido de materia orgánica, determinan la inherente fragilidad de los ecosistemas áridos (Guida, Abraham, & Cony, 2017)

El Plan Nacional Toda Una Vida 2017 – 2021, en el tercer objetivo de desarrollo que garantiza los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones se manifiesta que se debe continuar con el apoyo al desarrollo de un sector forestal competitivo y comprometido con los Objetivos Nacionales de Desarrollo, y al mismo tiempo ser copartícipe de los esfuerzos para gestionar de manera sostenible los bosques nativos, así como para restaurar los ecosistemas degradados y altamente vulnerados.

En el cantón Pujilí, se tienen suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos y con textura arenosa fina y gruesa, con menos del 1% de materia orgánica; es decir, baja fertilidad. Sus suelos representativos son del orden de los Entisoles, Mollisoles e Inceptisoles. Subórdenes: Orthents; Andepts–Orthents; Orthents–Ustolls; Orthents– Andepts; Andepts; Psamments–Andepts; Fluvents–Andepts; Psamments (B&G Consultores, 2014).

7.5 Suelos de Cangahua

La cangahua es un suelo con textura arenosa y limosa con baja fertilidad por su pobre contenido de materia orgánica. Es difícil de trabajar por su dureza, particularmente en las condiciones secas del verano. La productividad de los cultivos en suelos cangahuosos es reducida por la falta de nutrientes, porque su dureza limita el crecimiento de las raíces de las plantas por su reducida retención de agua (Salazar, Aragón, & Guerrero, 2017).

En el Ecuador, los suelos volcánicos que presentan capas duras llamadas cangahua (lo que significa tierra estéril) están localizados en la parte septentrional del callejón interandino. Sus características y distribución fueron detalladas en el marco de un inventario de los recursos

naturales realizado de 1974 a 1984 por el Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) y el ORSTOM (Zebrowski, 1996)

De acuerdo a Custode et al (1992) indica que la cangahua es un material fino y endurecido, que puede ser aflorante (duripan) o un suelo (durustoll y durandeot) que es el resultado del ablandamiento de dicha superficie por acción antrópica y puede estar cubierto por otras formaciones, donde el recubrimiento de la cangahua puede ser debido a un material negro generalmente de textura limo – arcillosa y siempre con un horizonte argílico al contacto con la cangahua (duriudoll) o por un material claro, poco evolucionado y con numerosos elementos gruesos, en contacto directo sobre la cangahua (psamment, vitrandept).

Por lo general, las cangahuas se encuentran en los flancos medios y bajos de volcanes, éstas, son capas volcánicas parcialmente alteradas y compactadas tras procesos geológicos y edafológicos, su grosor varía desde los centímetros hasta los metros, de consistencia dura por presencia de carbonatos, silicio, 10 aluminio y hierro, y falta de precipitación. La penetración del agua es mínima, una simulación demostró que el escurrimiento puede alcanzar hasta un 80% cuando la intensidad de lluvia es de 20 mm/h, lo que la hace susceptible a la erosión hídrica. Desde el punto de vista químico, las cangahuas poseen muy bajo contenido de nitrógeno y materia orgánica, además, los suelos derivados de la cangahua tienen un pH neutro y contienen calcio (9.5 – 14.4 meq/100g) y potasio de intercambio (0.81 – 1.94 meq/100g) (Palacios, Ushiña, & Carrera, 2018)

Según Zebrowski (1996), indica que la superficie total de los suelos de cangahua es de 239.650 ha, es decir el 21,35 % de la superficie de la cuenca interandina volcánica situada por debajo del páramo. De esa superficie, 36.858 ha, es decir el 15,4 %, están totalmente erosionadas. Agregando los suelos en los que la cangahua aparece a menos de 20 cm de profundidad, son 79.290 ha las que deberían ser subsoleadas con el fin de reincorporarlas a la agricultura eficaz.

Tabla 1. Superficie de cangahua provincia Cotopaxi

LEYENDA					
CANGAHUA SUPERFICIAL POR PROVINCIA					
TIPO DE CANGAHUA	AFLORANTE		EN PROFUNDIDAD		SUPERFICIE TOTAL (ha)
	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)	
PROVINCIA (*)					
COTOPAXI	3.658,74	27,80	32.654,80	19,40	36.313,54

(*) Provincias donde se localiza la cangahua en Ecuador

Fuente: (SIGTIERRAS, 2017)

7.6 Recuperación de suelos de cangahua

Según Salazar y otros (2017) comentan que los suelos de cangahua pueden ser recuperados por subsolación, siempre en conjunto con un proceso de mejoramiento de su calidad con abonamiento. El proceso de recuperación de suelo cangahua que se siguió en los terrenos estudiados involucra tres pasos:

- a. Roturación utilizando subsolador. - Este proceso consiste en pasar con el subsolador a una profundidad de 1 metro. Este proceso permite descompactar, airear, soltar, desmenuzar, romper los suelos, para que las plantas puedan extender sus raíces.
- b. Paso de arado y rastra. - Este paso, elaborado a mano, mejora las condiciones de consistencia, temperatura, aireación y capacidad de retención de humedad del suelo.
- c. Incorporación de materia orgánica y fertilización. - Los suelos recuperados son bajos en materia orgánica, y nutrientes como nitrógeno y fosforo, mientras las concentraciones de potasio son elevadas, cada agricultor tomó su propia decisión de incorporar materia orgánica, incluyendo abono orgánico como gallinaza, estiércol de cuyes, y otras, además del uso de fertilizantes químicos.

Un proceso que no se ocupó en esta área de estudio, pero que es recomendado para el mejoramiento de suelos de cangahua, es el uso de abonos verdes, lo cual implica plantas sembradas o permitidas crecer con el fin de proteger el suelo y mejorar su valor nutricional, físico y biológico (Salazar, Aragón, & Guerrero, 2017).

7.7 Restauración Forestal

El objetivo de la restauración forestal de acuerdo a la FAO (2020), es devolver un bosque degradado a su estado original, esto es, restablecer la estructura, la productividad y la diversidad de las especies del bosque que en teoría estaban presentes originariamente en un lugar. El objetivo de la rehabilitación forestal es restablecer la capacidad de unas tierras forestales degradadas para suministrar productos y servicios forestales. La rehabilitación forestal restablece la productividad original del bosque y algunas, pero no necesariamente todas, de las especies de plantas y animales, que se considera que en un principio estaban presentes en un lugar. Tanto la restauración como la rehabilitación de bosques se llevan a cabo en lugares o en territorios en los que la pérdida de bosques ha provocado una disminución de la calidad de los servicios medioambientales. Su finalidad es fortalecer la resiliencia de zonas y paisajes forestales y, por lo tanto, mantener abiertas las futuras opciones de ordenación y gestión territorial.

La planificación de la restauración forestal se hace en el contexto de otros elementos: sociales, económicos y biológicos, característicos de un determinado paisaje. Esto no implica necesariamente la plantación de árboles en todo el paisaje, sino más bien en aquellos bosques estratégicamente localizados en áreas donde sea necesario lograr un conjunto de funciones (por ejemplo, el hábitat para una especie en particular, la estabilización del suelo o el suministro de materiales de construcción para las comunidades locales) (Newton & Tejedor, 2011)

Para que las iniciativas de restauración y rehabilitación forestal tengan éxito, sean racionales desde un punto de vista ecológico, socialmente aceptables y económicamente viables han de tener en cuenta los diez principios rectores fundamentales propuestos por la FAO (2020) y a continuación se indica:

- a. Seleccionar un lugar o territorio adecuado, incluido el análisis y la evaluación de la ordenación territorial y los derechos de tenencia o propiedad actuales, e identificar a las partes interesadas.
- b. Analizar y evaluar los factores causantes de la deforestación o la degradación forestal.
- c. Involucrar a las partes interesadas, examinar los objetivos a largo plazo de la restauración forestal tomando en cuenta los intereses de todos los grupos interesados y redactar un plan inicial de restauración o rehabilitación.
- d. Formular un plan de gestión de la restauración que comprenda:
- e. La preparación de un mapa topográfico de usos de la tierra (también denominado usos del suelo), incluidas la designación de las funciones forestales, una evaluación de la accesibilidad de los caminos, la existencia de regeneración natural y las necesidades de plantación;
- f. Un acuerdo sobre los objetivos de restauración o rehabilitación;
- g. La selección del método de restauración o rehabilitación;
- h. La elección de las especies que se utilizarán y el establecimiento de un vivero, y
- i. La evaluación de los posibles efectos sociales y ambientales positivos y negativos.
- j. Recoger semillas, producir plántulas en viveros y prepararlas para la plantación.
- k. Plantar árboles.
- l. Evaluar las necesidades en materia de creación de capacidad y planificar la capacitación necesaria.
- m. Establecer calendarios realistas y planificar los requisitos financieros.
- n. Realizar un seguimiento de los espacios restaurados o rehabilitados y llevar a cabo actividades de mantenimiento según sea necesario.

7.8 Tipos de Restauración Forestal

Scholz y Morera (2016), indican que existen dos tipos de restauración: la sucesión natural o restauración pasiva y la restauración activa o manejo integral de ecosistemas.

La restauración pasiva basa su estrategia en la regeneración natural que depende de varios factores que pueden limitar este tipo de restauración, pudiendo ser: el estado del banco de semillas, grado de conectividad de paisajes, lluvia de semillas, tamaño de área perturbada, fuente de semillas y agentes dispersores. Por lo general se aplica este tipo de restauración en lugares donde la degradación no es muy extensa, con buenas condiciones de biodiversidad (Sanchún, y otros, 2016)

La restauración activa es una actividad intencional utilizada para interrumpir los procesos de degradación, disminuye las barrera bióticas y abióticas que se encuentran impidiendo la recuperación del ecosistema, este tipo de restauración está vinculada especialmente a la recuperación, rehabilitación y restauración (Sanchún, y otros, 2016).

7.9 Métodos de Restauración Forestal

Existen diversos métodos para llevar a cabo una restauración forestal, los cuales a su vez tienen variantes dependiendo del ecosistema a restaurar. Es necesario tomar en cuenta que cada ecosistema tiene su propia estructura y funciones. Por tanto, la restauración forestal no se trata solo de restablecer una cubierta vegetal o introducir otros organismos vivos en el área. Además, existen diferencias entre la restauración de un ecosistema natural y uno donde la actividad humana forma parte permanente (Castro, 2019)

Castro (2019), propone los siguientes métodos para la restauración forestal:

- **Anular los procesos degradantes**

El primer paso de cualquier proyecto de restauración forestal es detener o controlar la acción de aquellos factores degradantes del ecosistema. Los mismos pueden ser, entre otros, incendios periódicos, contaminación o actividades productivas humanas.

- **Reforestación**

Se emplea el término reforestar en sentido amplio para referirse a la reposición de la vegetación eliminada de un área determinada.

- **Áreas deforestadas o quemadas**

La reforestación es una alternativa en zonas que han perdido la cubierta arbórea o arbustiva por deforestación o incendios. En términos de recuperación ecológica la reforestación debe realizarse con especies nativas del ecosistema a recuperar.

Por otra parte, para que sea exitosa debe tomarse en cuenta que las condiciones de suelo y humedad sean las adecuadas. En una zona deforestada o quemada cambian las condiciones abióticas del área, el suelo se erosiona más rápidamente y su profundidad disminuye.

De igual forma, la temperatura aumenta, hay una mayor radiación solar y menor humedad. Estas nuevas condiciones deben tomarse en cuenta para garantizar la supervivencia de los individuos que se planten.

- **Sucesión secundaria**

En condiciones de alta degradación de un ecosistema, abarcando áreas extensas, la reforestación no es suficiente para la restauración forestal. En estos casos la sucesión secundaria puede ser más exitosa, aunque es un proceso más lento y laborioso.

La sucesión ecológica es un proceso natural que consiste en la progresiva sustitución de unas comunidades por otras hasta una condición clímax u óptima. En este proceso primero colonizan plantas pioneras de rápido crecimiento que crean condiciones para otras especies más exigentes. En el caso de la sucesión secundaria se intenta reproducir este proceso ya sea promoviendo que ocurra de forma natural o interviniendo de forma directa. En este último caso, se establece un plan de introducción de especies de cobertura, luego plantas pioneras y finalmente plantas propias del ecosistema clímax.

- **Corredores biológicos**

Una forma de degradación es la fragmentación de hábitats, es decir un ecosistema de grandes dimensiones es dividido en parches sin conexiones entre sí. Esto altera las funciones del ecosistema como un todo y para algunas especies puede significar un gran riesgo de extinción. Para corregir la fragmentación, una estrategia de restauración forestal es el establecimiento de corredores ecológicos. Estos son áreas restauradas que conectan un fragmento con otro, permitiendo la movilización de las especies a lo largo de ellas.

- **Translocaciones**

Este método se aplica a especies animales y consiste en trasladar individuos de una población a otra. Es especialmente útil en condiciones de fragmentación del hábitat, donde algunas poblaciones quedan aisladas y han disminuido mucho.

También es empleado para proteger especies en peligro de extinción, trasladándolas a un área con mejores condiciones.

- **Introducciones y reintroducciones**

En ocasiones la degradación afecta en mayor medida a poblaciones de especies concretas, que pueden disminuir drásticamente o desaparecer. En estos casos son muy efectivas las

introducciones a fin de reforzar las poblaciones afectadas y reintroducciones cuando las especies han desaparecido de un área.

- **Prácticas antrópicas tradicionales**

El ser humano es una especie y como tal es parte del ecosistema; por tanto, la acción de comunidades tradicionales modela el paisaje. En este sentido, en algunos casos restaurar un área al estado preexistente, debe considerar las prácticas indígenas tradicionales.

7.10 Métodos de Georreferenciación Espacial

Para Dávila y Camacho (2012), la georreferenciación es un método que permite relacionar información de la posición entre documentos cartográficos de diversa procedencia, determinando la posición de uno o varios elementos en un sistema de coordenadas espacial diferente en el que se encuentra. Se utiliza principalmente en sistemas de información geográfica (SIG) para relacionar información vectorial e imágenes ráster donde se desconoce la proyección cartográfica, sistema geodésico o de referencia, etc.

La correcta descripción de la ubicación y la forma requiere un marco para definir ubicaciones del mundo real. Un sistema de coordenadas geográficas se utiliza para asignar ubicaciones geográficas a los objetos. Un sistema de coordenadas de latitud-longitud global es uno de esos marcos. Otro marco es un sistema de coordenadas cartesianas o planas que surge a partir del marco global. Los mapas representan ubicaciones en la superficie de la Tierra que utilizan cuadrículas, gráficas y marcas de graduación con etiquetas de diversas ubicaciones terrestres (tanto en medidas de latitud-longitud como en sistemas de coordenadas proyectadas -como metros de UTM-). Los elementos geográficos incluidos en diversas capas de mapa se trazan en un orden específico (uno sobre otro) para la extensión del mapa determinada (ESRI, 2020).

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿El estudio de restauración forestal en el sector Alpamalag contribuirá en la recuperación ambiental de las zonas secas?

La restauración de un ecosistema mediante la teoría de la sucesión, ayuda a minimizar los efectos erosivos permitiendo la repoblación de la vegetación natural o de árboles endémicos que se adapten a la zona de influencia de acuerdo a Hernández y Pastor (2008), esta actividad ha permitido que el recubrimiento vegetal aumente progresivamente e indica cuáles son los parámetros ambientales que se relacionan con la sucesión vegetal para la recuperación de los suelos degradados, sabiendo que la recuperación natural necesita al menos de 5 años para lograr una estabilidad ambiental.

¿El estudio de restauración forestal en el sector Alpamalag contribuirá en la recuperación productiva de las zonas secas?

La restauración forestal tardará mucho tiempo en implantarse, para restaurar la productividad de las zonas secas es necesario desarrollar una alternativa donde se puede subvencionar la explotación de la producción de cubierta vegetal dentro de los márgenes aceptables de degradación (Urbano, 2001), conociendo que al implementar una restauración forestal aumentará el porcentaje de evapotranspiración en el sector y permitirá que aumente la humedad relativa, precipitaciones, promoviendo la restauración de la biodiversidad en el sector de estudio.

¿La introducción de las especies forestales nativas permitirá la restauración forestal del sector Alpamalag?

La introducción de especies nativas puede incentivar la recuperación integral de un ecosistema parcial o totalmente degradado, donde la reforestación como proceso de sucesión activa ayuda a la recuperación y conservación del suelo, también frena la propagación de especies invasoras; además, existe una relación muy importante con factores abióticos como la temperatura, humedad y aprovechamiento de luz (Vanegas, 2016).

La restauración forestal para hacer exitoso la introducción de especies forestales en el sector de Alpamalag es indispensable conocer sobre la biología, ecología, propagación y manejo de las especies (Caranqui, 2017), con el fin de domesticar las mismas y desarrollar técnicas eficientes de reproducción de las mismas, de esta manera la restauración forestal aportaría positivamente en la recuperación ambiental de la zona.

9. METODOLOGÍAS

9.1. Tipo de Investigación

9.1.1. Participación Socio Ambiental

Uno de los componentes básicos de la intervención socioambiental es precisamente la incorporación activa de la gente, en especial de aquella más vulnerable atendiendo a su posición social y género, en todas sus fases a través de organizaciones con cierta permanencia; se entiende que esa intervención genera mecanismos de discusión, decisión y acción, teniendo en cuenta que la democracia en los pequeños espacios está condicionada por procesos que se despliegan en espacios mayores (Fogel, 1999). De esta manera se procederá junto con la comunidad y las instituciones participantes a iniciar el proceso de investigación.

9.1.2. Bibliográfica Documental

Según Hernández y otros (2014), afirma que esta modalidad está orientada a resolver una situación o problema y obtener conocimientos mediante la recopilación, análisis e interpretación de información obtenida exclusivamente de fuentes documentales.

La investigación se respaldó en la revisión de bibliografía de artículos científicos indexados en el Sistema de Información Científica Redalyc, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal – Latindex, en la Red Social Académica para Científicos e Investigadores – Researchgate, Biblioteca Electrónica Scielo, como también de documentos de investigación de la FAO y archivos digitales del Sistema de Información Nacional (SNI) para la discusión de resultados.

9.2. Métodos

9.2.1. Descriptivo

El método descriptivo selecciona conceptos, variables, indicadores y otras relacionadas con el área de estudio con el fin de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno (Cazau, 2006).

