



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“PROTECCIÓN BIOLÓGICA DEL TALUD JUNTO AL CANAL DE RIEGO
BELISARIO QUEVEDO CON DOS ESPECIES ARBÓREAS (*Acacia
melanoxylonen*), (*Alnus acuminata*), Y UNA ESPECIE ARBUSTIVA (*Murraya
paniculata*), EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN
LATACUNGA, 2022”**

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

Autores:

Patín Guaquipana Gerardo Oswaldo

Toapanta Yanez Anthony Roberth

Tutor:

Ing. Daza Guerra Oscar René Mg.

Latacunga – Ecuador

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Patín Gaquipana Gerardo Oswaldo con cédula de ciudadanía No. 0201809233; y, Toapanta Yanez Anthony Roberth, con cédula de ciudadanía No. 1724049182; declaramos ser autores el presente proyecto de investigación: “Protección Biológica del talud junto al canal de riego Belisario Quevedo con dos especies arbóreas (*Acacia melanoxylon*), (*Alnus acuminata*), y una especie arbustiva (*Murraya paniculata*), en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga, 2022” siendo el Ingeniero Mg. Oscar Rene Daza Guerra, Tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 16 de marzo del 2022

Gerardo Oswaldo Patín Guaquipana

Estudiante

CC: 0201809233

Anthony Roberth Toapanta Yanez

Estudiante

CC: 1724049182

Ing. Mg. Oscar René Daza Guerra

Docente Tutor

CC: 0400689790

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 **GERARDO OSWALDO PATÍN GUAQUIPANA**, identificada con cédula de ciudadanía **1725112849** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE** y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector Encargado, 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 de Medio Ambiente titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Protección Biológica del talud junto al canal de riego Belisario Quevedo con dos especies arbóreas (*Acacia melanoxylon*), (*Alnus acuminata*), y una especie arbustiva (*Murraya paniculata*), en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga, 2022” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2015 - Agosto 2015

Finalización de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo. - 7 de enero del 2022

Tutor: Ing. Mg. Oscar René Daza Guerra

Tema: “**Protección Biológica del talud junto al canal de riego Belisario Quevedo con dos especies arbóreas (*Acacia melanoxylon*), (*Alnus acuminata*), y una especie arbustiva (*Murraya paniculata*), en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga, 2022**”

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 16 días del mes de marzo del 2022.

Gerardo Oswaldo Patín Guaquipana

EL CEDENTE

Ing.Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

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 **ANTHONY ROBERTH TOAPANTA YANEZ**, identificada con cédula de ciudadanía **1724049182** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE** y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector Encargado, 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 de Medio Ambiente titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Protección Biológica del talud junto al canal de riego Belisario Quevedo con dos especies arbóreas (*Acacia melanoxylon*), (*Alnus acuminata*), y una especie arbustiva (*Murraya paniculata*), en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga, 2022” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2016 - Marzo 2017

Finalización de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo. - 7 de enero del 2022

Tutor: Ing. Mg. Oscar René Daza Guerra

Tema: “**Protección Biológica del talud junto al canal de riego Belisario Quevedo con dos especies arbóreas (*Acacia melanoxylon*), (*Alnus acuminata*), y una especie arbustiva (*Murraya paniculata*), en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga, 2022**”

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:

- f) 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.
- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) 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 16 días del mes de febrero del 2022.

Anthony Roberth Toapanta Yanez

EL CEDENTE

Ing.Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“PROTECCIÓN BIOLÓGICA DEL TALUD JUNTO AL CANAL DE RIEGO BELISARIO QUEVEDO CON DOS ESPECIES ARBÓREAS (ACACIA MELANOXYLONEN), (ALNUS ACUMINATA), Y UNA ESPECIE ARBUSTIVA (MURRAYA PANICULATA), EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA, 2022”, de Gerardo Oswaldo Patín Guaquipana y Anthony Roberth Toapanta Yanez, 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 han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 16 de marzo del 2022

Ing. Mg. Oscar René Daza Guerra

DOCENTE TUTOR

CC: 0400689790

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Gerardo Oswaldo Patín Guaquipana y Anthony Roberth Toapanta Yanez, con el título del Proyecto de Investigación: **“PROTECCIÓN BIOLÓGICA DEL TALUD JUNTO AL CANAL DE RIEGO BELISARIO QUEVEDO CON DOS ESPECIES ARBÓREAS (ACACIA MELANOXYLONEN), (ALNUS ACUMINATA), Y UNA ESPECIE ARBUSTIVA (MURRAYA PANICULATA), EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA, 2022”**, han 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, 16 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

CC: 050144458-2

Lector 2

Mg. José Antonio Andrade Valencia

CC: 050252448-1

Lector 3

Mg. José Luis Agreda Oña

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a Dios por darme la vida e iluminar mi mente.

A mis padres Tomas y Rosario como eje fundamental que con todo su amor, paciencia y apoyo incondicional ya que siempre estuvieron presentes con su valentía y las puertas de su corazón abierto en los momentos buenos y malos hasta la actualidad.

A mi hermana Rosa como segunda madre ha demostrado todo su apoyo y paciencia durante el transcurso de mi vida y carrera estudiantil.