Se realizó una descripción geográfica espacial del sector utilizando los archivos descargables del Sistema de Información Nacional (SNI), para obtener la geomorfología, geopedología y climatología del Ecuador, posteriormente se descargó el archivo digital de la provincia de Cotopaxi, de sus cantones y parroquias y finalmente utilizando el software ARCGIS 10.8 se procedió a realizar los mapas para realizar la descripción del sector de Alpamalag y determinar las condiciones edafoclimáticas para implementar la restauración forestal.

9.2.2. Cartográfico

El Método Cartográfico de Investigación consiste en la aplicación de mapas para la descripción, el análisis y el estudio del área de influencia, con el objetivo de obtener las características e investigación de sus interrelaciones geográficas, espaciales y su predicción (Lizmová, 2007).

La aplicación de este método nos permitió utilizar los archivos digitales descargables del territorio ecuatoriano de la página del Sistema de Información Nacional (SNI) y específicamente de la provincia de Cotopaxi para realizar la ubicación geográfica del sector en estudio; además, se procedió a elaborar los mapas de suelos y edafoclimáticos del sector para la discusión de los resultados.

9.4. Materiales y Equipos

9.4.1. Materiales

En el recorrido de campo por el sector de estudio, se utilizó una libreta de apuntes con hojas de papel bond A4 para anotar las observaciones que se realizaron, también se utilizaron lápices para llevar el registro de los puntos y coordenadas geográficas del sector. Se fotocopiaron documentos con el afán de recopilar información bibliográfica, necesaria para el procesamiento de la información.

9.4.2. Equipos

Los equipos utilizados en la investigación en campo fueron un GPS para la toma de las coordenadas geográficas, posteriormente se utilizó una computadora portátil Dell I5 Touch y se procedió a realizar matrices en Microsoft Excel con los datos obtenidos para inmediatamente ingresar en el software ArcGis 10.8 que nos ayudó a la elaboración de los mapas, además se usó la herramienta Google Earth Pro para determinar la ubicación de la zona de estudio.

9.5. Manejo del área de intervención

Se delimitó geoespacialmente el área de intervención, utilizando información geográfica del sector Alpamalag de Acurios, en formato Shapefile para ubicar geoespacialmente la zona de estudio con la herramienta Google Earth Pro. Luego se utilizó el software ArcGis 10.8 para realizar los mapas de ubicación geográfica (Mapa 1), partiendo de la información obtenida y realizando los procedimientos de uso del software se obtuvo como resultado los mapas mencionados.

Para determinar las características edafoclimáticas de la zona de intervención, se procedió a obtener la información en formato shapefile de las bases de datos el Geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM) y del Sistema Nacional de Información (SIN) para elaborar los mapas con las características de suelo, hidrología y clima, para montarlas en el software ArcGis 10.8 y realizar el análisis respectivo con los mapas obtenidos.

Finalmente, luego de realizar los respectivos análisis con los datos geográficos y ambientales, se procedió a redactar la propuesta para la recuperación forestal de los suelos secos con especies endémicas para la zona en estudio.

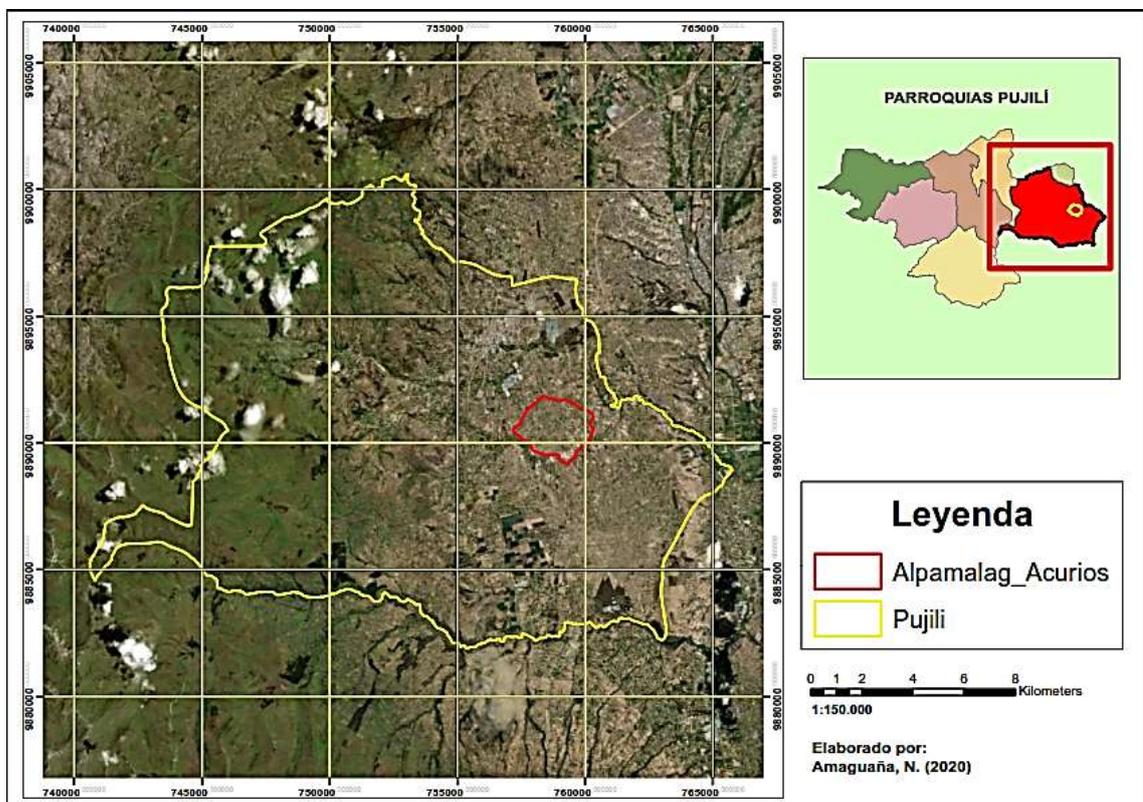
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El cantón Pujilí limita al norte con los cantones Saquisilí y Latacunga; y con la parroquia La Victoria; al sur y al este con el cantón Salcedo; y, al oeste con las parroquias Guangaje y Zumbahua (ver mapa 1). Se encuentra en un rango altitudinal entre 240 hasta 4560 msnm. Tiene una extensión de 267 km² (B&G Consultores, 2014).

En cuanto al relieve, éste es irregular en gran parte del área cerca donde se ubica la ciudad de Pujilí, se encuentra formado en su parte más alta por vertientes cóncavas y algunas irregulares; seguidas por valles interandinos y superficies de aplanamiento (B&G Consultores, 2014).

El sector de Alpamalag de Acurios se caracteriza por ser una zona seca, donde existe sembríos de maíz, y ha sido afectada por los continuos bombardeos para ocasionar cambios ambientales, por la presencia de cultivos de brócoli en el sector mencionado. Para los años 2009 y 2010 se realizó una investigación a cargo de Jácome, L. (2011), donde pone en manifiesto el gran problema que ocasionó la empresa Nintanga por el bombardeo artificial antigranizo, provocando efectos adversos directa e indirectamente en la población y el medio ambiente.

Mapa 2. Mapa físico de Alpamalag de Acurios



Elaborado: Amaguaña, N. (2020)

En el mapa 2 podemos observar el área de influencia del sector en estudio, donde se puede diferenciar la parroquia de Pujilí y la zona Alpamalag de Acurios. La imagen fue obtenida

mediante el uso de Google Earth Pro y la ubicación del polígono obtenido del shapefile del sector, se realizó el mapa de ubicación de la zona en estudio. Alpamalag de Acurios se encuentra en un rango altitudinal de 2900 a 2970 msnm.

Tabla 3. Coordenadas UTM Alpamalag de Acurios

ALPAMALAG		
PUNTO	LONGITUD	LATITUD
1	758378	9891841
2	758960	9891624
3	759372	9891644
4	759950	9891289
5	760098	9891269
6	760244	9891162
7	760316	9891044
8	760212	9890844
9	760196	9890697
10	760293	9059589
11	760221	9890286
12	760123	9889925
13	759940	9889821
14	759869	9889742
15	759755	9889730
16	759660	9889665
17	759550	9889394
18	759400	9889308
19	759342	9889216
20	759182	9889189
21	759083	9889304
22	758996	9889357
23	758959	9889532
24	758401	9889540
25	758172	9889621
26	757926	9889745
27	757848	9890027
28	757587	9890107
29	757407	9890295
30	757184	9890508
31	757436	9890742
32	757645	9891144
33	757967	9891511

Elaborado: Amaguaña, N. (2020)

10.1. Análisis de la taxonomía de suelos de Alpamalag de Acurios

En el cantón Pujilí, se tienen suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos y con textura arenosa fina y gruesa, con menos del 1% de materia orgánica; es decir, baja fertilidad. Sus

susceptibles a inundaciones. También suelen aparecer en zonas de barrancos con aluviones constantes que no permiten el desarrollo en profundidad. Además, son propensos a la erosión, son altos en pedregosidad y tienen excesivos elementos gruesos.

En el mapa 3 se observa la predominancia de los Entisoles en el sector en estudio, lo que nos permite inferir que el sector mencionado es totalmente árido, presenta muy poca pluviosidad, existe mucha pedregosidad, que es característica de este orden de suelo.

Dorronsoro (2020) también afirma que los Inceptisoles presentes en Alpamalag de Acurios, son suelos mucho más evolucionados que los Entisoles, pero menos evolucionados que el resto de órdenes de suelos. Son suelos de definición muy compleja, representan un orden muy heterogéneo. Su formación no está regida por ningún proceso específico, como no sea la alteración y el lavado. Se puede afirmar que todos los procesos están representados, aunque con baja intensidad, y sin que predomine ninguno. Son pues, suelos fundamentalmente eluviales. Se podrían definir como suelos de las regiones húmedas y subhúmedas con horizontes de alteración y con pérdidas de bases, Fe y Al. Presentan minerales inestables (la alteración no puede ser tan intensa como para destruirlos totalmente).

La influencia de la vegetación en este orden de suelos es reflejada por su representación en ecosistemas forestales, terrenos agrícolas y praderas, siendo las zonas forestales la que mayor frecuencia se presenta (Ibañez, Gisbert, & Moreno, 2011).

Dentro de los subórdenes de suelo, el suborden Psamments perteneciente a los Entisoles se caracteriza por tener menos del 35% de fragmentos rocosos y una clase textural de arena francosa fina o más gruesa en todas las capas de suelo. (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2014)

Para el suborden Ustepts las características son la presencia de un horizonte cálcico en la superficie del suelo mineral, su clase textural es arena franca fina o gruesa encima del horizonte cálcico.

Para determinar la textura de los suelos del sector de Alpamalag de Acurios, se utilizó un shapefile de la geopedología del cantón Pujilí, se procedió a realizar una intersección de la textura de suelos con el sector en estudio y se obtuvo el mapa 4.

En el sector de Alpamalag se encuentra suelos de características diferentes y son los siguientes:

- a.** Los suelos del Orden de los Mollisoles del sub orden Ustooll, los cuales son suelos planos, profundos, bien drenados, muy fértiles, que se hallan en ondulaciones suaves. Tienen hasta 1 m de espesor, de textura limo arenoso o areno limoso (sobre el 70% de material piroclástico) con más del 50% de saturación de cationes. Con riesgo se cultivan sobre estos

suelos: trigo, cebada, maíz, hortalizas; tienen falta de agua y son muy erosionados por acción eólica.

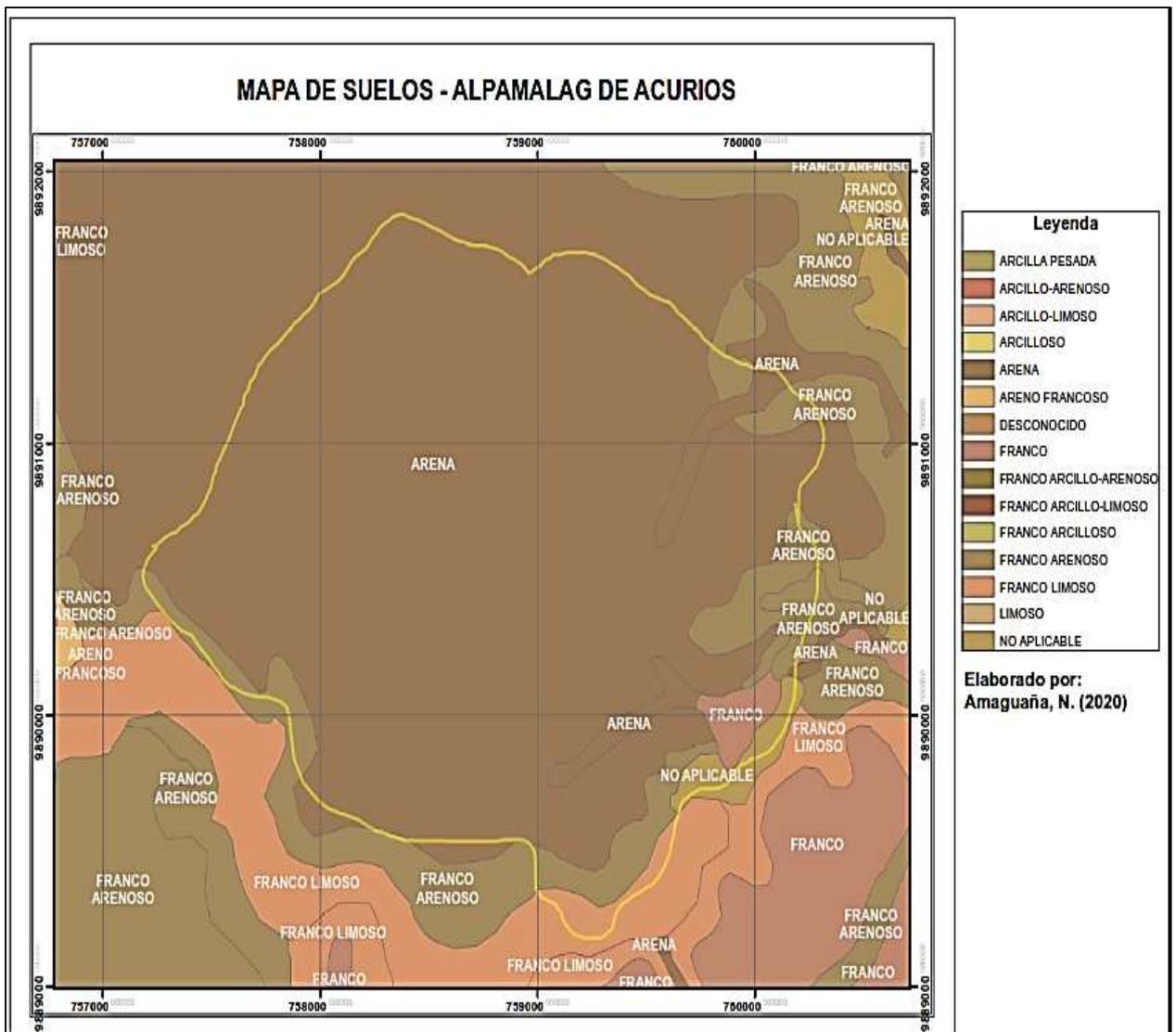
- b. Los suelos Entisol del suborden Psamments, son suelos arenosos con una textura franco arenosa fina o más grosera. Algunos se han formado sobre dunas de arena estabilizada o bien sobre materiales parentales arenosos. En ocasiones se formaron a partir de la alteración física de areniscas como roca madre. Se pueden encontrar en cualquier clima, pero no pueden tener permafrost en su perfil. Los Psamments tienen una baja capacidad de retención de agua y dada su composición mineralógica son suelos poco fértiles teniendo que utilizarse fertilizantes para su explotación agrícola, pH es de 8.
- c. Los suelos del suborden Orthents, son otros Entisoles que se han formado sobre superficies erosionadas recientemente o denominados suelos jóvenes y que no han evolucionado más, debido a que su posición fisiográfica conlleva una gran inestabilidad del material parental. Los Orthents se encuentran en cualquier clima y bajo cualquier vegetación. Los Entisoles son suelos típicos de laderas donde la escorrentía no permite la evolución de los suelos en profundidad a causa de la erosión hídrica. Aparecen principalmente en zonas forestales. No obstante, también suelen aparecer entisoles en zonas de barrancos con aluviones constantes que no permiten el desarrollo en profundidad; no obstante, son suelos potencialmente muy fértiles debido a los diferentes aluviones recibidos, utilizándose principalmente para cultivos hortícolas y frutícolas.

10.2. Análisis de la textura de suelos de Alpamalag de Acurios

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Pujilí, manifiesta que los suelos del cantón son desarrollados a partir de materiales volcánicos y tienen una textura arenosa fina y gruesa, con menos del 1% de materia orgánica por lo que presentan una baja fertilidad; además, son suelos sobre cangahua.

Se observa que el suelo en su mayoría tiene una textura arenosa, característica del sector, y del tipo de orden de suelo mencionado anteriormente. Aparecen también pocos segmentos de suelo con textura franca arenosa y franca en una proporción mínima.

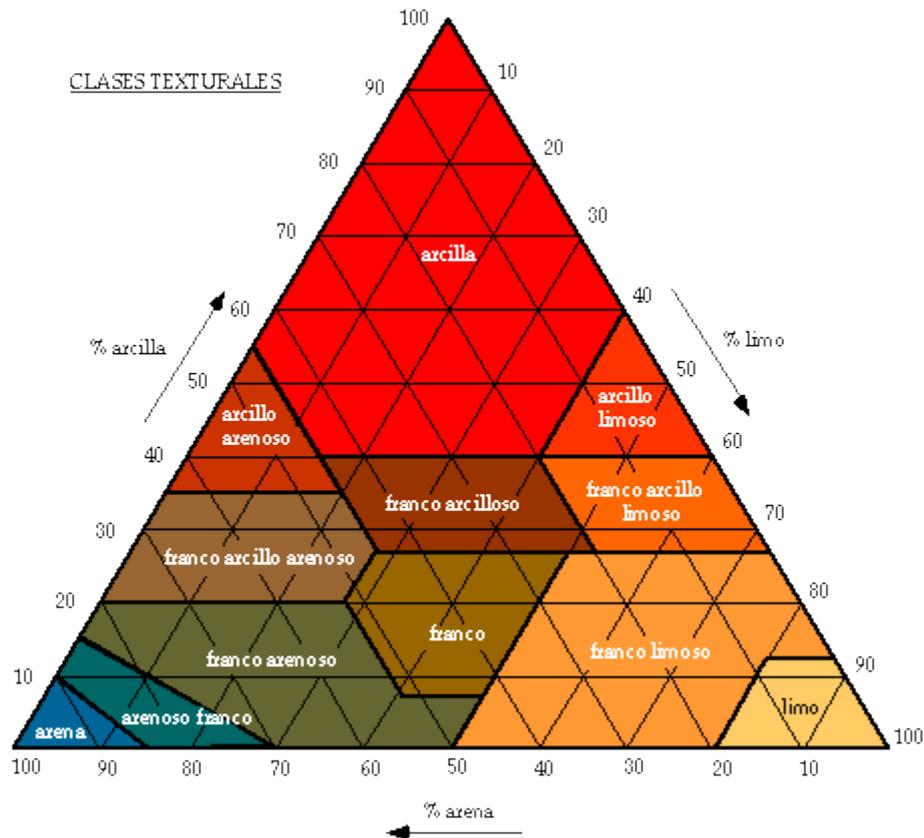
Mapa 4. Texturas de suelos de Alpamalag de Acurios



Elaborado: Amaguaña, N. (2020)

La textura del suelo nos indica el tamaño de las partículas que se encuentran constituyéndolo que pueden variar desde la escala de metros hasta milimicras. Para determinar la clase textural de un suelo se utiliza el triángulo de texturas (figura 1) que nos indica a que clase puede pertenecer un suelo de acuerdo a la granulometría de sus partículas constituyentes (Dorronsor, 2020).

Figura 1. Triángulo de texturas de suelo



Fuente: <http://www.edafologia.net/introeda/tema04/text.htm#anchor618597>

Los suelos con textura arenosa presentan entre un 90% y el 100% de arena de acuerdo al triángulo de texturas, en el sector de Alpamagal de Acurios, predomina este tipo de textura de suelo, también se menciona que existe un sector con suelo franco arenoso, donde la proporción de arena está entre los 50 a 70% con un 20% de arcilla.

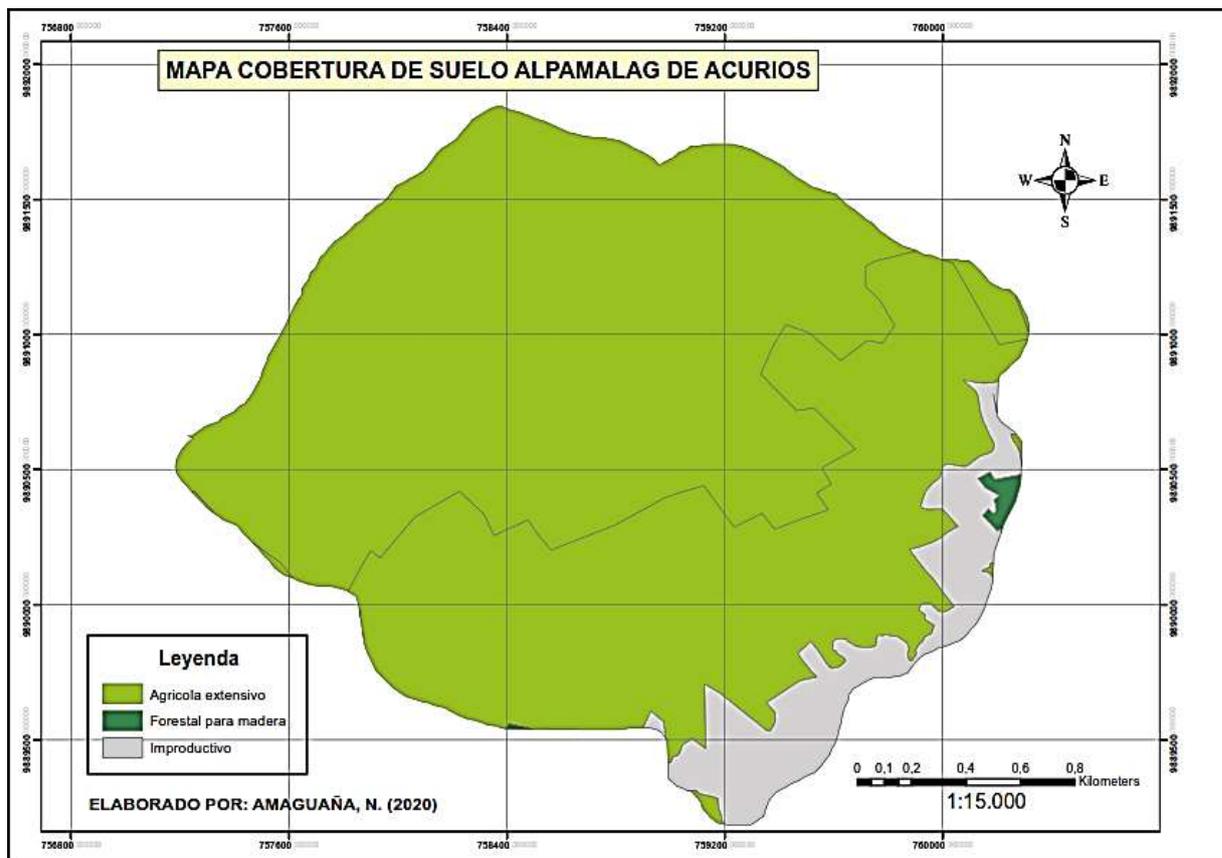
Para Dorronsoro (2020), los suelos arenosos son inertes desde el punto de vista químico, carecen de propiedades coloidales y no proporcionan nutrientes. En cuanto a las propiedades físicas presentan mala estructuración, buena aireación, muy alta permeabilidad y nula retención de agua. Son propensos a la erosión y por lo tanto disminuyen su productividad, haciendo crecer menos vegetación, y dando lugar a la formación de desiertos.

Para detener este impacto ambiental en el sector en estudio, se podría realizar una repoblación con el aumento de la materia orgánica y se sigan criterios de poblar con especies de flora autóctona que protejan al suelo de la erosión.

10.3. Análisis de la cobertura de suelos de Alpamalag de Acurios

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Pujilí, manifiesta que el suelo tiene vocación netamente agrícola y la actividad agropecuaria es sectorizada, los cultivos principales son maíz, caña de azúcar, frutales, maderables, además se cultivan grandes extensiones de flores y brócoli. Existen algunos remanentes de bosques para protección de suelos que se encuentran en el inventario del programa Socio Bosque del Ministerio del Ambiente.

Mapa 5. Cobertura de Suelo en Alpamalag de Acurios



Elaborado: Amaguaña, N. (2020)

En el mapa 5 se observa la cobertura vegetal que tiene el sector de Alpamalag de Acurios donde existen sembradíos de maíz suave en pequeñas parcelas, mientras que hay 0,76 km² de plantaciones forestales. También se evidencia la presencia del cultivo de brócoli perteneciente a la empresa Nintanga S. A., con alrededor de 800 hectáreas siendo un cultivo agrícola extensivo, que también causa problemas ambientales a los pobladores del sector debido al aprovechamiento del agua y la escasez de lluvia debido a los bombardeos a las nubes que minimizan el desarrollo de la vida humana, agrícola y animal.

Como se puede evidenciar en los mapas 3 y 4, por las características del sector, al presentar tipos de suelos en su mayoría Entisoles donde hay muy poca o ninguna evidencia de formación de horizontes edafogénicos y presentar claros procesos de erosión, no permiten el desarrollo de los cultivos en profundidad (SIGTIERRAS, 2017).

10.4. Análisis de Isotermas de Alpamalag de Acurios

El cantón Pujilí se encuentra ubicado a 2691 msnm, su temperatura varía entre los 6° y 28°C, con climas templados periódicamente seco o mesotérmico y semihúmedo en la zona de los páramos, la precipitación está entre 958 y 2971 mm promedio anual. El cantón presenta cuatro tipos de clima: Tropical Mesotérmico Húmedo, Ecuatorial de Alta Montaña, Ecuatorial Mesotérmico Seco y Ecuatorial Mesotérmico Semihúmedo (B&G Consultores, 2014).

En el mapa 6 se puede identificar los climas de la provincia de Cotopaxi, del cantón Pujilí y específicamente la del sector en estudio, Alpamalag de Acurios se lo ubica dentro del clima Ecuatorial Mesotérmico Seco.

Tabla 4. Pisos climáticos del Cantón Pujilí

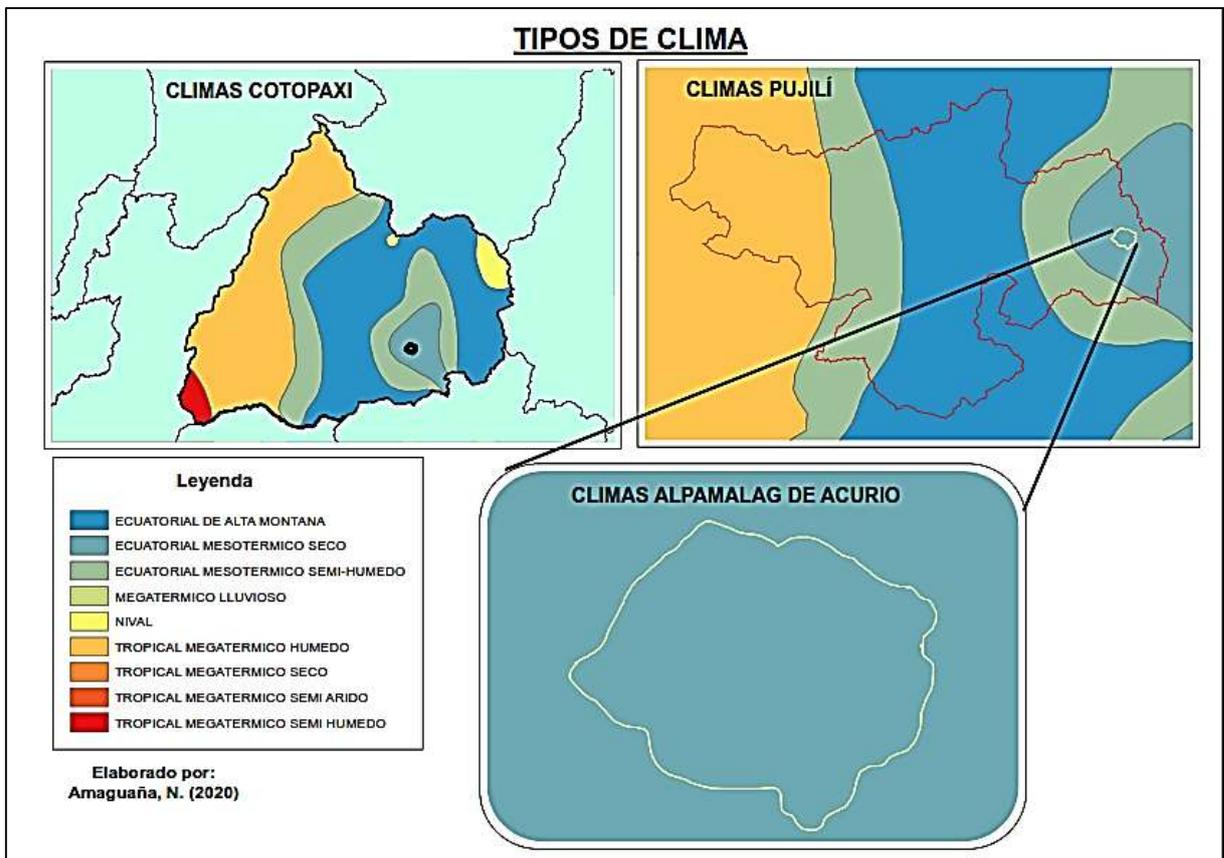
Variable	Descripción
Precipitación	6 – 2380 mm
Temperatura	3 – 21°C
Pisos climáticos	Subtropical Occidental: su rango altitudinal está entre 800 a 1000 a 1800 – 2.000 msnm; el clima es subtropical. Templado: su rango altitudinal está entre 800-1.000 a 1.800 – 3.000 msnm; su clima es templado. Altoandino: su rango altitudinal está desde los 3.000 msnm, su clima es frío.

Elaborado: Amaguaña, N. (2020)

Tomado de: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/Actualizaci%C3%B3n%20Diagn%C3%B3stico%20PDOT-GAD-Pujil%C3%AD_14-11-2014.%202014

El Cantón Pujilí está ubicado entre llanuras y barrancos secos del Callejón Interandino, dentro de la provincia de Cotopaxi, sobre los 2.500 msnm. Posee un clima temperado, con una temperatura máxima promedio entre 19 y 21° C. En general, en el cantón se encuentra climas temperados en promedio, hasta ligeramente cálidas durante el día, pero frescas y algo frías en la noche. En el verano existe una marcada diferencia entre la máxima y la mínima temperatura promedio mensual; cuando el cielo está despejado y existe una fuerte radiación, la temperatura puede llegar a 18 ó 22° C durante el día y baja a la madrugada a –2° C o menos, produciendo un estupor climático conocido como helada (B&G Consultores, 2014).

Mapa 6. Isotermas del sector de Alpamalag de Acurios



Elaborado: Amaguaña, N. (2020)

De acuerdo al Inamhi la región Andina se caracteriza por la presencia de masa de aire templado continental que oscila entre los 2000 y 3000 m aproximadamente, además existe presencia de masas de aire frío continental con extensión reducida que circula en las cumbres de los nevados. La temperatura está estrechamente vinculada con la altura, entre los rangos de 1500 y 3000 msnm, los valores varían de 20°C a 11°C, llegando a mínimos entre 5 y -4°C. (INAMHI, 2017) Este clima se aplica a los valles interandinos abrigados y de menor altura. Las temperaturas medias anuales fluctúan entre 12 y 20° C, con muy poca diferencia entre los meses de verano e invierno. Las lluvias anuales son inferiores a 500 mm y, en las mismas épocas presentan dos picos pluviométricos separados por dos estaciones secas. La acumulación de aire es relativamente frío y consecuentemente más denso contribuye a crear condiciones climáticas bastante estables: el cielo es generalmente poco nuboso, la humedad relativa está comprendida entre el 50 y el 80 % y la insolación siempre supera las 1.500 horas por año (Pourrut, Róvere, Romo, & Villacrés, 1995).

10.5. Métodos de restauración forestal

Anular los procesos degradantes

El primer paso de cualquier proyecto de restauración forestal es detener o controlar la acción de aquellos factores degradantes del ecosistema. Los mismos pueden ser, entre otros, incendios periódicos, contaminación o actividades productivas humanas.

Reforestación

Se emplea el término reforestar en sentido amplio para referirse a la reposición de la vegetación eliminada de un área determinada.

Áreas deforestadas o quemadas

La reforestación es una alternativa en zonas que han perdido la cubierta arbórea o arbustiva por deforestación o incendios. En términos de recuperación ecológica la reforestación debe realizarse con especies nativas del ecosistema a recuperar.

Por otra parte, para que sea exitosa debe tomarse en cuenta que las condiciones de suelo y humedad sean las adecuadas. En una zona deforestada o quemada cambian las condiciones abióticas del área, el suelo se erosiona más rápidamente y su profundidad disminuye.

De igual forma, la temperatura aumenta, hay una mayor radiación solar y menor humedad. Estas nuevas condiciones deben tomarse en cuenta para garantizar la supervivencia de los individuos que se planten.

10.6. Marco Legal

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

De acuerdo a la Constitución Política del Ecuador (2008), en el Capítulo Primero, Artículo 1, manifiesta que los recursos naturales no renovables del Estado pertenecen a su patrimonio inalienable, irrenunciable e imprescriptible.

En el Capítulo Segundo, el Artículo 14 manifiesta reconocer el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Además, se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Los Derechos de la Naturaleza contemplados en el Capítulo Séptimo, indica que 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 de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

En el artículo 72, dice que la naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen 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.

El Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

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, incluso

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

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.

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.

LEY DE GESTION AMBIENTAL

TITULO III - INSTRUMENTOS DE GESTION AMBIENTAL

CAPITULO I - DE LA PLANIFICACION

Art. 16.- El Plan Nacional de Ordenamiento Territorial es de aplicación obligatoria y contendrá la zonificación económica, social y ecológica del país sobre la base de la capacidad del uso de los ecosistemas, las necesidades de protección del ambiente, el respeto a la propiedad ancestral de las tierras comunitarias, la conservación de los recursos naturales y del patrimonio natural. Debe coincidir con el desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio.

Art. 18.- El Plan Ambiental Ecuatoriano, será el instrumento técnico de gestión que promoverá la conservación, protección y manejo ambiental; y contendrá los objetivos específicos, programas, acciones a desarrollar, contenidos mínimos y mecanismos de financiación, así como los procedimientos de revisión y auditoria.

TITULO VI - DE LA PROTECCION DE LOS DERECHOS AMBIENTALES

Art. 41.- Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, concédase acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicio de la acción de amparo constitucional previsto en la Constitución Política de la República.

CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN

TITULO II – ORGANIZACIÓN DEL TERRITORIO

Art. 10.- Niveles de organización territorial. - El Estado ecuatoriano se organiza territorialmente en regiones, provincias, cantones y parroquias rurales. En el marco de esta organización territorial, por razones de conservación ambiental, étnico culturales o de población, podrán constituirse regímenes especiales de gobierno: distritos metropolitanos, circunscripciones territoriales de pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianas y montubias y el consejo de gobierno de la provincia de Galápagos.

Capítulo IV - Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales

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.

LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO

Artículo 44.- Gestión del suelo. - la gestión del suelo es la acción y efecto de administrarlo, en función de lo establecido en los planes de uso y gestión de suelo y sus instrumentos complementarios, con el fin de permitir el acceso y aprovechamiento de sus potencialidades equitativa de las cargas y los beneficios.

PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN FORESTAL 2019 – 2030

Artículo 118.- En las actividades de restauración de suelos o ecosistemas se priorizará la regeneración natural cuando esta sea posible técnica, económica y socialmente. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados, en el marco de sus competencias, darán atención prioritaria a los suelos degradados o en proceso de desertificación.

11. IMPACTOS

11.1. Social

La restauración forestal de suelos secos en el sector de Alpamalag de Acurios es una alternativa ecológica que permitirá la participación de la población local y de los investigadores de actúan de manera directa o indirectamente para recuperar el ecosistema que se encuentra degradado con especies endémicas que pueden generar recursos económicos a sus habitantes y a la vez recuperar la biodiversidad en el sector.