A mi familia por ser el motor principal y soporte de superación, especialmente a mis hijos Heinz y Mateo, a mi esposa Blanca quien ha sido un gran apoyo desde que la conocí.

Con mucha admiración y afecto le agradezco a mi tutor el Ing. OSCAR RENÉ DAZA GUERRA, por su dedicación y esfuerzo en la elaboración de este trabajo investigativo, y a todos quienes han participado en la misma.

Gerardo Oswaldo Patín Guaquipana

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primeramente a Dios, ya que sin la bendición y su amor todo hubiera sido más difícil, a mis padres mi pilar fundamental Marcelo Toapanta y Margarita Yáñez, quien sin dudar me apoyaron y confiaron en mi día a día en todo lo que he hecho y estoy por hacer.

Como no agradecer también a la planta docente de la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en el área de Medio Ambiente de nuestra prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi. De manera especial queremos agradecer a nuestro tutor MSc. Oscar Daza, quien con su enseñanza diaria, dedicación, compromiso y paciencia nos brindó las herramientas correctas para llevar a cabo esta investigación. Finalmente agradezco a mi compañero Gerardo Patín, ya que con su aporte fue necesario e indispensable para lograr condensar esta tesis de grado.

Anthony Roberth Toapanta Yanez

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mis queridos padres: Tomas Patín y Rosario Guaquipana, ya que con el esfuerzo y sabiduría me permitieron estudiar, quienes supieron darme fuerza suficiente, para superar los obstáculos que se me han presentado en mi camino, que con su infinito amor y paciencia supieron guiarme por el sendero del bien fundamentado en la sencillez, honradez y humildad haciendo su presencia en los momentos buenos y difíciles de mi vida, a mis hermanos, hermanas, mi esposa, mis hijos, mis amigos y amistades por formar el vínculo fundamental de este anhelo alcanzado, ya que esto me permite seguir delante a cosechar más éxitos y alcanzar muchos objetivos en mi carrera profesional.

MI GRANDIOSA FAMILIA.

Gerardo Oswaldo Patín Guaquipana

DEDICATORIA

Esto lo dedico a esas personas que más amo sin duda alguna es el mejor padre Marcelo Toapanta, a mi madre Margarita Yáñez, siendo ellos los actores principales en mi vida para seguir adelante, porque sé que han estado, están y estarán conmigo en las buenas y en las malas, quien son un ejemplo de lucha unión de familia y sobre todo felicidad y mucho amor.

A mi Dios por guiarme por el camino correcto de la vida, por darme fortaleza y salud cada día en el transcurso de mi camino e iluminándome en mí proyecto para alcanzar mi objetivo y propósito.

También es dedicado a todas las personas que nos han influenciado a lo largo de nuestras vidas, brindándonos consejos, guiándonos y haciéndonos personas de bien. Además es dedicado a todos los autores que han hecho posible recolectar información precisa y adecuada para la ejecución de esta tesis.

Anthony Roberth Toapanta Yanez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.

TITULO: “PROTECCIÓN BIOLÓGICA DEL TALUD JUNTO AL CANAL DE RIEGO BELISARIO QUEVEDO CON DOS ESPECIES ARBÓREAS (*Acacia melanoxylonen*), (*Alnus acuminata*), Y UNA ESPECIE ARBUSTIVA (*Murraya paniculata*), EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA, 2022”

Autores: Patín Guaquipana Gerardo Oswaldo
Toapanta Yánez Anthony Roberth

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación el objetivo general fue analizar el comportamiento de dos especies arbóreas (*Acacia melanoxylonen*), (*Alnus acuminata*), y una especie arbustiva (*Murraya paniculata*), en la protección del talud junto al canal de riego Belisario Quevedo del cantón Latacunga. La metodología utilizada fue en base a la aplicación de la investigación bibliográfica y descriptiva para hacia la aplicación del método inductivo – deductivo con la finalidad de partir de la información general a la particular a fin de alcanzar el cumplimiento de los objetivos planteados. La evaluación del comportamiento de las especies plantadas con respecto mortalidad se pudo determinar que existió la mortalidad del 25% del aliso, 28% de la Acacia negra y el 15% del Azahar de la India. Mientras que el porcentaje de adaptación del Aliso fue del 75%, de la Acacia negra el 72% y del 85% del Azahar de la india. Con respecto a la altura del Aliso y la Acacia negra presentaron una altura de 0.52 cm., y un ancho de la copa de 0.15 cm., con relación al Azahar presento una altura de 0.70 cm., y una media de 0.26 cm durante los 300 días de transcurrido el ensayo, determinándose que cada una de las especies crecen en función de las características morfológicas de cada una de ellas, pudiéndose establecer que la especies crecen alrededor del 1 cm., durante 30 días. Pudiendo concluir que cada una de las especies juega un papel importante en la prevención de movimientos de masa, disminuyendo el impacto generado por las gotas del agua lluvia y por ende disminuyen la velocidad del agua productos de las precipitaciones que se presenta en el lugar, garantizando el mantenimiento del talud.

Palabras claves: Ambiente, conservación, Promedio general mensual, Protección Biológica, Resultados.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
ACADEMIC FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL
RESOURCES.

TITLE: “BIOLOGICAL PROTECTION OF THE SLOPE NEXT TO THE BELISARIO QUEVEDO IRRIGATION CHANNEL WITH TWO TREE SPECIES (*Acacia melanoxylon*), (*Alnus acuminata*), AND ONE SHRUB SPECIES (*Murraya paniculata*), IN THE BELISARIO QUEVEDO PARISH, CANTON LATACUNGA, 2022”

Authors: Patín Guaquipana Gerardo Oswaldo
Toapanta Yanez Anthony Roberth

ABSTRACT

In the present research work, the general objective was to analyze the behavior of two tree species (*Acacia melanoxylon*), (*Alnus acuminata*), and a shrub species (*Murraya paniculata*), in the protection of the slope next to the Belisario Quevedo irrigation channel of the canton. Latacunga. The methodology used was based on the application of bibliographical and descriptive research towards the application of the inductive - deductive method with the purpose of starting from general information to particular information in order to achieve the fulfillment of the proposed objectives. The evaluation of the behavior of the planted species with respect to mortality, it was possible to determine that there was a mortality of 25% of the alder, 28% of the Black Acacia and 15% of the Indian Orange Blossom. While the percentage of adaptation of the Alder was 75%, of the Black Acacia 72% and 85% of the Indian Orange Blossom. With respect to the height of the Alder and the Black Acacia they presented a height of 0.52 cm., and a width of the cup of 0.15 cm., in relation to the Azahar it presented a height of 0.70 cm., and an average of 0.26 cm during the 300 days after the trial, determining that each of the species grow based on the morphological characteristics of each of them, being able to establish that the species grow around 1 cm., for 30 days. Being able to conclude that each of the species play an important role in the prevention of mass movements, reducing the impact generated by rainwater drops and therefore reduce the speed of water produced by precipitation that occurs in the place, guaranteeing slope maintenance.

Keywords: Environment, conservation, Monthly general average, Biological Protection, Results.

INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	vi
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	viii
En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título: ... ¡Error! Marcador no definido.	
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	x
AGRADECIMIENTO	xi
AGRADECIMIENTO	xii
DEDICATORIA.....	xiii
DEDICATORIA.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
1 INFORMACIÓN GENERAL	1
2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	2
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5 OBJETIVOS.....	4
6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
7 FUNDAMENTACION CIENTIFICA TÉCNICA.....	6
7.2 Conservación de Suelo.....	6
7.2.1 Métodos para la conservación de los suelos.....	7
7.2.2 Importancia de la conservación del suelo.....	8
7.3 Taludes.....	8
7.3.1 Definición de talud.	8
7.4 Estabilización de taludes.....	10
7.4.1 Factores que influyen en la estabilidad de taludes.	11
7.4.2 Procesos hídricos que influyen en la inestabilidad de los taludes y medidas de control.....	11
7.5 Definición de deslizamiento.	12
7.5.1 Deslizamientos Rotacionales.....	13
7.5.2 Deslizamiento traslacionales.	14
7.5.3 Nomenclatura de un deslizamiento.....	15
7.6 Clasificación de los deslizamientos.	17
7.6.1 Flujos.	17
7.6.2 Flujo de tierra	18

7.6.3	Flujo en roca.	18
7.6.4	Flujos de derrubios o detritos.	19
7.6.5	Flujos de suelo.	19
7.6.6	Flujos de lodo.	19
7.7	Vegetación Natural.	20
7.7.1	Modificación de las condiciones hidrológicas superficiales.	22
7.8	Taxonomía de las especies en estudio.	25
7.8.1	<i>Alnus acuminata</i>	25
7.8.2	Acacia negra (<i>Acacia melanoxylon</i>).	26
7.8.3	Azahar de la india (<i>Murraya paniculata</i>).	27
8	PREGUNTA CIENTÍFICA.	27
9	METODOLOGIAS (TECNICAS E INSTRUMENTOS).	28
9.1	TIPOS DE INVESTIGACION.	28
9.1.1	Investigación Bibliográfica.	28
9.1.2	Investigación Descriptiva.	28
9.1.3	Investigación de Campo.	28
9.2	MÉTODOS.	29
9.2.1	Método Inductivo - Deductivo.	29
9.2.2	Método de plantación.	29
9.3	TECNICAS.	31
9.3.1	Observación directa.	31
9.3.2	Fase de campo.	31
9.3.3	Análisis de datos.	35
9.4	Instrumentos.	35
9.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.	36
9.5.1	Cálculo de plantas de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	36
9.5.2	Cálculo de plantas de Acacia Negra (<i>Acacia melanoxylon</i>).	36
9.5.3	Cálculo de plantas de Azahar (<i>Murraya paniculata</i>)	36
10	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.	37
11	PRESUPUESTO DE LA ELABORACIÓN DL PROYECTO.	54
12	CONCLUSIONES.	55
13	RECOMENDACIONES.	56
14	BIBLIOGRAFIA	57
15	ANEXOS.	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios Directos e Indirectos del Proyecto.	3
Tabla 2. Matriz Actividades y Sistema de Tareas.	5
Tabla 3. Factores que Influyen en la Estabilidad de Taludes.	11
Tabla 4. Procesos hídricos que influyen en la inestabilidad de los taludes y medidas de control.....	12
Tabla 5. Taxonomía y Morfología del Aliso.	25
Tabla 6. Taxonomía y Morfología del Acacia.....	26
Tabla 7. Taxonomía y Morfología del Azahar de la India.	27
Tabla 8. Principales Parámetros Climáticos.	38
Tabla 9. Componentes de la especie de Aliso, Acacia Negra, Azahar.	45
Tabla 10. Número de plantas prendidas y % de mortalidad de las Especies.....	48
Tabla 11. Test de Shapiro Wilks y Kolmogorov para el Aliso, Acacia negra y Azahar de la india.....	49
Tabla 12. Análisis de Shapiro –Wilks	51
Tabla 13. Análisis de Kolmogorov	51
Tabla 14. Presupuesto para la Elaboración del Proyecto.....	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nomenclatura de Taludes y Laderas.....	9
Figura 2. Deslizamientos Rotacionales.	13
Figura 3. Deslizamientos Translacionales.....	15
Figura 4. Nomenclatura de un Deslizamiento.	16
Figura 5. Efectos de la Vegetación Sobre las Condiciones Hidrológicas de un Talud.	21
Figura 6. Modificación de las Condiciones Hidrológicas Superficiales.	23
Figura 7. Calculo número de Árboles a Plantar.	30
Figura 8. Sistema de cepa común.....	33
Figura 9. Cuadro de bigotes para determinar el crecimiento de las especies en estudio.....	52