11.2. Ambiental

La erosión y los suelos secos generan problemas en el ambiente, el suelo al estar descubierto, el viento puede llegar a cambiar la composición física y biológica del sector causando efectos perjudiciales sobre la biodiversidad del ecosistema. Con la investigación realizada sobre la restauración forestal de suelos secos donde se propone reforestar con especies endémicas se puede mejorar el medio ambiente de la comunidad y a la vez el ecosistema.

12. PRESUPUESTO

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Equipos, Instrumentos, Materiales e Insumos				
GPS	1	Unidad	500	500
Software ArcGis	1	Unidad	700	700
Materiales y suministros				
Papel Bond	3	Resmas	3,5	10,5
Libreta de apuntes	1	Unidad	0,5	0,5
Cámara fotográfica	1	Unidad	100	100
Fotocopias	100	Copias	0,02	2
Mapa cartográfico	1	Unidad	25	25
Laptop	1	Unidad	400	400
Material Bibliográfico y fotocopias				
Fotocopias	100	Copias	0,02	2
Gastos Varios				
Otros Recursos				
			Sub Total	1729
			10%	172,9
			TOTAL	1908,2

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- Se ubicó el área de estudio geoespacialmente y se delimitó mediante el uso de sistemas de información geográfica para realizar los análisis de suelos y clima del sector.
- Con la obtención de los shapefiles de la geomorfología y geopedología del Ecuador se obtuvo los mapas con las características edafoclimáticas del sector de Alpamalag de Acurios, donde se pudo determinar que los suelos predominantes en el área de intervención son de la clase Entisoles en un porcentaje de 87, 92% e Inceptisoles en un porcentaje de 12,08%
- Los subórdenes de la taxonomía de suelos presente en el área de intervención son Pssaments y Ustepts, teniendo como característica una textura arenosa y siendo propensos a la degradación por erosión.
- Al analizar los métodos de restauración forestal se concluye que la reforestación en Alpamalag de Acurios con las especies nativas *Trema micrantha*, *Ficus cuatrecasana*, *Shinus molle* y *Caesalpinia spinosa* es la mejor alternativa para la recuperación de los suelos secos del área de intervención, debido a su adaptación a suelos áridos y resistencia a la sequía y los beneficios para los habitantes del sector como forraje animal, madera para leña, medicina ancestral y pigmentos.

13.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar investigaciones sobre desertización, erosión y clima en el sector debido a la falta de información general del mismo.
- Las investigaciones para restauraciones ecológicas deberían comprender también los otros factores bióticos que afectan a la zona de estudio.
- Se debería investigar también la introducción de especies arbustivas para implementar el sotobosque apto para la zona de estudio.

14. PROPUESTA DE RESTAURACIÓN FORESTAL DE SUELOS SECOS CON ESPECIES ENDÉMICAS

1. Introducción

Durante la recopilación y discusión de los resultados de la información sobre la restauración forestal de suelos secos, se realiza la siguiente propuesta como el resultado de la investigación de varias fuentes bibliográficas científicas e interpretación de los resultados obtenidos con fines de realizar la recuperación de suelos secos mediante la restauración forestal en el sector de Alpamalag de Acurios del cantón Pujilí.

En el cantón Pujilí se evidencia una diversidad de pisos climáticos donde abunda una riqueza natural que lamentablemente debido a que cambiaron sus hábitos de cultivo, donde por el momento el brócoli está abarcando una gran superficie cultivada y ha generado malestar a los habitantes del sector de Alpamalag de Acurios por la escasez de agua de lluvia, que aquejan a los bombardeos que realizan las brocoleras a las nubes para evitar el daño en las pellas de su producto, causando también la degradación y erosión de los suelos y modificando el ecosistema de los alrededores del sector mencionado.

Por lo tanto, es urgente la elaboración de una propuesta que ayude a buscar ideas que mermen los problemas que causan estragos al ecosistema del sector y permita orientar a la recuperación y conservación de estos suelos.

El patrimonio natural de cada región permite a la sociedad alcanzar algo de armonía con la naturaleza, siendo esta la base del desarrollo socioeconómico de cada región. Es necesario conservar la biodiversidad, preservar los ecosistemas y restaurarlos en caso de que la acción del hombre termine desequilibrando la armonía de la naturaleza.

Actualmente, el Gobierno Nacional, a través del Ministerio del Ambiente (MAE), mediante el Acuerdo Ministerial N° 065, expidió el Plan Nacional de Restauración Forestal 2019 – 2030 con fines de la conservación ambiental, la protección de cuencas hidrográficas y evitar la degradación de suelos, enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo para garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental.

El uso de la restauración implica disponer de conocimientos científicos y técnicos necesarios para un adecuado control y aplicación de la restauración vegetal, descontaminación e integración ambiental, encaminadas en resolver las problemáticas de desertificación y conservación de la biodiversidad (Santamarta & Fernández, 2013)

2. Justificación

Los suelos del cantón Pujilí al ser derivados de materiales volcánicos principalmente de cenizas, teniendo en cuenta que son suelos arenosos y con muy bajo porcentaje de materia orgánica, la presente propuesta responde a la restauración forestal de los suelos secos del sector de Alpamalag de Acurios, que son suelos degradados e improductivos con la introducción de especies forestales nativas.

El área de intervención tiene aproximadamente 530,58 hectáreas de acuerdo a la información obtenida de la tabulación de datos del Sistema de Información Nacional, teniendo alrededor de 251,9 hectáreas de áreas erosionadas, a sabiendas que para intervenir se requiere del uso de maquinaria y materiales para la introducción de las especies forestales nativas.

Por lo tanto, con estos antecedentes se propone realizar una restauración forestal en el sector de Alpamalag de Acurios en el cantón Pujilí para restablecer los suelos secos usando especies forestales, que ayuden a mermar la degradación ambiental presente en el sector por la falta de agua y precipitaciones evitando de esta manera la desertificación y contribuyendo con la mejora de la calidad de vida de los habitantes del sector, además el proyecto está vinculado al programa de desarrollo Mi Tierra de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3. Objetivo General

Elaborar una propuesta de restauración forestal de suelos secos en Alpamalag de Acurios, cantón Pujilí.

4. Objetivos Específicos

- Plantar especies forestales nativas que reduzcan el impacto ambiental de la degradación de los suelos del sector de Alpamalag de Acurios.
- Concienciar a los habitantes del sector en el cuidado, conservación y reproducción de las especies forestales promoviendo el desarrollo sustentable.

5. Identificación de impactos (causa-efecto)

Para identificar los impactos que afectan al área de intervención se procede a realizar la siguiente tabla:

Tabla 1. Identificación de impactos

Factor ambiental	Causa Efecto Fuentes de amenaza
Avance de la Frontera Agrícola	Erosión de suelo Disminución de bosques que protegen la capa de suelo fértil.
Viento	Transporte de suelo Erosión de suelo
Desertificación	Degradación del suelo (erosión) Ausencia de lluvia

Fuente y Elaboración: Amaguaña, N. (2020)

6. Estrategia general

La estrategia se implementará en el área de influencia en concordancia con los habitantes del sector beneficiario de Alpamalag de Acuros, manteniendo el diálogo entre los actores y la participación entre el Alma Mater, Instituciones estatales y comunidad. Además, se aprovechará las oportunidades y talentos del personal profesional con el fin de ir buscando la necesidad de consolidar la presente propuesta.

7. Restauración Forestal

El objetivo de la rehabilitación forestal es restablecer la capacidad de unas tierras forestales degradadas para suministrar productos y servicios forestales. La rehabilitación forestal restablece la productividad original del bosque y algunas especies, pero no necesariamente todas, de las especies de plantas y animales, que se considera que en un principio estaban presentes en un lugar.

En consecuencia, no sólo intenta devolver los ecosistemas a su condición original, sino también darles una perspectiva de futuro basada en la dinámica de cambio o sucesión de la diversidad biológica. Todo ello, considerando, además de la ecología, la dimensión social, política, económica, ambiental y ética. (SER, 2004)

La planificación de la restauración forestal se hace en el contexto de otros elementos: sociales, económicos y biológicos, característicos de un determinado paisaje. Esto no implica necesariamente la plantación de árboles en todo el paisaje, sino más bien en aquellos bosques estratégicamente localizados en áreas donde sea necesario lograr un conjunto de funciones (por ejemplo, el hábitat para una especie en particular, la estabilización del suelo o el suministro de materiales de construcción para las comunidades locales) (Newton & Tejedor, 2011)

La restauración forestal se refiere al proceso de recuperación de un ecosistema forestal que ha sido degradado, dañado o destruido, y consiste en el restablecimiento de las características del ecosistema, tales como la composición, estructura y función, que existían antes de la degradación. En el pasado, la restauración forestal ha sido definida de muchas maneras. Las primeras definiciones sugerían que el propósito de la restauración era la recreación integral de un determinado ecosistema, incluyendo sus aspectos estructurales, composicionales y funcionales (Newton & Tejedor, 2011).

8. Base Legal

Constitución del Ecuador	Derechos de la naturaleza	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 de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos
Ley de Gestión Ambiental	Instrumentos de Gestión Ambiental	Contendrá la zonificación económica, social y ecológica del país sobre la base de la capacidad del uso de los ecosistemas, las necesidades de protección del ambiente, el respeto a la propiedad ancestral de las tierras comunitarias, la conservación de los recursos naturales y del patrimonio natural.
Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización	Organización del Territorio	El Estado ecuatoriano se organiza territorialmente en regiones, provincias, cantones y parroquias rurales. En el marco de esta organización territorial, por razones de conservación ambiental, étnico culturales o de población, podrán constituirse regímenes especiales de gobierno: distritos metropolitanos, circunscripciones territoriales de pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianas y montubias y el consejo de gobierno de la provincia de Galápagos

9. Desarrollo

- **Tractor de roturación de suelo**

Se procede a utilizar el tractor con el apero denominado arado para virar la tierra y posteriormente se pasa la rastra las veces necesarias para romper la capa de tierra erosionada y endurecida hasta dejar la tierra totalmente suelta para la posterior actividad de siembra.

- **Hoyado de suelo**

El hoyado se realiza con el fin de realizar un hoyo de 30 cm aproximadamente hasta alrededor de 50 cm según la especie a plantar. Esto permite que el árbol se adapte al suelo.

Se siembra alrededor de 1100 plántulas por hectárea dependiendo de la densidad de siembra de cada especie, siempre y cuando se realice siembras para actividades forestales protectoras o productoras.

- **Actividades**

Dimensionar y localizar el área donde se realizará la introducción de las especies forestales para realizar el hoyado y proceder a la siembra en el área de intervención.

Los convenios permiten fortalecer la vinculación entre las instituciones públicas y los beneficiarios directos. Se puede proponer la dotación de especies forestales del Vivero del Municipio de Latacunga y el Consejo Provincial.

- **Estrategias**

Asesoramiento técnico por parte de los docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Socialización de la actividad a realizar.

Estrategias de Conservación de suelos (arada de cincel, cero labranzas, abonos verdes, pircas, zanjas de infiltración).

- **Presupuesto de la Propuesta de restauración forestal.**

Tabla 2. Presupuesto del jornal

Día	Costo	Costo por ha	Costo del área de estudio
1	15	45	23876,10

Fuente y Elaboración: Amaguaña, N. (2020)

10. Métodos de restauración

- **Reforestación**

La reforestación se refiere a una operación de la silvicultura que está destinada a repoblar zonas que se encuentran descubiertas o que estuvieron cubiertas de bosques, debido a actividades de

explotación de madera, ampliación de frontera agrícola, ampliación de áreas rurales o por incendios forestales (Jácome, 2011).

La presencia de árboles permite recuperar los suelos debido a que actúan como reguladores de temperatura, además debido a la evapotranspiración que generan las especies vegetales pueden atraer las lluvias (Sánchez, 2004).

- **Corredores biológicos**

Una forma de degradación es la fragmentación de hábitats, es decir un ecosistema de grandes dimensiones es dividido en parches sin conexiones entre sí. Esto altera las funciones del ecosistema como un todo y para algunas especies puede significar un gran riesgo de extinción. Para corregir la fragmentación, una estrategia de restauración forestal es el establecimiento de corredores ecológicos. Estos son áreas restauradas que conectan un fragmento con otro, permitiendo la movilización de las especies a lo largo de ellas (Castro, 2019).

- **Sucesión secundaria**

En condiciones de alta degradación de un ecosistema, abarcando áreas extensas, la reforestación no es suficiente para la restauración forestal. En estos casos la sucesión secundaria puede ser más exitosa, aunque es un proceso más lento y laborioso. La sucesión ecológica es un proceso natural que consiste en la progresiva sustitución de unas comunidades por otras hasta una condición clímax u óptima. En este proceso primero colonizan plantas pioneras de rápido crecimiento que crean condiciones para otras especies más exigentes. En el caso de la sucesión secundaria se intenta reproducir este proceso ya sea promoviendo que ocurra de forma natural o interviniendo de forma directa. En este último caso, se establece un plan de introducción de especies de cobertura, luego plantas pioneras y finalmente plantas propias del ecosistema clímax (Castro, 2019).

- **Introducciones y reintroducciones**

En ocasiones la degradación afecta en mayor medida a poblaciones de especies concretas, que pueden disminuir drásticamente o desaparecer. En estos casos son muy efectivas las introducciones a fin de reforzar las poblaciones afectadas y reintroducciones cuando las especies han desaparecido de un área (Castro, 2019).

11. Métodos de siembra

La restauración forestal es una sucesión ecológica asistida como parte de la recuperación natural de los ecosistemas, que acompaña actividades de protección, manejo y control, señalización, monitoreo, etc. (Paredes, 2018)

- **Árboles cortinas rompevientos**

Esta práctica tiene como función proteger a los cultivos agrícolas del efecto dañino del viento, especialmente en zonas en donde su presencia causa deshidratación de los cultivos, evaporan el agua del suelo y provocan una caída prematura de los frutos entre otros. Las especies que se utilizan deben tener la característica de formar muros o setos vivos, por su follaje denso y ramificación desde la base del tallo. Las especies recomendadas son: (quishuar, molle, aliso, retama, chilca, guachapelí, acacia, matarratón, yagual, arazá. etc.) Para la instalación de estas prácticas algunos autores aconsejan instalar cortinas en 2 o 3 líneas de árboles a lo largo del perímetro del cultivo y su distanciamiento debe ser de 0.5 a 0.8 m entre plantas (Paredes, 2018) Su principal objetivo es reducir la velocidad del viento en potreros, parcelas o cultivos con fines agropecuarios, disminuir el movimiento del suelo para evitar la erosión, y conservar la humedad del sitio, generar un microclima para los animales e incrementar la belleza natural del medio circundante (Martínez F. , 2020).

Las ventajas del uso de las cortinas rompevientos es reducir la velocidad del viento que acarrea las partículas de suelo causando erosión y degradación, reducir el movimiento del suelo, conservar la humedad, regular las condiciones microclimáticas (Paredes, 2018)

Las especies seleccionadas deben adaptarse al clima y suelo del lugar, sean resistentes a plagas y enfermedades, debe tomarse en cuenta el ancho de la copa, su tendencia a ramificar, su crecimiento y longevidad, el valor estético y su valor para la vida silvestre, debe ser resistente a la sequía, un sistema radicular vigoroso para el aprovechamiento de la humedad del suelo y que conserven sus hojas todo el año (Martínez F. , 2020).

Las especies que se proponen utilizar serían en la primera línea *Trema micrantha* por tener una altura hasta 13 metros y en la segunda línea la especie *Caesalpinia spinosa* cuya altura máxima está en los 10 metros.

- **Árboles para conservación de suelos**

Esta práctica se realiza en zonas con fuertes pendientes, su característica principal es crear una barrera vegetal que evite el arrastre de sedimentos, especialmente en la época de lluvias, complementariamente esta práctica ayuda a la formación de terrazas, aumentar la fertilidad del suelo y producción de los cultivos. Las especies utilizadas deben contar con un sistema radicular profundo para garantizar un buen prendimiento en el suelo. Las plantaciones para conservación de suelos, deben estar dispuestas en curvas de nivel perpendicular a la pendiente, para ello se utilizará un triángulo en A, el distanciamiento entre cada curva de nivel varía según la pendiente del terreno. Las especies que se pueden utilizar son acacias, aliso, guato, matarratón, tara,

yagual, quishuar, guaba, capulí, chirimoya, entre otras. El distanciamiento entre plantas puede ir de 1 a 2.5 m, aunque las especies y la forma de la copa determinarán su espaciamiento final. (Paredes, 2018)

Al aplicar este método de siembra se debe identificar principalmente las especies forestales que cumplan con las características de un sistema radicular profundo para contrarrestar el arrastre de las partículas de suelo y contribuir a la conservación del mismo.

- **Sistema Agrosilvopastoril**

Esta práctica permite asociar el cultivo de pastos con la plantación de especies forestales para mejorar la productividad de los pastos utilizando especies fijadoras de nitrógeno, y al mismo tiempo mejora la calidad del suelo (especies con defoliación natural incorporan materia orgánica), en fuertes pendientes evita la erosión hídrica por arrastre de sedimentos. Mejorar el sistema de producción en áreas de pastizales es de mucha importancia, ya que esta actividad es considerada por varios autores como la principal causa de deforestación. Para el éxito de esta práctica, las plantas deben tener una protección individual con alambre de púas, para protegerlas del ramoneo del ganado en su fase de prendimiento y desarrollo, aunque este sistema encarece los costos sin lugar a dudas es una de las más viables para las zonas con pastos (Paredes, 2018). Al implementar un sistema de cultivo agrosilvopastoril las ventajas que promueven la conservación y recuperación de suelos por la simbiosis entre las especies vegetales a utilizar en este sistema permiten incorporar árboles que fijen nitrógeno generalmente característico de las especies de la familia Papilionaceae y pastos que pasan a convertirse en la cobertura vegetal. De las especies seleccionadas, se puede indicar que las hojas de cada una de ellas son utilizadas como forraje, siendo un beneficio para la implementación del sistema agrosilvopastoril, que puede asociarse con cualquier clase de pasto que se adapte al área de influencia, entre los cuáles se puede ejemplificar con rye-grass, vicia y avena, colza, indispensable algún pasto que pertenezca a la familia de las leguminosas, debido a que captan el nitrógeno de la atmósfera.