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	37
Gráfico 2. Uso del Suelo y Cobertura Vegetal de la Parroquia Belisario Quevedo.	39
Gráfico 3. Uso del suelo	40
Gráfico 4. Taxonomía del suelo.....	41
Gráfico 5. Cobertura vegetal.....	42
Gráfico 6. Textura del suelo.	43

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto.

“PROTECCIÓN BIOLÓGICA DEL TALUD JUNTO AL CANAL DE RIEGO BELISARIO QUEVEDO CON DOS ESPECIES ARBÓREAS (*Acacia melanoxylon*), (*Alnus acuminata*), Y UNA ESPECIE ARBUSTIVA (*Murraya paniculata*), EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA, 2022”

Lugar de ejecución.

Parroquia Belisario Quevedo - Cantón Latacunga – Provincia Cotopaxi.

Facultad que auspicia.

Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia.

Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado.

Desarrollo de mi tierra

Nombres de equipo de investigación.

Autores:

Patín Guaquipana Gerardo Oswaldo

Toapanta Yanez Anthony Roberth

Tutor de Titulación: Ing. Daza Guerra Oscar René Mg.

Lector 1: Msc. Patricio Clavijo Cevallos.

Lector 2: Ing. José Antonio Andrade Valencia Mg.

Lector 3: Ing. José Luis Agreda Oña Mg.

Área de Conocimiento.

Protección del Medio Ambiente.

Línea de investigación.

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la Carrera.

Impactos Ambientales

Línea de vinculación.

Gestión de recursos naturales biodiversidad, biotecnología, y genética para el desarrollo humano y social.

2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

El talud se encuentra ubicado en las coordenadas **X: 770053; Y: 9892702** hasta **X: 770299; Y: 9891953**, junto al canal de riego Belisario Quevedo, sufre continuamente de derrumbes, haciendo que el sitio sea susceptible a la erosión y posible migración de materiales sólidos, poniendo en peligro la estabilidad del canal de riego y las tuberías principales de agua potable. Este problema viene desde hace mucho tiempo, poniendo en peligro no solo el canal de riego de Belisario Quevedo, sino también vidas humanas y animales que se encuentran en el sector.

El desarrollo de este proyecto de investigación es de interés para la junta de riego Belisario Quevedo y todas las personas que lo utilizan, que buscan minimizar la pendiente de la pendiente que pone en peligro a las personas que transitan por el sitio, cuando se trata de bioprotección, el objetivo es convertir la zona en un destino turístico, donde la gente pueda caminar, andar en bicicleta todo el recorrido del canal de riego.

En la presente investigación se plantea la implementación de una protección biológica para la solución del problema de inestabilidad y control de la erosión del talud, mediante el empleo de dos especies arbóreas Aliso (*Alnus acuminata*), Acacia negra (*Acacia Melanoxylonen*), una especie arbustiva Azahar de la India (*Murraya paniculata*), los cuales pueden solucionar los problemas a corto plazo en cuanto al deslizamiento y la erosión, plateando nuevas alternativas de estabilización de talud.

La implementación de la protección biológica es importante para la Junta de Riego Belisario Quevedo y todos sus usuarios, donde se utilizó nuevas alterativas que sean amigables con el medio ambiente y particularmente a un bajo costo en el control de la inestabilidad del talud, la Universidad Técnica de Cotopaxi cuenta con la carrera de Ingeniería Ambiental donde la institución genera espacios de investigación vinculados con la sociedad.