12. Selección de especies

- ***Trema micrantha* (L) Blume. (nombre común: Cerezo, Sapan, Sapan de paloma)**

Especie perteneciente a la familia Ulmaceae que habita en los bosques secos de las provincias de Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y habita a una altura entre 0 y 2500 msnm. Es un árbol perennifolio, con una altura entre 5 y 13 metros, su corteza es de color gris y café grisácea con abundantes lenticelas. Su copa tiene forma de sombrilla con abertura irregular. Sus hojas son simples, alternas en dos hileras con 3 nervios prominentes curvados

hacia la punta, margen aserrado, haz áspero, envés veloso, base asimétrica, estipuladas. Flores simples, blanco-verdosas, en cimas de 4 cm de longitud, opuestos a las hojas. Frutos drupas carnosas de 2 mm de diámetro, esféricas, de color rojo a anaranjado, brillante en la madurez, contiene una sola semilla pequeña, negra (Aguirre, 2012).

La madera es usada para leña, carbón, construcciones rurales. Su corteza es fuerte y se usa para la elaboración de sogas. Su fruto es comestible. Las hojas se pueden utilizar como forraje en alimentación animal. Su corteza y hojas en infusión se utilizan para combatir el sarampión. Especie apta para sistemas agroforestales de zonas semiáridas (Aguirre, 2012).

- ***Ficus cuatrecasana* Dugand. (nombre común: Higuerón, Higuero rojo, Matapalo)**

Especie perteneciente a la familia Moraceae, con 56 especies reportadas por género y 2 endémicas, se distribuye en las provincias de Loja, Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Imbabura, Napo y Pichincha. Crece entre 0 y 2500 msnm, habita en hondonadas y quebradas de bosque natural, bosque seco pluviestacional y bosque seco andino (Aguirre, 2012).

Árbol hemiepífita de 28 m de altura y hasta 100 cm de DAP. Fuste es cilíndrico, retorcido. Poseen raíces tablares de hasta 2 m de altura. Copa regular, ramificada y frondosa. Hojas simples, alternas, de ápice obtuso y margen entero, el follaje es caducifolio. Poseen una estípula terminal prominente color rojizo. Flores pequeñas solitarias y bisexuales, agrupadas en una inflorescencia tipo sicón axilar. Todas las partes de la planta posee látex cáustico, acuoso, blanco-amarillento, muy abundante. El fruto es una polibaya de 10-15 cm, verde (tierno) y amarillento (maduro) (Aguirre, 2012).

La madera es utilizada para leña, encofrados y carpintería. Hojas, flores y frutos son forraje para el ganado en escasez de pasto. El látex es laxante y cicatrizante de heridas. Las flores son apreciadas por los insectos para recolectar néctar y polen. Es un árbol que provee sombra para el ganado y protección de manantiales en potreros y lugares húmedos (Aguirre, 2012).

- ***Schinus molle* L. (nombre común: Molle, Muelle)**

Perteneciente a la familia Anacardiaceae, esta especie crece desde 0 hasta 3000 msnm en bosques naturales o intervenidos, se encuentran en las provincias de Loja, Azuay, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Galápagos, pertenece al tipo de bosque seco pluvioestacional y bosque seco andino (Aguirre, 2012).

Es un árbol de 8-10 m de altura y 15 cm de DAP. Fuste muy retorcido. Corteza muy fisurada, café-oscuro, con presencia de bultos resinosos. Copa regular oblonga, ramas creciendo hacia el suelo, que hace que la planta se encuentre recubierta totalmente por follaje. Olor astringente todas las partes vegetativas de la planta. Hojas compuestas, alternas, folíolos alargados lustrosos

y carnosos. Flores vistosas, tienen tres etapas: muy jóvenes son verdosas, juveniles son blanquecinas y viejas son rosado claro; están agrupadas en un racimo terminal. Fruto es una drupa carnosa, rojizo a púrpura, agrupadas en infrutescencias grandes de hasta 30 cm, cada fruto contiene una sola semilla negra similar a la pimienta (Aguirre, 2012).

La madera es utilizada para leña, postes, construcciones y con pubescencias en el envés. Flores unisexuales, cercas muertas. Las hojas, flores y frutos son forrajeras. Las hojas y cogollos en infusión combaten el resfriado y reumatismo, las hojas se machacan y se usa como emplastos en hinchazones, fracturas y golpes. Frecuentemente es usada como ornamental. Recomendable para Sistemas Agroforestales en zonas semiáridas y áridas, puede ser usada en cortinas rompevientos, cercas vivas. Es una planta de mediano crecimiento, no necesita mucha agua (Aguirre, 2012).

- ***Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. (nombre común: Tara, guarango, Changue)**

Conocida vulgarmente como Guarango, Changue, Tara o Vainillo, es una especie nativa del Ecuador perteneciente a la Familia Caesalpiniaceae, encontrándose 6 especies dentro del género, se desarrolla en los valles secos interandinos desde el Carchi hasta Macará, crece entre los 1000 y 3000 msnm (Aguirre, 2012).

Árbol de 6-8 m de altura y 15-20 cm de DAP. Fuste torcido, se ramifica muy cerca a la base. Corteza café-oscuro, fisurada longitudinalmente, fibrosa. Copa frondosa, aparasolada, ramificada, alcanza un diámetro de hasta 15 m. Presencia de espinas en ramillas jóvenes y base de las hojas. Hojas compuestas, alternas, pinnadas, con 6 a 8 pares de folíolos ovalados brillantes, glabros de 3 cm de longitud por 2 cm de ancho, verde-oscuro. Flores en inflorescencias en racimos de 40 a 100 flores hermafroditas; cáliz con 5 sépalos y corola con 5 pétalos amarillos con manchas rojizas, 10 estambres, pistilo con estilo encorvado, ovario súpero. Frutos legumbres aplanadas, curvas de 4–9 cm longitud, verde amarillentas (jóvenes), café-anaranjadas (maduras); de 5-10 cm de longitud y 1-3 cm de ancho; contienen hasta 10 semillas, aplanadas, café negruzcas, de 1 cm de longitud y 7mm de ancho. Florece en mayo-junio. Fructifica en agosto-septiembre. La propagación es por semilla y la germinación es fácil previa escarificación (Aguirre 2012).

13. Producción de suelos recuperados

Una vez que se ha realizado las actividades para la restauración forestal para la recuperación de suelos secos en el sector de Alpamalag de Acurios, se debe implementar una costumbre de mantenimiento del proyecto; es decir, que, una vez realizado la reforestación con las especies mencionadas anteriormente, mediante comunicación con las Autoridades Seccionales

respectivas, se debe realizar un control periódico para mantener la supervivencia de las especies utilizadas.

Si se acoge al método del sistema agrosilvopastoril tener en cuenta que las especies de pastos seleccionada debe mantenerse en cultivo alrededor de unos tres meses para permitir el ingreso de animales para pastoreo, siempre y cuando la cobertura vegetal sea mayor al 70% del suelo recuperado.

- **Actividades**

Implementación de especies forestales para levantar una cortina rompevientos, donde se implementará dos o más hileras de árboles para aumentar el nivel de protección, tomando una distancia de 3 a 6 m en hileras múltiples.

Implementar la reforestación del sector con la introducción de especies forestales nativas con el fin de realizar la restauración forestal para recuperar los suelos secos de Alpamalag de Acurios.

Promover la conservación y manutención de los recursos naturales, en especial las especies forestales nativas para evitar la degradación del suelo.

- **Estrategias**

Formar tres estratos con las especies forestales nativas (alto, medio y bajo) para la implementación de las cortinas rompevientos.

Mantener contacto con técnicos forestales para la asesoría de conservación y manutención de las especies forestales.

14. Presupuesto

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U. \$	COSTO T. \$
Análisis de suelo				
Macro-micronutrientes, ph, CE, MO	muestra	1	80	80
Subtotal 1				80
Preparación terreno				
Roturación de suelo	tractor	12	480	5760
Limpieza y hoyado	jornal	5	15	75
Pirola	unidad	5	1	5
Estacas	unidades	50	0.3	15
Flexometro	unidad	1	2	2
Subtotal 2				5857
Siembra				
Plantas	plántulas	1100	1	1100
Siembra	Jornal	5	15	75

16. Conclusiones

- Se determinó que el área de intervención tiene aproximadamente 530,58 hectáreas de acuerdo a la información obtenida de la tabulación de datos del Sistema de Información Nacional, teniendo alrededor de 251,9 hectáreas de suelo erosionado a reforestar.
- La restauración forestal del área de intervención se realizará con presupuesto mensual de 2355 usd, correspondientes a roturación de suelo, hoyado, adquisición de plantas, abono, siembra, jornaleros y el respectivo monitoreo y evaluación.
- Las especies forestales serán adquiridas en viveros municipales de la región a un costo de 1 usd, para la restauración forestal

17. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar un tractor de oruga para la roturación del suelo con el apoyo de entidades públicas con el Gobierno Provincial, MAG, MAE, Municipios de la provincia con el objetivo de abaratar costos.
- Se debería coordinar con las Instituciones de Educación Superior para que los proyectos relacionados con el Plan de Recuperación de Suelos sean tomados en cuenta para su aplicación.
- Los presupuestos para la ejecución de los proyectos deberían ser gestionados con fondos económicos del Programa de Incentivos para la Reforestación con fines de comerciales.
- Las especies forestales introducidas para la restauración deben cumplir con las características de suelo, clima, disponibilidad de agua, tolerancia a la sequía, etc.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta. (2014). Breve historia política y económica del Ecuador. Quito:: Corporación Editora Nacional,.
- Acosta, C. (s. f.). <https://www.ucm.es>. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/El%20suelo%20vivo.pdf>
- Aguirre, Z. (2012). *Especies Forestales de los Bosques Secos del Ecuador*. Quito: MAE-FAO-Finlandia.
- ARGOS. (2016). Polimeros como mejoradores de suelos erosionados. *Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia Facultad de ingeniería, Ingeniería Ambiental Medellín*.
- Asensi, M., Cotarelo, R., Echenique, M., Fernández, J., Oñate, P., Romero, J., & Tamayo, J. (2014). <http://eprints.uanl.mx/>. Obtenido de http://eprints.uanl.mx/13416/1/2014_LIBRO%20Metodos%20y%20tecnicas_Aplicacion%20del%20metodo%20pag499_515.pdf
- B&G Consultores. (2014). <http://app.sni.gob.ec/>. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/Actualizaci%C3%B3n%20Diagn%C3%B3stico%20PDOT-GAD-Pujil%C3%AD_14-11-2014.%202014
- Balaguer, L. (2013). <https://www.researchgate.net>. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/259621018_Restauracion_ecologica
- Bareiro, L. (2017). <http://fediap.com.ar/>. Obtenido de <http://fediap.com.ar/administracion/pdfs/Desarrollo%20Rural%20en%20Tierras%20Secas.pdf>
- Berrahmouni, N., Regato, P., & Parfondry, M. (2017). <http://www.fao.org/>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/c-i5036s.pdf>
- Burbano, N., Becerra, S., & Pasquel, E. (2015). *Introducción a la Hidrogeología en el Ecuador*. Quito: INAMHI.
- Calero, C. (2011). <https://biblio.flacsoandes.edu.ec>. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/52065.pdf>
- 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*.

- Caranqui, j. (2017). Árboles y arbustos nativos potenciales para reforestación en la Sierra Central de Ecuador. *Enfoque UTE*, 103 - 105.
- Castillero, O. (s.f.). <https://psicologiaymente.com>. Obtenido de <https://psicologiaymente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>
- Castro, M. (2019). <https://www.lifeder.com/>. Obtenido de https://www.lifeder.com/restauracion-ecologica/#Metodos_de_restauracion_ecologica
- Cazau, P. (2006). <http://alcazaba.unex.es/>. Obtenido de <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>
- Chitima, M., & Rutten, G. (2016). <https://www.ifad.org>. Obtenido de https://www.ifad.org/documents/38714170/40264252/Scaling+up+note+on+agricultural+water+management_s.pdf/48fdd255-cce7-44de-a4db-5324b8d19db9
- Cóndor, A., Moya, R., Ayala, O., Carvajal, G., & Bastidas, W. (2018). Ecuador. En J. Nuñez, & K. Verbist, *Atlas de Sequías de América Latina y el Caribe* (págs. 89 - 96). UNESCO y CAZALAC.
- Consejo Consultivo del Agua. (2018). <http://www.aguas.org.mx>. Obtenido de <http://www.aguas.org.mx/sitio/publicaciones/agua-en-el-mundo/agua-en-el-mundo.pdf>
- Constitución Política de la República del Ecuador. (2008). <https://www.oas.org/>. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Corral-Verdugo, V., & Pinheiro, J. (2004). Aproximaciones al estudio de la conducta sustentable. Medio ambiente y comportamiento humano.
- Custode, E., De Noni, G., Trujillo, G., & Viennot, M. (1992). La cangahua en el Ecuador: caracterización morfoedafológica y comportamiento frente a la erosión. *Terra*, 332 - 346.
- Dávila, F., & Camach, E. (2012). <http://www.ign.es>. Obtenido de <http://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/CTC-Ibercarto-V-Georreferenciacion.pdf>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2014). <https://www.nrcs.usda.gov/>. Obtenido de https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf
- Díaz, G. (2012). El Cambio Climático. *Ciencia y Sociedad*, 227 - 240.
- Dorronsoro, C. (2020). <http://edafologia.ugr.es/>. Obtenido de <http://edafologia.ugr.es/cart0/tema02/faosoilt.htm>

- ESRI. (2020). <https://resources.arcgis.com/>. Obtenido de <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>
- FAO. (1993). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/v0265s/V0265S01.htm#Definiciones%20y%20enfoque%20general%20de%20los%20problemas>
- FAO. (2011). <http://www.fao.org/>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>
- FAO. (2012). <http://www.fao.org/>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-as171s.pdf>
- 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>
- FAO. (2020). <http://www.fao.org/>. Obtenido de <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-restoration-and-rehabilitation/basic-knowledge/es/>
- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Slavatierra, J., Gómez, M., & Montenegro, G. (2010). <https://www.researchgate.net>. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/220045599_Restauracion_Ecologica_para_Ecosistemas_Nativos_Afectados_por_Incendios_Forestales
- Fogel, R. (1999). <https://core.ac.uk/>. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/35258279.pdf>
- Foster, S. (2009). Appropriate groundwater management for Latin America. Lessons from international experience. *Aqua - LAC*, 7 - 19.
- GADPC. (28 de Enero de 2020). *Gobierno Autonomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi*. Obtenido de <https://www.cotopaxi.gob.ec/index.php/noticias/item/2245-apoyamos-a-la-red-lechera-y-alpaquera-de-cotopaxi>
- Garduño, R. (2016). <https://iies.unam.mx/>. Obtenido de <https://iies.unam.mx/wp-content/uploads/2016/03/Victor-Jaramillo-Cambio-Climatico-Una-Vision-desde-Mexico-.pdf>
- Gemma, D. R. (2000). Medir la Sostenibilidad: Indicadores Económicos, Ecológicos y Sociales. *Universidad Autónoma de Madrid*.
- González, C. (1997). <http://academic.uprm.edu>. Obtenido de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-391/acuiferos.pdf>
- González, J. (2009). <http://nulan.mdp.edu.ar/>. Obtenido de http://nulan.mdp.edu.ar/638/1/gonzalez_j.pdf

- González, J., Pambi, V., Uyaguari, E., & Zhiñin, H. (2017). Estado actual de la restauración ecológica en la Región Sur del Ecuador . *CEDAMAZ*, 16 - 25.
- Guida, B., Abraham, E., & Cony, M. (2017). Salinización del suelo en tierras secas irrigadas: perspectivas de restauración en Cuyo, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 205 - 215.
- Guimarañes, R. (2002). *La etica de la sustentabilidad y la formulacion de politicas en desarrollo*. Buenos Aires: CLACSO.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Hernández, A., & Pastor, J. (2008). <https://digital.csic.es>. Obtenido de https://digital.csic.es/bitstream/10261/49217/1/Ciemat_2-08.pdf
- Ibañez, S., Gisbert, J., & Moreno, R. (2011). <https://riunet.upv.es/>. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12884/inceptisoles.pdf>
- INAMHI. (2017). <https://horizon.documentation.ird.fr/>. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-10/21848.pdf
- INIA. (2015). <http://inia.uy>. Obtenido de <http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/El%20Suelo%2020%20de%20mayo.pdf>
- Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. (2019). <https://www.iiama.upv.es>. Obtenido de <https://www.iiama.upv.es/iiama/es/sala-prensa/noticias/el-cambio-climatico-provocara-sequias-mas-frecuentes-y-severas-en-la-cuenca-del-jucar.html>
- Izquierdo, J., & Rodriguez, M. (2006). <http://www.fao.org/>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/A0718s/A0718s00.pdf>
- Jácome, L. (2011). <http://repositorio.ute.edu.ec>. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/2927/44888_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jimenez, W., & Anasco, A. s.f. (s.f.). Cultivo de coberturas y abonos verdes. Costa Rica. *Corporacio Educativa para el Desarrollo Costaricense*.
- Lizmová, N. (2007). Análisis de mapas como un método de investigación de fenómenos naturales y socioeconómicos. *Luna Azul*, 74 - 80.
- MAGAP. (2016). TRACTOR ROTURADOR DEL MAGAP ZONA 3, REHABILITAN SUELOS EN PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO. Obtenido de <https://aldiaonline.com/?p=70064>

- Martínez, F. (2020). <https://infopastosyforrajes.com>. Obtenido de <https://infopastosyforrajes.com/tipo-de-sistema-silvopastoril/cortinas-barreras-rompevientos-o-cortavientos/>
- Martínez, J., & Fernández, A. (2016). <https://iies.unam.mx/>. Obtenido de <https://iies.unam.mx/wp-content/uploads/2016/03/Victor-Jaramillo-Cambio-Climatico-Una-Vision-desde-Mexico-.pdf>
- Mena, J. (2018). <http://repositorio.ug.edu.ec/>. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29517/1/TESIS%20-JIMMY%20MENA%2020-03-2018.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2013). Beneficios del manejo sostenible de la Tierra, segundo documento técnico.
- Ministerio del Ambiente. (2018). <https://www.ambiente.gob.ec>. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2019). <https://www.ambiente.gob.ec/>. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/lineas-de-accion-del-ecuador-para-la-lucha-contra-la-desertificacion-fueron-presentadas/>
- Navarro, H. and C. Prat. . (1996). Habilidad agrícola de los tepetates de los valles de México y de. *El campo mexicano: modernización a marchas forzadas. México. s.n.*
- Newton, A., & Tejedor, N. (2011). <https://portals.iucn.org/>. Obtenido de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2011-017-Es.pdf>
- Núñez, J., & Verbist, K. (2018). *Atlas de Sequía en América latina y el Caribe*. UNESCO y CAZALAC.
- Ordoñez, J. (2011). <https://www.gwp.org/>. Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterranas.pdf
- Palacios, I., Ushiña, D., & Carrera, D. (2018). Identificación de Cangahuas para su recuperación mediante estudio multicriterio y constatación in situ en comunas del volcán Ilaló. *Revista del Congreso de Ciencia y Tecnología - ESPE*, 9 - 12. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/325960166_Identificacion_de_Cangahuas_para_su_recuperacion_mediante_estudio_multicriterio_y_constatacion_in_situ_en_comunas_del_volcan_Ilalo

- Paredes, H. (2018). <https://www.imbabura.gob.ec>. Obtenido de <https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/CONGOPE%20PLAN%20FORESTAL.pdf>
- Pourrut, P., Róvere, O., Romo, I., & Villacrés, H. (1995). <https://horizon.documentation.ird.fr>. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014823.pdf
- Prieto, M. (1993). <http://www.fao.org/>. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/docrep/RLC1026s/rlc1026s.002.pdf
- 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/>
- Ramirez, T. (21 de Diciembre de 2004). *Revista de Centro de Investigacion*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/342/34202107.pdf>
- Registro Oficial. (2015). <https://www.gob.ec/sites/>. Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_acuerdo-ministerial-061.pdf
- Ruíz, R. (2007). <http://www.index-f.com/>. Obtenido de <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf>
- Salazar, D., Aragón, J., & Guerrero, V. (2017). <http://www.utn.edu.ec/>. Obtenido de <http://www.utn.edu.ec/ficayaemprende/?p=1065&print=print>
- Sánchez, D. A. (2004). Rehabilitación agroecológica de suelos volcánicos endurecidos, experiencias en el valle de México. Chile.: *LEISA*, 19(4), pp, 24-27.
- Sanchún, A., Botero, R., Morera, A., Obando, G., Russo, R., Scholz, C., & Spinola, M. (2016). *Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas*. San Joé, Costa Rica: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN).
- Santamarta, J., & Fernández, C. (2013). <https://www.researchgate.net/>. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/255949341_Restauracion_forestal_de_espacios_degradados_en_medios_insulares

- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2018). <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/>. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Plan-Nacional-de-Respuesta-SGR-RespondeEC.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). <https://www.planificacion.gob.ec>. Obtenido de https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf
- SENPLADES. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*.
- SER. (2004). Restauración Ecológica, Conservación de la Biodiversidad. Obtenido de https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1432677983RestauracionecologicaenelSNASPEGASP2015.pdf
- SIGTIERRAS. (2017). *Memoria explicativa del Mapa de Órdenes de Suelos del Ecuador*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/MEMORIA_MAPA_DE_ORDENES_DE_SUELOS_MAG_SIGTIERRAS.pdf
- Tisintuña, I. A. (16 de Mayo de 2020). Densidad de Siembra. (N. Laguna, Entrevistador)
- UNESCO. (2018). <http://www.unesco.org/>. Obtenido de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap_WWDR3_Facts_and_Figures_SP.pdf
- Urbano, J. (2001). Consideraciones metodológicas para la recuperación de tierras áridas degradadas. *Observatorio Medioambiental*, 49 - 89.
- Vallejo, P., González, C., & Mena, F. (2016). <http://scielo.senescyt.gob.ec/>. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422016000200109
- Vanegas, M. (2016). *Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias*. México: CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD.
- Vargas, O. (2011). Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 221 - 246.
- Vidasostenible.org. (2016). © *Fundación Vida Sostenible*. Recuperado el 01 de Agosto de 2017, de <http://www.vidasostenible.org/>
- Villaroya, F. (2009). <http://chilorg.chil.me/>. Obtenido de <http://chilorg.chil.me/download-doc/86199>

Vistín, D., Muñoz, E., & Barrero, H. (2018). Restauración forestal del bosque de la comunidad de Guangras en el parque nacional Sangay Ecuador, como una alternativa de combate al cambio climático. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.

Zebrowski, C. (1996). <https://horizon.documentation.ird.fr/>. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010012918.pdf

16. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida de los Investigadores.

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

2.- 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.- TITULO

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

DIPLOMADOS:

ESPECIALISTA EN DEFENSORIA Y DERECHO AMBIENTAL INTERNACIONAL
 ESPECIALISTA EN DERECHO Y RESPONSABILIDAD POR EL DAÑO AMBIENTAL;
 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 PARROQUÍA 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
Libros	CAPACIDAD DE FIJACIÓN DE CARBONO DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACION Y RESTAURACION FORESTAL COMO MECANISMO DE GESTION Y ADMINISTRACION AMBIENTAL POR PARTE DEL GAD COTOPAXI ISBN-978-9942-792-63-1 CATASTRO Y CARACTERIZACION DE LA FUENTES FIJAS DE CONTAMINACION INDUSTRIAL, AGROINDUSTRIAL Y DE SERVICIOS DEL CANTÓN LATACUNGA PARA EL SEGUIMNIENTO ADMINISTRATIVO Y CONTROL AMBIENTAL DE PROCESOS PRODUCTIVOS ISBN-978-9942-792-62-4 OPTIMIZACION ADMINISTRATIVA Y TECNICA DE UN MEDIO DE CULTIVO SOLIDO ALTERNATIVO AL PDA PARA LA PRODUCCION DE HONGOS ISBN-978-9942-792-61-7
Capítulos internacionales y nacionales en libros y nacionales	Varios como sujeto técnico de entrevistas y consultas

<p>Contribuciones Congresos</p>	<p>Como conferencista o ponente en evento nacional</p> <p>INVENTARIO FLORISTICO (ARBOREO) EN EL BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO DE LA COORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES EN EL SECTOR LA ESPERANZA, PARROQUIA EL TINGO, CANTON PUJILI, PROVINCIA DE COTOPAXI, A LOS 2000 MSNM</p> <p>I CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION – UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI, 22 DE NOVIEMBRE DE 2017</p> <p>PROTECCION Y CONSERVACION DE PARAMOS Y VEGETACION NATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS (AGUA Y MORTIÑO) DEL BOSQUE NATIVO Y SU BIODIVERSIDAD EN LA COMUNIDAD DE QUINTICUSIG, CANTON SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI-</p> <p>CONFERENCIA INTERNACIONAL: TERRITORIOS DIVERSOS, TERRITORIOS DE DERECHOS, CUENCA 13 DE</p>
-------------------------------------	---

4.- EXPERIENCIA LABORAL

No	INSTITUCION	CARGO	TIEMPO
1.	GAD PROVINCIAL DE COTOPAXI	DIRECTOR DEL AMBIENTE DIRECTOR DE GESTIÓN AMBIENTAL AUTORIDAD AMBIENTAL DE APLICACIÓN	Mayo 2014 – Diciembre 2019
2.	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2.004	Docente de pregrados y posgrado	9 años
3.	Gobierno Municipal de Latacunga, 2.009	CONCEJAL	1 año

4.	Gobierno Municipal de Latacunga, 2.009 – 2014 Proyectos de ordenanzas en varios temas Proyectos de fiscalización varios temas Proyecto de calidad del aire	CONCEJAL	5 años
5.	Universidad Central del Ecuador, 2007	Docente Contrato	1 ciclo
6.	“CODINEC” Corporación para el Desarrollo Integral del Ecuador, 2.006	Director Nacional de Proyectos Instructor de cursos Manejo de granjas de producción de animales menores Producción de hortalizas, frutales y forestales, Tungurahua (Ambato), Pastaza (Puyo), Pichincha (Cayambe).	3 años
7	CONTINENTAL, 2.005	Asesor - Docente	2 años
8	CEEA Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, 2.004	Laboratorio de suelos - Pasante	6 meses
9	Tesalia S.A., 1997	Laboratorio de control de calidad –	3 meses
10	MIDUVI, 2004	Subsecretaria de agua potable y saneamiento básico. Prácticas	1 año
11	CODECOPE, 2005	Director de Proyectos y capacitación	1 año
12	Junta parroquial Tanicuchí, 2000 - 2004	Asesor Técnico	4 años
13	Municipio de Saquisilí, 2003	Desarrollo de Tesis – Asistente Técnico	1 año
14	Profesional independiente, 2004	Técnico asesor ambiental público y privado en temas: evaluación de impactos ambientales, auditor ambiental, seguridad industrial y personal, planificación y manejo de residuos sólidos	9 años

CURRICULUM VITAE

1. Datos Personales:

Nombre: Nathaly Karolina
Apellidos: Amaguaña Guanochanga
Cedula de ciudadanía: 172152641-4
Fecha Nacimiento: 28/08/1996
Estado Civil: Soltera
Teléfono: 02-458-5047
Móvil: 0969073217
Ciudad: Machachi
Dirección: El Obelisco – La Calera – Av. Las Acacias
E-mail: nathaly.amaguana6414@utc.edu.ec



2. Formación Académica:

PRIMARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Escuela Particular Academia Aeronáutica “Elia Liut”
SECUNDARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Colegio Experimental “Simón Bolívar”
NIVEL SUPERIOR	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Técnica de Cotopaxi

3. Títulos Obtenidos:

- Título de Bachiller en Ciencias Generales
- Certificación de nivel B1 del Idioma Inglés.

4. Seminarios – cursos Realizados:

- I Seminario Internacional en Fiscalización, Seguimiento y Control Ambiental
- Taller de “Manejo de Instrumentación Ambiental”
- Asistente “Primera Jornada de Difusión Ambiental
- Diseño de Plantas de Tratamiento
- Diseño, Construcción y Gestión de Rellenos Sanitarios

5. Experiencia Laboral:

- Ninguna

6. Referencias personales:

- Amaguaña Ramiro: 0995283499

Anexo No. 2. Aval del Traductor



CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente 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 la señorita egresada de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: AMAGUAÑA GUANOCHANGA NATHALY KAROLINA**, cuyo título versa **"RESTAURACIÓN FORESTAL DE SUELOS SECOS EN EL SECTOR DE ALPAMALAG DEL CANTÓN PUJILÍ EN EL PERÍODO 2019 – 2020 "**, lo realizó 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 la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020.

Atentamente,

Lic. Marcelo Pacheco Mg.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050261735-0



CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 3. Tablas de atributos de los datos geoespaciales

Tabla de datos mapa de taxonomía de suelos

FI D	Shape*	tsu_simb	tsu_etiq	tsu_desc	sab_desc	cge	cag_desc	cla_desc	ORDEN_SUEL	SUBORDEN_S	WRB_2015	Shape_Length	Shape_Area (ha)
0	Polygon ZM	FA	FRANCO ARENOSO	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA N MAYOR APTITUD AGRICOLA.	>50 %: SUELOS NEUTROS O LIGERAMENTE ALCALINOS CON DOMINANCI A DEL CALCIO Y SODIO EN EL COMPLEJO DE CAMBIO. A ESTOS SUELOS SE LES DENOMINA SATURADOS	Suelos poco desarrollados, francos arenosos en superficie, con drenaje excesivo, profundos, muy pocas piedras en superficie, pH prácticamente neutro, fertilidad natural baja	MODERADAS LIMITACIONES	Suelos de pendientes hasta grado fuerte, menores a 70%, son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad superficial y frecuentes afloramientos rocosos	Inceptisoles	Ustepts	Umbrisoles	1,745,794,993	4.31
1	Polygon ZM	NA	NO APLICABLE	INDICA QUE EL ATRIBUTO NO ES APLICABLE AL OBJETO.	INDICA QUE EL ATRIBUTO NO ES APLICABLE AL OBJETO	Tierras que no están caracterizadas como unidades de suelos o unidades taxonómicas	TIERRAS QUE NO ESTAN CARACTERIZADAS COMO UNIDADES DE SUELOS O UNIDADES TAXONOMICAS	Tierras que no están caracterizadas como unidades de suelos o unidades taxonómicas	No aplicable	No aplicable	No aplicable	1,900,852,055	5.75
2	Polygon ZM	F	FRANCO	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE	>50 %: SUELOS NEUTROS O LIGERAMENTE ALCALINOS CON DOMINANCI	Suelos poco desarrollados, francos en superficie y franco limosos a profundidad, con	LIGERAS LIMITACIONES	Suelos en pendientes hasta suaves, menores al 12%, son de profundos a moderadam	Inceptisoles	Ustepts	Cambisoles	1,193,269,835	6.91

				SUELOS, MUESTRA N MAYOR APTITUD AGRICOLA.	A DEL CALCIO Y SODIO EN EL COMPLEJO DE CAMBIO. A ESTOS SUELOS SE LES DENOMINA SATURADOS	drenaje bueno, profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad natural baja		ente profundos, tienen poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores de maquinaria						
3	Polygon ZM	FL	FRANCO LIMOSO	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA N MAYOR APTITUD AGRICOLA.	>50 %: SUELOS NEUTROS O LIGERAMENTE ALCALINOS CON DOMINANCI A DEL CALCIO Y SODIO EN EL COMPLEJO DE CAMBIO. A ESTOS SUELOS SE LES DENOMINA SATURADOS	Suelos poco desarrollados, francos limosos en superficie y franco limosos a profundidad , con drenaje bueno, profundos, pH ligeramente alcalino, fertilidad natural baja	LIGERAS LIMITACIONES	Suelos en pendientes hasta suaves, menores al 12%, son de profundos a moderadamente profundos, tienen poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores	Inceptisols	Ustepts	Cambisols	20,768,869,284	5.86	
4	Polygon ZM	A	ARENA	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, TIENE UN BUEN DRENAJE Y	35 - 50 %: SUELOS MEDIANAMENTE O LIGERAMENTE ACIDOS, CON UNA DISPONIBILIDAD ACEPTABLE DE CALCIO, MAGNESIO	Suelos escasamente desarrollados, arenosos en superficie y arenosos a profundidad , con drenaje excesivo,	MODERADAS LIMITACIONES	Suelos de pendientes hasta grado fuerte, menores a 70%, son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad	Entisoles	Psamments	Arenosols	1,252,095,963	0.11	

				SE CULTIVAN CON FACILIDAD, PERO TAMBIEN SE SECAN FACILMENTE Y LOS NUTRIENTES SE PIERDEN POR LAVADO.	Y POTASIO PARA LAS PLANTAS	profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad natural baja		d superficial y frecuentes afloramientos rocosos					
5	Polygon ZM	A	ARENA	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, TIENE UN BUEN DRENAJE Y SE CULTIVAN CON FACILIDAD, PERO TAMBIEN SE SECAN FACILMENTE Y LOS NUTRIENTES SE PIERDEN POR LAVADO.	35 - 50 %: SUELOS MEDIANAMENTE O LIGERAMENTE ACIDOS, CON UNA DISPONIBILIDAD ACEPTABLE DE CALCIO, MAGNESIO Y POTASIO PARA LAS PLANTAS	Suelos escasamente desarrollados, arenosos en superficie y arenosos a profundidad, con drenaje excesivo, profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad natural baja	MODERADAS LIMITACIONES	Suelos de pendientes hasta grado fuerte, menores a 70%, son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad superficial y frecuentes afloramientos rocosos	Entisols	Psamments	Arenosols	5,148,833,728	7.65

6	Polygon ZM	FA	FRANCO ARENOSO	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA N MAYOR APTITUD AGRICOLA.	>50 %: SUELOS NEUTROS O LIGERAMENTE ALCALINOS CON DOMINANCIA DEL CALCIO Y SODIO EN EL COMPLEJO DE CAMBIO. A ESTOS SUELOS SE LES DENOMINA SATURADOS	Suelos poco desarrollados, franco arenosos en superficie y franco arenosos a profundidad, con drenaje bueno, moderadamente profundos, toxicidad ligera por carbonatos, pocas piedras en superficie, pH medianamente alcalino, fertilidad natural baja	TIERRAS APTAS PARA APROVECHAMIENTO FORESTAL (LIMITACIONES MUY FUERTES)	Son suelos que pueden encontrarse en pendientes de medias a fuertes, menores al 40%, de poco profundos a profundos, y que pueden tener pocos afloramientos rocosos y frecuente pedregosidad superficial	Inceptisols	Ustepts	Calcisols	3,654,050,866	13.03
7	Polygon ZM	FA	FRANCO ARENOSO	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA N MAYOR APTITUD AGRICOLA.	>50 %: SUELOS NEUTROS O LIGERAMENTE ALCALINOS CON DOMINANCIA DEL CALCIO Y SODIO EN EL COMPLEJO DE CAMBIO. A ESTOS SUELOS SE	Suelos poco desarrollados, franco arenosos en superficie y franco arenosos a profundidad, con drenaje bueno, moderadamente profundos, toxicidad	TIERRAS APTAS PARA APROVECHAMIENTO FORESTAL (LIMITACIONES MUY FUERTES)	Son suelos que pueden encontrarse en pendientes de medias a fuertes, menores al 40%, de poco profundos a profundos, y que pueden tener pocos afloramientos	Inceptisols	Ustepts	Calcisols	8,821,402,277	21.73

					LES DENOMINADOS SATURADOS	ligera por carbonatos, pocas piedras en superficie, pH medianamente alcalino, fertilidad natural baja		os rocosos y frecuente pedregosidad superficial					
8	Polygon ZM	A	ARENA	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, TIENE UN BUEN DRENAJE Y SE CULTIVAN CON FACILIDAD, PERO TAMBIEN SE SECAN FACILMENTE Y LOS NUTRIENTES SE PIERDEN POR LAVADO.	35 - 50 %: SUELOS MEDIANAMENTE O LIGERAMENTE ACIDOS, CON UNA DISPONIBILIDAD ACEPTABLE DE CALCIO, MAGNESIO Y POTASIO PARA LAS PLANTAS	Suelos escasamente desarrollados, arenosos en superficie y arenosos a profundidad, con drenaje excesivo, profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad natural baja	MODERADAS LIMITACIONES	Suelos de pendientes hasta grado fuerte, menores a 70%, son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad superficial y frecuentes afloramientos rocosos	Entisols	Psamments	Arenosols	1,972,459,447	6.17