3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.

Tabla 1.

Beneficiarios Directos e Indirectos del Proyecto.

Directos		Indirectos.	
Usuarios de riego Belisario Quevedo		Parroquia Belisario Quevedo	
Hombres:	1500	Hombres:	2991
Mujeres:	1000	Mujeres:	3368
Total:	2500 Usuarios	Total:	6359 Habitantes.

Fuente: (INEC, 2010).

Nota: La presente tabla muestra las cantidades de los beneficiarios los cuales se dividen en directos e indirectos y se clasifica en hombre y mujeres.

4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Actualmente uno de los problemas constantes que vienen ocasionando en el canal de riego Belisario Quevedo, son los deslizamientos y erosión del talud. Estos están propensos principalmente a las condiciones ambientales como son las lluvias intensas, y los agentes antrópicos que afecta directamente las condiciones del talud.

El talud está ubicado junto al canal de riego Belisario Quevedo en el estado de Latacunga, en la provincia de Cotopaxi y sufre continuamente cambios morfológicos del suelo debido a que el canal de riego está en el suelo, lo que genera filtraciones y deslizamientos posteriores de material sólido, así como también se encuentra en un lugar de constante erosión, lo que pone en peligro su estabilidad, además, lo más importante, pone en peligro la vida de quienes transitan por el lugar.

Debido a esto, se genera la necesidad de plantear e investigar alternativas que empleen nuevas técnicas compatibles para el medio ambiente, como es el caso de la protección biológica con dos especies arbóreas aliso, acacia negra y una especie arbustiva azahar de la india que ayudara a la reforestación del lugar, también se pueden solucionar problemas de inestabilidad del talud, dejando el uso de métodos convencionales que son iguales de eficientes, pero se requiere de mucha inversión, y a largo plazo presentan impactos negativos al ambiente.

Por otro lado, Se ha comprobado que a través de la bioconservación se puede lograr el cuidado del medio ambiente ya que es una alternativa naturalmente estable, frente al sistema convencional que afecta el medio ambiente por la presencia de agentes químicos en diversos materiales de trabajo estables, también existe la extracción y explotación de agregados de canteras naturales que genera un impacto negativo en el ecosistema y el medio ambiente.

5 OBJETIVOS.

5.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar el comportamiento de dos especies arbóreas y una arbustiva en la protección biológica del talud junto al canal de riego Belisario Quevedo.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Realizar el diagnóstico actual del talud existente junto al canal de riego Belisario Quevedo.
- Implementar la protección biológica con dos especies arbóreas Aliso (*Alnus acuminata*), Acacia Negra (*Acacia melanoxylonen*) y una especie arbustiva Azahar de la India (*Murraya paniculata*).
- Evaluar el comportamiento de las dos especies arbóreas y una especie arbustiva establecidas en la zona de estudio.

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

Tabla 2.

Matriz Actividades y Sistema de Tareas.

Objetivos	Actividad	Resultados	Descripción
Realizar el diagnóstico actual del talud existente junto al canal de riego Belisario Quevedo.	- Visita in situ al área de estudio. - Selección de los puntos de estudio: P1 inicio y P2 final, de acuerdo a la situación actual que presenta el área.	-Dos puntos georreferenciados con la ayuda de GPS. -Mapa de la zona de estudio.	- Georreferenciación de los puntos de estudio con el apoyo del GPS y el software ArcGIS. El GPS permitió obtener las coordenadas UTM, mientras que el software se pudo elaborar el mapa y exteriorizar los puntos del área de estudio.
Implementar la protección biológica con dos especies arbóreas Aliso (<i>Alnus acuminata</i>), Acacia Negra (<i>Acacia melanoxylonen</i>) y una especie arbustiva Azahar de la India (<i>Murraya paniculata</i>).	-Indicación a las personas de como plantar -Plantación de seleccionadas	-125 plantas de Aliso plantadas -125 plantas de Acacia plantadas -2000 plantas de Azahar plantadas - Fotografías	-Actividades de campo. -Herramientas de trabajo (excavadora manual, guantes, azadón).
Evaluar el comportamiento de las dos especies arbóreas y una especie arbustiva establecidas en la zona de estudio.	-Visita in situ mensual. -Registro de datos mensuales del crecimiento	-Obtención de datos de cada especie .Fotografías	-Con la ayuda del flexómetro de todas las medidas a cada planta según los parámetros establecidos y se registró los datos mensuales en la Libreta de campo.

Fuente: *Elaboración propia.*

7 FUNDAMENTACION CIENTIFICA TÉCNICA.

7.1.Suelo.

Según (Cotler , 2007) en su publicación manifiesta que el suelo es un cuerpo natural, distribuido como un paisaje con variaciones determinadas por las condiciones climáticas, el drenaje, la historia geomorfológica y el uso del suelo, es por ello que los tipos de suelo no son uniformes, sino que presentan variación en la mandarina del paisaje.

El suelo es un sistema abierto, con entradas y salidas atmosféricas que pueden ser en forma de superficies, en forma de escorrentía y erosión. Por otra parte, dentro del propio suelo se producen una serie de procesos de transformación relacionados con la presencia de microorganismos, agua, raíces, intercambio de gases, descomposición y deformaciones, entre muchos otros procesos.