9	Polygon ZM	A	ARENA	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, TIENE UN BUEN DRENAJE Y SE CULTIVAN CON FACILIDAD, PERO TAMBIEN SE SECAN FACILMENTE Y LOS NUTRIENTES SE PIERDEN POR LAVADO.	>50 %: SUELOS NEUTROS O LIGERAMENTE ALCALINOS CON DOMINANCIA DEL CALCIO Y SODIO EN EL COMPLEJO DE CAMBIO. A ESTOS SUELOS SE LES DENOMINA SATURADOS	Suelos escasamente desarrollados, arenosos en superficie y arenofrancos a profundidad, con drenaje excesivo, profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad natural baja	MODERADAS LIMITACIONES	Suelos de pendientes hasta grado fuerte, menores a 70%, son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad superficial y frecuentes afloramientos rocosos	Entisols	Psamments	Arenosols	20,807,359,762	452.54
10	Polygon ZM	FA	FRANCO ARENOSO	CLASE DETERMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA MAYOR APTITUD AGRICOLA.	>50 %: SUELOS NEUTROS O LIGERAMENTE ALCALINOS CON DOMINANCIA DEL CALCIO Y SODIO EN EL COMPLEJO DE CAMBIO. A ESTOS	Suelos poco desarrollados, franco arenosos en superficie y franco arenosos a profundidad, con drenaje bueno, moderadamente profundos,	MODERADAS LIMITACIONES	Son suelos que pueden encontrarse en pendientes de medias a fuertes, menores al 40%, de poco profundos a profundos, y que pueden tener pocos	Inceptisols	Ustepts	Calcisols	12,829,987,923	2.75

					SUELOS SE LES DENOMINA SATURADOS	toxicidad ligera por carbonatos, pocas pedras en superficie, pH medianame nte alcalino, fertilidad natural baja		afloramient os rocosos y frecuente pedregosida d superficial						
1 1	Polygon ZM	FA	FRAN CO ARENO SO	CLASE DETERMIN ADA SEGUN EL TRIANGUL O DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA N MAYOR APTITUD AGRICOLA.	>50 %: SUELOS NEUTROS O LIGERAMEN TE ALCALINOS CON DOMINANCI A DEL CALCIO Y SODIO EN EL COMPLEJO DE CAMBIO. A ESTOS SUELOS SE LES DENOMINA SATURADOS	Suelos poco desarrollado s, franco arenosos en superficie y franco arenosos a profundidad , con drenaje bueno, moderadam ente profundos, toxicidad ligera por carbonatos, pocas pedras en superficie, pH medianame nte alcalino, fertilidad natural baja	MODERADAS LIMITACIONES	Son suelos que pueden encontrarse en pendientes de medias a fuertes, menores al 40%, de poco profundos a profundos, y que pueden tener pocos afloramient os rocosos y frecuente pedregosida d superficial	Inceptisols	Ustepts	Calcisols	5,180,763, 199	3.77	

Tabla de datos Clima del Ecuador

FID	Shape *	codigo	descripcio	area_ha
0	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	10,291,814,911
1	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	183,568,201
2	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	415,087,447
3	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	1,053,557,131
4	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	161,659,371
5	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	1,981,810,119
6	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	289,551,021
7	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	2,540,187,349
8	Polygon	Af	MEGATERMICO LLUVIOSO	344,304,067,445
9	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	109,213,227
10	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	384,296,864
11	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	480,368,688
12	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	2,349,734,596
13	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	1,975,849,571
14	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	494,650,447
15	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	772,230,182
16	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	756,247,102
17	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	4,061,224,419
18	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	380,767,609
19	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	3,461,308,738
20	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	51,041,019
21	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	99,482,597
22	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	79,022,809
23	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	217,446,016
24	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	131,858,001
25	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	48,437,119,572

26	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	431,603,622
27	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	1,023,501,909
28	Polygon	Cb	ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	5,181,997,956
29	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	3,814,472
30	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	5,291,908,468
31	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	194,992,915,484
32	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	441,245,362
33	Polygon	Af	MEGATERMICO LLUVIOSO	794,545,699,563
34	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	7,110,431,427
35	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	122,534,926
36	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	49,888,823
37	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	11,340,807,971
38	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	86,074,551
39	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	525,135,885
40	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	364,525,467
41	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	443,756,937
42	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	14,482,934,937
43	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	262,560,228
44	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	159,388,643
45	Polygon	Cb	ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	27,814,129,287
46	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	989,928,743,968
47	Polygon	N	NIVAL	5,890,580,478
48	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	50,428,280,477
49	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	97,656,738
50	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	5,514,533,859
51	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	53,666,744
52	Polygon	N	NIVAL	1,495,155,594
53	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	263,688,734,717

54	Polygon	Cb	ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	67,035,136,443
55	Polygon	N	NIVAL	1,838,136,941
56	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	2,176,479,537
57	Polygon	N	NIVAL	19,677,481,884
58	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	57,596
59	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	352,790,495
60	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	1,852,415
61	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	0,998614
62	Polygon	Ch	ECUATORIAL MESOTERMICO SEMI-HUMEDO	56,348,540,493
63	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	845,372
64	Polygon	Cb	ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	29,650,835,447
65	Polygon	N	NIVAL	10,264,156,015
66	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	1,332,076,994
67	Polygon	N	NIVAL	7,260,123,256
68	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	149,376,319,515
69	Polygon	Cb	ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	48,237,099,528
70	Polygon	N	NIVAL	3,124,065,578
71	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	2,318,054,113
72	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	2,185,123,528
73	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	59,578,809
74	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	170,712,256
75	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	311,008,894
76	Polygon	N	NIVAL	3,856,090,497
77	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	3,526,704,881
78	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	5,203,376
79	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,440,924,241
80	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	633,176,197,305
81	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	19,144,138,078

82	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	60,021,388
83	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,583,799,431
84	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,179,414,491
85	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	127,011,112
86	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	386,921
87	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,710,761,766
88	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,395,616
89	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	11,780,428
90	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	203,187,284
91	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	493,036,775
92	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	358,491,444
93	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	508,769,541
94	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	95,384,187
95	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	61,911,609
96	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,219,473,416
97	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	142,443,147
98	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	201,209,313
99	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	2,972,835
100	Polygon	N	NIVAL	1,464,106,809
101	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,957,900,206
102	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	3,946,814,641
103	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,333,608,712
104	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	578,141,565
105	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	124,680,559
106	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	241,203,994
107	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	10,002,119,722
108	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	9,142,609,225
109	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	49,582,757,491

110	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,746,424,875
111	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	140,373,219
112	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	235,373,606
113	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	8,250,304,262
114	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	2,510,259,431
115	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	337,389,716
116	Polygon	N	NIVAL	4,386,357,544
117	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	80,326,859
118	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	735,866,544
119	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	1,425,230,413
120	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	2,368,842,278
121	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	91,445,884
122	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	6,080,856
123	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	176,653,891
124	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	158,140,872
125	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	9,365,591,497
126	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	141,630,959
127	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	21,065,920,556
128	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	16,968,816
129	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	65,796,387,109
130	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	119,207,969
131	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	66,249,126
132	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	51,707,982,074
133	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	2,278,857
134	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	28,323,169
135	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	1,209,369,213
136	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	75,414,412
137	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	12,664,671,559

138	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	730,763,678
139	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	799,745,338
140	Polygon	N	NIVAL	12,211,144,981
141	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	16,685,829,553
142	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	29,981,706,509
143	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	1,828,912,178
144	Polygon	Cb	ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	93,798,383,862
145	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	2,588,915,207
146	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	59,768,838
147	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	76,522,696
148	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	6,594,399,625
149	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	2,999,267,893
150	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	3,772,950,116
151	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	68,606,369
152	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	1,519,199,775
153	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	2,173,100,178
154	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	4,887,990,624
155	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	72,347,334
156	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	4,520,219
157	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	5,497,915
158	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	15,559,869
159	Polygon	Ab	TROPICAL MEGATERMICO SECO	432,364,132
160	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	209,880,444
161	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	187,951,097
162	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	2,356,697
163	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	6,240,913
164	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	19,660,970,309
165	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	57,794,422

166	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	98,839,116
167	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	9,059,138
168	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	62,350,753
169	Polygon	Ar	TROPICAL MEGATERMICO SEMI ARIDO	34,402,569
170	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	15,472,014,897
171	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	19,172,554,556
172	Polygon	Cb	ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	37,856,728,106
173	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	47,818,250,153
174	Polygon	Cb	ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	6,865,672,794
175	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	73,219,699,356
176	Polygon	Aw	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	9,004,593,085
177	Polygon	N	NIVAL	5,867,041,628
178	Polygon	Ch	ECUATORIAL MESOTERMICO SEMI-HUMEDO	387,357,233,574
179	Polygon	N	NIVAL	31,526,730,958
180	Polygon	N	NIVAL	35,576,059,877
181	Polygon	Pf	ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	20,551,314,867
182	Polygon	Ah	TROPICAL MEGATERMICO SEMI HUMEDO	331,446,997,607

Tabla de datos clima Alpamalag de Acurios

FID	Shape *	FID_tipos	codigo	descripcion	area_ha	FID_Alpa	OID	Name	Area
0	Polygon ZM	54	Cb	ECUATORIAL MESOTERMICO SECO	67,035,136,44 3	0	0	Alpamalag de Acurios	530,575,33 4

Tabla de datos textura de suelos Alpamagalag de Acurios

FI D	Shape *	Nombre	dominiofis	contetomo	genes	geoforma	formacion	litologia	pendiente	tsu_simb	tsu_etiq	tsu_desc	dna_desc	pef_desc	ped_desc	tox_desc	phs_desc	mos_desc	cge	cla_desc	ORDEN_SUEL	SUBORDEN_S	WRB_2015	Shape_Le_1	Shape_Ar_1
0	Poligon ZM	Alpamagalag de Acurios	VERTIENTES Y RELIEVES DE CUENCAS INTERANDINAS	VERTIENTES Y RELIEVES INFERIORES DE LAS CUENCAS INTERANDINAS, CON COBERTURA PIROCLÁSTICA (SIERRA NORTE)	LADE RAS	Coluvión antiguo	Depósitos de ladera (coluvial)	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	ME DIA (> 12 - 25 %)	FA	FRANCO ARENOSO	CLASE DETRMINADA SEGUN EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA MAYOR APTITUD AGRICOLA.	ELIMINACION RAPIDA DEL AGUA EN RELACION AL APORTE POR LA LLUVIA . SUELOS GENERALES EN EL TRIANGULO DE TEXTURAS GRUESAS. NORMALES EN EL TRIANGULO DE TEXTURAS FINAS. HORIZONTE PERMANENTE SATURADO DURANTE VARIOS DIAS DESPUES DE UN APORTE DE AGUA.	LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO SE MIDE EN CENTIMETROS DE MANERA PERPENDICULAR A LA SUPERFICIE TERRESTRE, SIENDO PARA ESTA CLASE >100 CM DE PROFUNDIDAD.	< 10 % DE FRAGMENTOS GRUESOS, NO INTERFIERE CON EL LABOREO.	0 meq Ca/100 ml pH MAYORES A 5,50 AUSENCIA DE ACIDEZ DE ALUMINIO E HIDROGENO INTERCAMBIABLE APLICABLE PARA LA SIERRA	>6.5 - 7.5 (EXCEPTO 7) BUENADISPONIBILIDAD DE Ca Y Mg; MODERADA DISPONIBILIDAD DE P; BAJA DISPONIBILIDAD DE LOS MICROELEMENTOS CON EXCEPCIÓN DEL Mo	<3.0 % DE CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN SUELOS DE LA SIERRA	Suelos poco desarrollados, franco arenosos en superficie, con drenaje excesivo, profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad natural baja	Suelos de pendientes hasta grado fuerte, menores a 70%, son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad superficial y frecuentes afloramientos rocosos	Inceptisols	Ustepts	Umbrilsols	1,745,794,993	78,656,542,881

1	Pol ygon ZM	Alp ama lag de Acu rios	MEDI O ALUVI AL DE SIERR A	MEDI O ALUVI AL DE SIERR A	FLUV IAL	Barr anc o	For mac ión Lata cun ga	Aglom erado tobác eo, con pumit a, mater ial pirocl ástico divers o y arena	FUE RTE (> 40 - 70 %)	NA	NO APLI CAB LE	INDIC A QUE EL ATRIB UTO NO ES APLIC ABLE AL OBJET O.	INDICA QUE EL ATRIB UTO NO ES APLICA BLE AL OBJET O.	INDIC A QUE EL ATRIB UTO NO ES APLIC ABLE AL OBJET O.	INDIC A QUE EL ATRIB UTO NO ES APLIC ABLE AL OBJET O.	INDICA QUE EL ATRIB UTO NO ES APLICA BLE AL OBJETO	INDICA QUE EL ATRIBU TO NO ES APLICA BLE AL OBJETO	INDI CA QUE EL ATRIB UT O NO ES APLI CABL E AL OBJE TO	Tierras que no están caract erizad as como unidad es de suelos o unidad es taxonó micas	Tierras miscel áneas	No aplic able	No aplic able	No aplic able	1,900, 852,0 55	94,818 ,036,2 81
---	-------------------	--	---	---	-------------	------------------	--	--	--------------------------------------	----	-------------------------	--	--	---	---	---	---	---	---	----------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	-----------------------	------------------------

2	Pol y g on ZM	Alp ama lag de Acuros	VERTI ENTES Y RELIE VES INFERI ORES DE LAS CUEN CAS INTER ANDI NAS, CON COBE RTURA PIROC LÁSTI CA (SIERR A NORT E)	FLUV IAL	Superficie de con o de dey ección	Dep ósit os aluv iales (con o de dey ección)	Limos , arcilla s, arena s, grava s y bloqu es en proporcione s variab les	SUA VE (> 5 - 12 %)	F	FRA NCO	ELIMIN ACION FACIL DEL AGUA DE PRECIP ITACION, AUNQ UE NO RAPID AMENTE. SUELO S DE TEXTU RA MEDIA A FINA. ALGUN OS HORIZ ONTES PUEDE N PERM ANECE R SATUR ADOS DURA NTE UNOS DIAS. EL NIVEL FREATI CO SE ENCUE NTRA A PROFU NDIDA DES MAYO RES DE 120 CM.	LA PROFU NDIDA D EFECTI VA DEL SUELO SE MIDE EN CENTI METR OS DE MANE RA PERPE NDICU LAR A LA SUPER FICIE TERRE STRE, SIEND O PARA ESTA CLASE >100 CM DE PROFU NDIDA D.	NO POSEE FRAG MENT OS GRUE SOS.	0 meq Ca/100 ml pH MAYO RES A 5,50 AUSEN CIA DE ACIDEZ DE ALUMI NIO E HIDRO GENO INTERC AMBIA BLE APLICA BLE TANTO PARA LA COSTA COMO PARA LA SIERRA	>6.5 - 7.5 (EXCEP TO 7) BUENA DISPON IBILIDA D DE Ca Y Mg; MODER ADA DISPON IBILIDA D DE P; BAJA DISPON IBILIDA D DE LOS MICRO ELEME NTOS CON EXCEPC IÓN DEL Mo	<3.0 % DE CON TENI DO DE MATERIA ORG ÁNIC A EN SUELO S DE LA SIERRA	Suelos poco desarr ollado s, franco s en superfi cie y franco limoso s a profun didad, con drenaje bueno , profun dos, pH práctic ament e neutro , fertilid ad natura l baja	Suelos en pendie ntes hasta suave s , menor es al 12%, son de profun dos a moder adame nte profun dos, tienen poca pedre gosida d que no limita o imposi bilita las labore s de maqui naria	Incep tisols	Uste pts	Cam bisols	1,193, 269,8 35	69,111 ,507,6 96
---	---------------	-----------------------	--	----------	-----------------------------------	--	--	---------------------	---	---------	---	---	---------------------------------	--	---	---	--	---	--------------	----------	------------	-----------------	------------------

3	Pol yon ZM	Alp ama lag de Acuros	MEDIO ALUVIAL DE SIERRA	MEDIO ALUVIAL DE SIERRA	FLUVIAL	Vall e fluvi al, llan ura de inundaci ón	Dep ósit os aluv iales	Arena s, limos, arcilla s y congl omer ados	MU Y SUA VE (> 2 - 5 %)	FL	FRA NCO LIMOSO	CLASE DETE RMIN ADA SEGU N EL TRIAN GULO DE TEXT URAS DE SUELOS, MUES TRAN MAY OR APTIT UD AGRIC OLA.	ELIMIN ACION FACIL DEL AGUA DE PRECIP ITACION, AUNQ UE NO RAPID AMENTE. SUELOS DE TEXTU RA MEDIA A FINA. ALGUN OS HORIZ ONTES PUEDE N PERM ANECE R SATUR ADOS DURA NTE UNOS DIAS. EL NIVEL FREATI CO SE ENCUE NTRA A PROFU NDIDA DES MAYO RES DE 120 CM.	LA PROFU NDIDA D EFECTI VA DEL SUELO SE MIDE EN CENTI METR OS DE MANE RA PERPE NDICU LAR A LA SUPER FICIE TERRE STRE, SIEND O PARA ESTA CLASE >100 CM DE PROFU NDIDA D.	NO POSEE FRAG MENT OS GRUE SOS.	0 meq Ca/100 ml pH MAYO RES A 5,50 AUSEN CIA DE ACIDEZ DE ALUMI NIO E HIDRO GENO INTERC AMBIA BLE APLICA BLE TANTO PARA LA COSTA COMO PARA LA SIERRA	>7.5 - 8.0 POSIBL E EXCESO DE Ca, Mg Y CARBO NATOS; BAJA SOLUBI LIDAD DEL P Y MICRO ELEMEN TOS CON EXCEPC IÓN DEL Mo; POSIBL E NECESI DAD DE TRATAR EL SUELO CON ENMIE NDAS COMO POR EJEMPL O EL YESO. SE INHIBE EL DESARR OLLO DE VARIOS CULTIV OS	<3.0 % DE CON TENI DO DE MATERIA ORG ÁNIC A EN SUELOS DE LA SIERRA	Suelos poco desarr ollado s, franco limoso s en superfi cie y franco limoso s a profun didad, con drenaj e bueno , profun dos, pH ligera mente alcalin o, fertilid ad natura l baja	Suelos en pendie ntes hasta suaves , menor es al 12%, son de profun dos a moder adame nte profun dos, tienen poca pedre gosida d que no limita o imposi bilita las labore s de maqui naria	Incep tisols	Uste pts	Cam biso ls	20,76 8,869, 284	267,93 5,067, 784
---	------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------	---------	--	------------------------	---	-------------------------	----	----------------	---	--	---	---------------------------------	--	---	--	---	--	--------------	----------	-------------	------------------	-------------------