El suelo es un medio natural que está compuesto por capas conocido como horizontes del suelo que está constituida de materiales minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. Además el suelo es el producto del paso del tiempo que tiene relación con el clima, topografía, organismos vivos, materiales como rocas y mineras originarios.

7.2 Conservación de Suelo.

Según (Unad, 2013), define que la conservación de suelos es un sistema que complementa y combina obras estructurales, medidas agronómicas, de fertilidad y agroforestales. Este sistema debe implementarse de la manera más completa posible para que tenga éxito tanto en la protección como en la productividad del suelo. Con esta combinación, se pueden lograr los siguientes objetivos:

- **Controlar la erosión:** evitando que la corriente arrastre el suelo. La cantidad de suelo fértil que se pierde en cada temporada lluviosa y que la corriente se lleva al río u otros depósitos, es muy alta, esta pérdida erosiva da como resultado la pérdida de la capa productiva del suelo y la formación de cárcavas, las prácticas de conservación de suelos están orientadas a frenar la velocidad del paso de agua por sobre el suelo (escorrentía).
- **Aprovechar mejor el agua:** aumentar la infiltración del agua en el suelo. Fuera del suelo se pierde toda el agua de la escorrentía que no logra infiltrarse; esta agua no puede ser aprovechada por los cultivos, las obras de manejo de suelo y agua permiten

el almacenamiento y/o el aprovechamiento del recurso hídrico, dando un uso sostenible al suelo.

- **Mejorar la fertilidad de los suelos y prevenir con más eficiencia las plagas y enfermedades.** La conservación de suelos, además de contemplar la construcción de obras físicas para el manejo del mismo, consiste también en la aplicación de medidas que ayuden a mejorar la fertilidad del suelo con el propósito de evitar las pérdidas de suelo por erosión y mejorar el rendimiento de los cultivos.

7.2.1 Métodos para la conservación de los suelos.

Según (Brack , 2000) manifiesta que existe dos métodos para la conservaciones de los suelos que son los métodos naturales y artificiales.

a) Métodos naturales

- Mantener la cobertura Vegetal (Bosques, Pastos y Matorrales) en las orillas de los ríos y en las Laderas. Se trata de evitar la quema de vegetación en las laderas de las montañas. Quemar plantas es un delito, va en contra de la fertilidad del suelo; degradar el hábitat de la vida silvestre y agotar la disponibilidad de agua. Reforestar las laderas empinadas y las Orillas de ríos y quebradas.
- Cultivar en surcos de contorno en las laderas y no en favor de la pendiente, porque favorece la Erosión.
- Combinar las actividades agrícolas, pecuarias y forestales (agroforestería), y sembrar árboles como cercos, en laderas, como rompevientos, etc.
- Rotar Cultivos, leguminosas con otros, para no empobrecer el suelo. Integrar Materia orgánica al suelo, como los residuos de las Cosechas.

b) Métodos artificiales

- Construir andenes o terrazas con plantas en los bordes.
- Construir Zanjas de infiltración en las laderas para evitar la erosión en zonas con alta pendiente. Construir defensas en las orillas de ríos y quebradas para evitar la erosión. Abonar el suelo adecuadamente para restituir los nutrientes extraídos por las cosechas.
- El abonamiento debe evitar el uso exagerado de Fertilizantes químicos, de lo contrario se mermará la micro flora y fauna del suelo y se pueden producir procesos de

intoxicación de los suelos. Antes es conveniente hacer un análisis para determinar las deficiencias y según ello aplicar un programa de fertilización.

7.2.2 Importancia de la conservación del suelo.

(Roldán, 2019), en su artículo de Ecología Verde menciona que se debe promover el uso sustentable del suelo ha surgido como respuesta a los múltiples y diversos problemas a los que se ha cuestionado la calidad y cantidad de tierra apta para el cultivo de alimentos y árboles en todo el mundo. Diversos estudios han estimado que la naturaleza por sí sola puede tardar unos 200 años en producir 1 cm de suelo fértil, por lo que protegerlos y cuidarlos es muy importante para garantizar su conservación, ya que de lo contrario, son capaces de empobrecerse fácilmente y en muy poco tiempo

La conservación del suelo es importante debido si se destruye o contamina estamos matando millones de microorganismos que a simple vista no se puede observar, estos microorganismos ayudan a descomponer la materia orgánica del suelo que sirven de alimento para las plantas. Otra manera de conservación del suelo es evitar la utilización de químicos.

7.3 Taludes

7.3.1 Definición de talud.

Los autores (Valiente, Sobrecases, & Díaz, 2016), definen al talud como una superficie inclinada con respecto a la horizontal, que adoptan permanentemente o provisionalmente estructuras de tierra, los taludes pueden estar formados por suelos, rocas o mixtos.

Según (Ojeda, 2019), en la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente.

Según (Díaz, 1989), talud es la conformación de tierra o roca (natural o artificial), cuya geometría mantener una inclinación con respecto al plano horizontal.

Talud o talud natural se debe a procesos geológicos por los cuales la estructura del suelo persiste en el tiempo, por otro lado, talud o desnivel artificial es provocado por la intervención del hombre, con el fin de satisfacer sus necesidades como en el caso de caminos y viviendas.

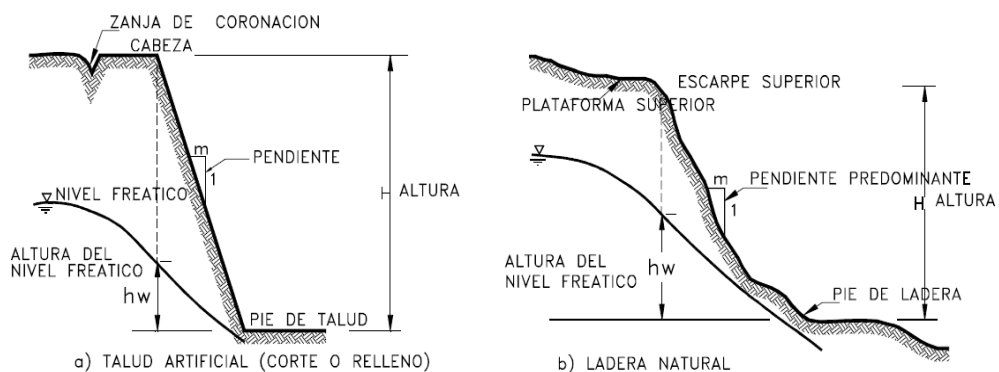
(Valiente , 2016), menciona que bajo el nombre genérico de talud denominamos a la superficie inclinada, con respecto a la horizontal, que adoptan permanentemente o provisionalmente las estructuras de tierra. Estos pueden ser artificiales, cuando están contruidos por el hombre en sus obras de ingeniería (terraplén o desmonte), o naturales (laderas). Asimismo, pueden ser de suelos, rocas o mixtos, variando a su vez la metodología de estudio.

Además (Pérez, 2005), manifiesta que por talud se entiende una porción de vertiente natural cuyo perfil original modificado con intervenciones artificiales en cuanto a la estabilidad. Se entiende por deslizamiento la desestabilización que involucra un talud natural y cubre áreas sustanciales de terreno.

Una rampa es un terreno inclinado que, en comparación con la horizontal, puede ser artificial, artificial, con máquinas o herramientas, o puede ser natural, dependiendo de la ubicación que el suelo puede ser rocoso o pedregoso.

Figura 1.

Nomenclatura de Taludes y Laderas



Fuente: (Diaz, 1989).

En el talud o ladera se definen los siguientes elementos constitutivos:

1. **Altura:** Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.
2. **Pie:** Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.
3. **Cabeza o escarpe:** Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.

4. **Altura de nivel freático:** Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.
5. **Pendiente:** Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Ejemplo: Pendiente: 45°, 100%, o 1H: 1V.

Además, se deben determinar otros factores topográficos, como longitud, convexidad (vertical), curvatura (horizontal) y área de captación, que pueden afectar el comportamiento geotécnico del talud.

Evaluación y análisis de estabilidad de taludes en fábrica, que caracteriza la resistencia de taludes, estabilidad transversal de taludes, evaluación de condiciones de filtración y suelos subterráneos poco profundos, selección de superficies de deslizamiento o caída y cálculo del factor de seguridad. Es a partir de este factor de seguridad, (se elige según el destino del talud), que es necesario determinar la superficie crítica de falla. (Diaz, 1989).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se entiende por estabilidad de taludes a la seguridad que la conformación de tierra o roca presenta a su falla de movimiento, esto quiere decir la comparación entre la resistencia de la conformación o capacidad a no perder su geometría frente a las sollicitaciones internas y externas a las que está expuesta.

7.4 Estabilización de taludes.

Según (Matteis, 2003), Además, se deben determinar otros factores topográficos, como longitud, convexidad (vertical), curvatura (horizontal) y área de captación, que pueden afectar el comportamiento geotécnico del talud.

Evaluación y análisis de estabilidad de taludes en fábrica, que caracteriza la resistencia de taludes, estabilidad transversal de taludes, evaluación de condiciones de filtración y suelos subterráneos poco profundos, selección de superficies de deslizamiento o caída y cálculo del factor de seguridad. Es a partir de este factor de seguridad, (se elige según el destino del talud), que es necesario determinar la superficie crítica de falla. (Diaz, 1989).

7.4.1 Factores que influyen en la estabilidad de taludes.

(Pérez Santos, 2019), explica que la estabilidad de los taludes está determinada por factores que son capaces de modificar las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno. Estos factores que condicionan la situación de equilibrio de un talud se agrupan en.

Tabla 3.

Factores que Influyen en la Estabilidad de Taludes.

Factores		
Factores Condicionantes	Geológicos	Litología, discontinuidades, estratigrafía,
	Hidrológicos	Cambios en las presiones de poros o hidrostáticas
	Geomorfológicos	Áreas con altas pendientes, topografía irregular.
	Climáticos	Efectos erosivos
Factores Desencadenantes	Naturales	Precipitaciones extraordinarias, infiltraciones, variación de temperatura, sismos.
	Antrópicos	Deforestación, asentamientos humanos en laderas, minería, vialidad.