4	Pol ygon ZM	Alp ama lag de Acu rios	MEDI O ALUVI AL DE SIERRA	MEDI O ALUVI AL DE SIERRA	POLI GÉNICAS	Colu vio- aluv ial anti guo	Dep ósit os colu vio aluv iales	Limos , arcilla s, arena s, grava s y bloqu es	SUA VE (> 5 - 12 %)	A	ARE NA	CLASE DETE RMIN ADA SEGU N EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, TIENE UN BUEN DRENA JE Y SE CULTI VAN CON FACILI DAD, PERO TAMBIEN SE SECA N FACIL MENTE Y LOS NUTRI ENTES SE PIERDEN POR LAVADO.	ELIMIN ACION RAPIDA DEL AGUA EN RELACION AL APORTE POR LA LLUVIA . SUELOS GENER ALME NTE DE TEXTURAS GRUESAS. NORM ALME NTE NINGUN HORIZ ONTE PERM ANECE SATUR ADO DURANTE VARIOS DIAS DESPUES DE UN APORTE DE AGUA.	LA PROFUN DIDAD EFFECTI VA DEL SUELO SE MIDE EN CENTI METROS DE MANERA PERPENDI CULAR A LA SUPERFICIE TERRESTRE, SIENDO PARA ESTA CLASE >100 CM DE PROFUN DIDAD.	NO POSEE FRAGMENTOS GRUESOS.	0 meq Ca/100 ml pH MAYORES A 5,50 AUSENCIA DE ACIDEZ DE ALUMINIO E HIDROGENO INTERCAMBIA BLE APLICABLE TANTO PARA LA COSTA COMO PARA LA SIERRA	>6.5 - 7.5 (EXCEPTO 7) BUENA DISPONIBILIDAD DE Ca Y Mg; MODERADA DISPONIBILIDAD DE P; BAJA DISPONIBILIDAD DE LOS MICROELEMENTOS CON EXCEPCIÓN DEL Mo	<3.0 % DE CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DE LA SIERRA	Suelos escasamente desarrollados, arenosos en superficie y arenosos a profundidad, con drenaje excesivo, profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad natural baja	Suelos de pendientes hasta grado fuerte, menores a 70%, son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad superficial y frecuentes afloramientos rocosos	Entisols	Psamments	Arenosols	1,252, 095,9 63	25,225 ,899,3 96
---	-------------------	--	---------------------------------------	---------------------------------------	-----------------	--	--	---	---------------------------------	---	-----------	--	---	--	---------------------------------------	---	--	--	---	---	----------	-----------	-----------	-----------------------	------------------------

5	Pol y g o n Z M	Alp a m a l a g d e A c u r i o s	MEDI O ALUVI AL DE SIERR A	MEDI O ALUVI AL DE SIERR A	POLI GÉNI CAS	Colu vio- aluv ial anti guo	Dep ósit os colu vio aluv iales	Limos , arcilla s, arena s, grava s y bloqu es	MU Y SUA VE (> 2 - 5 %)	A	ARE NA	CLASE DETE RMIN ADA SEGU N EL TRIAN GULO DE TEXT URAS DE SUEL OS, TIENE UN BUEN DREN AJE Y SE CULTI VAN CON FACILI DAD, PERO TAMB IEN SE SECA N FACIL MENT E Y LOS NUTR IENTE S SE PIERD EN POR LAVA DO.	ELIMIN ACION RAPID A DEL AGUA EN RELACI ON AL APORT E POR LA LLUVIA . SUELO S GENER ALME NTE DE TEXTU RAS GRUES AS. NORM ALME NTE NINGU N HORIZ ONTE PERM ANECE SATUR ADO DURA NTE VARIO S DIAS DESPU ES DE UN APORT E DE AGUA.	LA PROFU NDIDA D EFECTI VA DEL SUELO SE MIDE EN CENTI METR OS DE MANE RA PERPE NDICU LAR A LA SUPER FICIE TERRE STRE, SIEND O PARA ESTA CLASE >100 CM DE PROFU NDIDA D.	NO POSEE FRAG MENT OS GRUE SOS.	0 meq Ca/100 ml pH MAYO RES A 5,50 AUSEN CIA DE ACIDEZ DE ALUMI NIO E HIDRO GENO INTERC AMBIA BLE APLICA BLE TANTO PARA LA COSTA COMO PARA LA SIERRA	>6.5 - 7.5 (EXCEP TO 7) BUENA DISPON IBILIDA D DE Ca Y Mg; MODER ADA DISPON IBILIDA D DE P; BAJA DISPON IBILIDA D DE LOS MICRO ELEMEN TOS CON EXCEPC IÓN DEL Mo	<3.0 % DE CON TENI DO DE MATERIA ORGÁNIC A EN SUELOS DE LA SIERRA	Suelos escasa mente desarr ollado s, arenos os en superfi cie y arenos os a profun didad, con drenaje excesi vo, profun dos, pH práctic amente neutro , fertilid ad natura l baja	Suelos de pendie ntes hasta grado fuerte, menor es a 70%, son de superfi ciales a profun dos, y puede n tener abund ante pedre gosida d superfi cial y frecue ntes aflora mient os rocoso s	Entis ols	Psam ment s	Are nos ols	5,148, 833,7 28	211,65 3,146, 252
---	-----------------------------------	--	---	---	---------------------	--	---	---	---	---	-----------	---	---	--	---	--	--	---	---	---	--------------	-------------------	-------------------	-----------------------	-------------------------

6	Pol yon ZM	Alpama lag de Acuros	VERTIENTES Y RELIEVES INFERIORES DE LAS CUENCAS INTERANDINAS, CON COBERTURA PIROCLÁSTICA (SIERRA NORTE)	VOLCÁNICO	Vertiente de llanura de depósitos volcánicos	Formación Latacunga	Aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena	ME DIA A FUERTE (> 25 - 40 %)	FA	FRA NC O ARE NOS O	CLASE DETE RMIN ADA SEGU N EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA MAYOR APTITUD AGRICOLA.	ELIMINACION FACIL DEL AGUA DE PRECIPITACION, AUNQUE NO RAPIDAMENTE. SUELOS DE TEXTURA MEDIA A FINA. ALGUNOS HORIZONTES PUEDEN PERMANECER SATURADOS DURANTE UNOS DIAS. EL NIVEL FREÁTICO SE ENCuentra A PROFUNDIDADES MAYORES DE 120 CM.	LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO SE MIDE EN CENTÍMETROS DE MANERA PERPENDICULAR A LA SUPERFICIE TERRESTRE, SIENDO PARA ESTA CLASE DE 51 A 100 CM DE PROFUNDIDAD.	10 A 25 % DE FRAGMENTOS GRUESOS, EXISTE INTERFERENCIA CON EL LABORIO, ES POSIBLE EL CULTIVO DE PLANTAS DE ESCARDA (MAIZ / PLANTAS CON RAICES UTILES Y TUBERCULOS).	0 - 10 % REACCIÓN LIGERA AL HCl, PRESENCIA DE PEQUEÑAS BURBUJAS. CONTENIDO DE CARBONATOS MUY BAJO Y BAJO	>8.0 - 8.5 POSIBLE EXCESO DE SODIO INTERCAMBIABLE; SE INHIBE EL CRECIMIENTO DE LA MAYORÍA DE LOS CULTIVOS; SE TIENE LA NECESIDAD DE TRATAR EL SUELO CON ENMIENDAS	<3.0 % DE CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DE LA SIERRA	Suelos poco desarrollados, franco arenosos en superficie y franco arenosos a profundidad, con drenaje bueno, moderadamente profundos, toxicidad ligera por carbonatos, pH medianamente alcalino, fertilidad natural baja	Son suelos que pueden encontrarse en pendientes de medias a fuertes, menores al 40%, de poco profundos a profundos, y que pueden tener pocos afloramientos y frecuente pedregosidad superficial	Inceptisols	Ustepts	Calcisols	3,654,050,866	173,157,439,823
---	------------	----------------------	---	-----------	--	---------------------	---	-------------------------------	----	--------------------	--	---	---	--	--	---	--	--	---	-------------	---------	-----------	---------------	-----------------

7	Pol yon ZM	Alpama lag de Acuros	VERTIENTES Y RELIEVES INFERIORES DE LAS CUENCAS INTERANDINAS, CON COBERTURA PIROCLÁSTICA (SIERRA NORTE)	VOLCÁNICO	Vertiente de llanura de depósitos volcánicos	Formación Latacunga	Aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena	ME DIA A FUERTE (> 25 - 40 %)	FA	FRA NC O ARE NOS O	CLASE DETE RMIN ADA SEGU N EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA MAYOR APTITUD AGRICOLA.	ELIMINACION FACIL DEL AGUA DE PRECIPITACION, AUNQUE NO RAPIDAMENTE. SUELOS DE TEXTURA MEDIA A FINA. ALGUNOS HORIZONTES PUEDEN PERMANECER SATURADOS DURANTE UNOS DIAS. EL NIVEL FREÁTICO SE ENCuentra A PROFUNDIDADES MAYORES DE 120 CM.	LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO SE MIDE EN CENTÍMETROS DE MANERA PERPENDICULAR A LA SUPERFICIE TERRESTRE, SIENDO PARA ESTA CLASE DE 51 A 100 CM DE PROFUNDIDAD.	10 A 25 % DE FRAGMENTOS GRUESOS, EXISTE INTERFERENCIA CON EL LABORIO, ES POSIBLE EL CULTIVO DE PLANTAS DE ESCARDA (MAIZ / PLANTAS CON RAICES UTILES Y TUBERCULOS).	0 - 10 % REACCIÓN LIGERA AL HCl, PRESENCIA DE PEQUEÑAS BURBUJAS. CONTENIDO DE CARBONATOS MUY BAJO Y BAJO	>8.0 - 8.5 POSIBLE EXCESO DE SODIO INTERCAMBIABLE; SE INHIBE EL CRECIMIENTO DE LA MAYORÍA DE LOS CULTIVOS; SE TIENE LA NECESIDAD DE TRATAR EL SUELO CON ENMIENDAS	<3.0 % DE CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DE LA SIERRA	Suelos poco desarrollados, francoarenosos en superficie y francoarenosos a profundidad, con drenaje bueno, moderadamente profundos, toxicidad ligera por carbonatos, pH medianamente alcalino, fertilidad natural baja	Son suelos que pueden encontrarse en pendientes de medias a fuertes, menores al 40%, de poco profundos a profundos, y que pueden tener pocos afloramientos y frecuente pedregosidad superficial	Inceptisols	Ustepts	Calcisols	8,821,402,277	555,644,852,261
---	------------	----------------------	---	-----------	--	---------------------	---	-------------------------------	----	--------------------	--	---	---	--	--	---	--	--	---	-------------	---------	-----------	---------------	-----------------

8	Pol ygon ZM	Alp ama lag de Acu rios	MEDI O ALUVI AL DE SIERRA	MEDI O ALUVI AL DE SIERRA	POLI GÉNICAS	Colu vio- aluv ial anti guo	Dep ósit os colu vio aluv iales	Limos , arcilla s, arena s, grava s y bloqu es	SUA VE (> 5 - 12 %)	A	ARE NA	CLASE DETE RMIN ADA SEGU N EL TRIAN GULO DE TEXT URAS DE SUEL OS, TIENE UN BUEN DREN AJE Y SE CULTI VAN CON FACILI DAD, PERO TAMB IEN SE SECA N FACIL MENT E Y LOS NUTR IENTE S SE PIERD EN POR LAVA DO.	ELIMIN ACION RAPID A DEL AGUA EN RELACI ON AL APORT E POR LA LLUVIA . SUELO S GENER ALME NTE DE TEXTU RAS GRUES AS. NORM ALME NTE NINGU N HORIZ ONTE PERM ANECE SATUR ADO DURA NTE VARIO S DIAS DESPU ES DE UN APORT E DE AGUA.	LA PROFU NDIDA D EFECTI VA DEL SUELO SE MIDE EN CENTI METR OS DE MANE RA PERPE NDICU LAR A LA SUPER FICIE TERRE STRE, SIEND O PARA ESTA CLASE >100 CM DE PROFU NDIDA D.	NO POSEE FRAG MENT OS GRUE SOS.	0 meq Ca/100 ml pH MAYO RES A 5,50 AUSEN CIA DE ACIDEZ DE ALUMI NIO E HIDRO GENO INTERC AMBI ABLE APLICA BLE TANTO PARA LA COSTA COMO PARA LA SIERRA	>6.5 - 7.5 (EXCEP TO 7) BUENA DISPON IBILIDA D DE Ca Y Mg; MODER ADA DISPON IBILIDA D DE P; BAJA DISPON IBILIDA D DE LOS MICRO ELEMEN TOS CON EXCEPC IÓN DEL Mo	<3.0 % DE CON TENI DO DE MATERIA ORGÁNIC A EN SUELOS DE LA SIERRA	Suelos escasa mente desarr ollado s, arenos os en superfi cie y arenos os a profun didad, con drenaje excesi vo, profun dos, pH práctic amente neutro , fertilid ad natura l baja	Suelos de pendie ntes hasta grado fuerte, menor es a 70%, son de superfi ciales a profun dos, y puede n tener abund ante pedre gosida d superfi cial y frecue ntes aflora mient os rocoso s	Entis ols	Psam ment s	Are nos ols	1,972, 459,4 47	61,722 ,794,8 51
---	-------------------	--	---------------------------------------	---------------------------------------	-----------------	--	--	---	---------------------------------	---	-----------	---	---	--	---	--	--	--	---	---	--------------	-------------------	-------------------	-----------------------	------------------------

9	Pol yon ZM	Alpama lag de Acuarios	VERTIENTES Y RELIEVES INFERIORES DE LAS CUENCAS INTERANDINAS, CON COBERTURA PIROCLÁSTICA (SIERRA NORTE)	VOLCÁNICO	Llanura de depósitos volcánicos	Formación Latacunga	Aglomerado tabáco, con pumita, material piroclástico diverso y arena	MUY SUAVE (> 2 - 5 %)	A	ARENA	CLASE DETE RMINADA SEGU N EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, TIENE UN BUEN DREN AJE Y SE CULTIVAN CON FACILIDAD, PERO TAMBIEN SE SECA N FACILMENTE Y LOS NUTRIENTES SE PIERDEN POR LAVADO.	ELIMINACION RAPIDA DEL AGUA EN RELACION AL APORTE POR LA LLUVIA . SUELOS GENER ALMENTE DE TEXTURAS GRUESAS. NORM ALMENTE NINGUN HORIZONTE PERMANECE SATURADO DURANTE VARIOS DIAS DESPUES DE UN APORTE DE AGUA.	LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO SE MIDE EN CENTIMETROS DE MANERA PERPENDICULAR A LA SUPERFICIE TERRESTRE, SIENDO PARA ESTA CLASE >100 CM DE PROFUNDIDAD.	NO POSEE FRAGMENTOS GRUESOS.	0 meq Ca/100 ml pH MAYORES A 5,50 AUSENCIA DE ACIDEZ DE ALUMINIO E HIDROGENO INTERCAMBIABLE APLICABLE TANTO PARA LA COSTA COMO PARA LA SIERRA	>6.5 - 7.5 (EXCEPTO 7) BUENA DISPONIBILIDAD DE Ca Y Mg; MODERADA DISPONIBILIDAD DE P; BAJA DISPONIBILIDAD DE LOS MICROELEMENTOS CON EXCEPCIÓN DEL Mo	<3.0 % DE CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DE LA SIERRA	Suelos escasamente desarrollados, arenosos en superficie y arenofrancosos a profundidad, con drenaje excesivo, profundos, pH práctico neutro, fertilidad natural baja	Suelos de pendientes hasta grado fuerte, menores a 70%, son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad superficial y frecuentes afloramientos rocosos	Entisols	Psamments	Arenosols	20,807,359,762	100,897,596,934
---	------------	------------------------	---	-----------	---------------------------------	---------------------	--	-----------------------	---	-------	---	--	--	------------------------------	---	--	--	---	--	----------	-----------	-----------	----------------	-----------------

10	Pol yon ZM	Alpama lag de Acuros	VERTIENTES Y RELIEVES INFERIORES DE LAS CUENCAS INTERANDINAS, CON COBERTURA PIROCLÁSTICA (SIERRA NORTE)	VOLCÁNICO	Vertiente de llanura de depósitos volcánicos	Formación Latacunga	Aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena	ME DIA (> 12 - 25 %)	FA	FRA NC O ARE NOS O	CLASE DETE RMIN ADA SEGU N EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS, MUESTRA MAYOR APTITUD AGRICOLA.	ELIMINACION FACIL DEL AGUA DE PRECIPITACION, AUNQUE NO RAPIDAMENTE. SUELOS DE TEXTURA MEDIA A FINA. ALGUNOS HORIZONTES PUEDEN PERMANECER SATURADOS DURANTE UNOS DIAS. EL NIVEL FREÁTICO SE ENCuentra A PROFUNDIDADES MAYORES DE 120 CM.	LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO SE MIDE EN CENTÍMETROS DE MANERA PERPENDICULAR A LA SUPERFICIE TERRESTRE, SIENDO PARA ESTA CLASE DE 51 A 100 CM DE PROFUNDIDAD.	10 A 25 % DE FRAGMENTOS GRUESOS, EXISTE INTERFERENCIA CON EL LABORIO, ES POSIBLE EL CULTIVO DE PLANTAS DE ESCARDA (MAIZ / PLANTAS CON RAICES UTILES Y TUBERCULOS).	0 - 10 % REACCIÓN LIGERA AL HCl, PRESENCIA DE PEQUEÑAS BURBUJAS. CONTENIDO DE CARBONATOS MUY BAJO Y BAJO	>8.0 - 8.5 POSIBLE EXCESO DE SODIO INTERCAMBIABLE; SE INHIBE EL CRECIMIENTO DE LA MAYORÍA DE LOS CULTIVOS; SE TIENE LA NECESIDAD DE TRATAR EL SUELO CON ENMIENDAS	<3.0 % DE CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DE LA SIERRA	Suelos poco desarrollados, franco arenosos en superficie y franco arenosos a profundidad, con drenaje bueno, moderadamente profundos, toxicidad ligera por carbonatos, pH medianamente alcalino, fertilidad natural baja	Son suelos que pueden encontrarse en pendientes de medias a fuertes, menores al 40%, de poco profundos a profundos, y que pueden tener pocos afloramientos y frecuente pedregosidad superficial	Inceptisols	Ustepts	Calcisols	12,829,987,923	10,908,534,157
----	------------	----------------------	---	-----------	--	---------------------	---	----------------------	----	--------------------	--	---	---	--	--	---	--	--	---	-------------	---------	-----------	----------------	----------------