Fuente: (Pérez Santos, 2019)

Nota. En la presente tabla se puede evidenciar los factores que influyen en la estabilidad de taludes.

Según (Díaz, 1989), mencionó que el grupo de condicionantes intrínsecos se refiere a las condiciones específicas o naturales del talud, mientras que el grupo de factores extrínsecos o desencadenantes relacionados con las condiciones externas, es la causa principal de la inestabilidad de talud, ya que una mínima variación en uno de estos factores puede ocasionar grandes movimientos de masa de tierra.

7.4.2 Procesos hídricos que influyen en la inestabilidad de los taludes y medidas de control.

La gravedad proporciona la energía para el movimiento pendiente abajo de las masas de suelo. No obstante el movimiento se favorece por la acción del agua, por la geometría de los depósitos y por la naturaleza de los materiales. De ahí que los procesos que influyen en la inestabilidad son:

Tabla 4.

Procesos hídricos que influyen en la inestabilidad de los taludes y medidas de control

Procesos			
Tipo	Acción	Consecuencia	Medidas
Pluvial (lluvia)	Impacto Escorrentía Infiltración	Deslizamiento Descubrimiento	Empradizado, mateado Plantación protectora Captación y recubrimiento
Escorrentía (Arroyamiento)	Difusa Concentrada	Erosión laminar Surcos o cárcavas	Barreras vivas Y colchones Trinchos, gaviones
Fluviales (corrientes)	Lineal Areolar	Profundiza cauces y erosión laderas Desgasta el relieve en los interfluvios	Obras de disipación y plantación protectora Obras transversales, reforestación.
Eólica (viento)	Levantamiento Abrasión	Descubrimiento Desgaste	Mateado y plantaciones Barreras cortaviento vivas

Fuente: (Escobar, 2017).

Nota. En la presente tabla se puede observar los procesos hídricos que influyen en la inestabilidad de los taludes y medidas de control.

7.5 Definición de deslizamiento.

Son movimientos gravitacionales de masas de roca o suelo que deslizan sobre una o varias superficies de rotura al superarse la resistencia al corte en esos planos. Características fundamentales de este tipo de inestabilidad son la presencia de planos de rotura más o menos estos y el movimiento del material en conjunto. (Ferrer, 1988).

Es el movimiento de una masa de tierra ocasionado por la inestabilidad de un talud o por un área inestable, donde se desplaza sobre un área estable. Los deslizamientos de tierra ocurren cuando la fuerza desestabilizadora es mayor que la fuerza estabilizadora. Existen medios ingenieriles que permiten corregir todo tipo de deslizamiento, pero dependiendo de la magnitud el factor económico cambia en gran porcentaje siendo no viable para ciertos proyectos. Las partes de un deslizamiento se aprecian (Mechán & Sánchez, 2013).

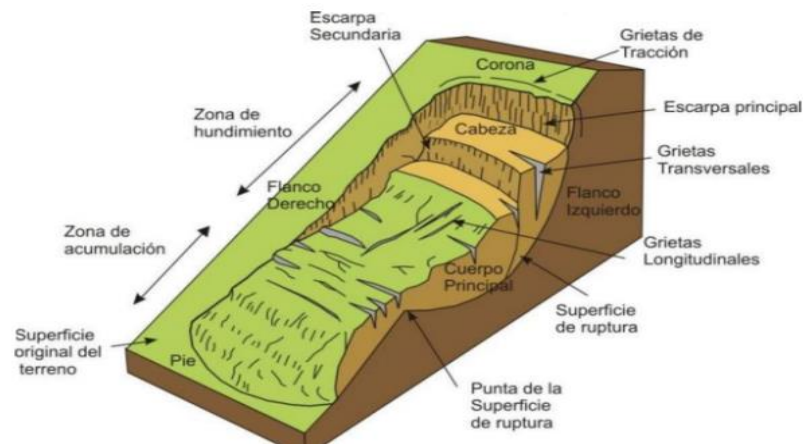
Se denomina deslizamiento a la deformación que sufre la masa del suelo o roca por una pendiente, por la acción de la gravedad que actúa sobre las pendientes es la principal causa de un deslizamiento, pero también pueden depender de clase de rocas o tipo de suelo, topografía, actividad humana, actividad humana.

7.5.1 Deslizamientos Rotacionales.

Aparecen superficies deslizantes dentro del material, que son circulares o cóncavas. Las grietas de las superficies dañadas circulares pueden ocurrir en diferentes partes de la pendiente. Así, tenemos: superficie dañada de talud, superficie dañada de pie de talud y superficie dañada de pie de talud. La velocidad de estos movimientos varía de lenta a moderada y, a menudo, se ve acelerada por el exceso de lluvia. (Barragán, 2007).

Deslizamiento rotacional ocurre cuando la superficie de ruptura del suelo de la ladera es curva y cóncava, el material movilizado no sufre deformación interna solo sufre deformación la base de la ladera que está en movimiento debido a que pierde resistencia al corte.

Figura 2. *Deslizamientos Rotacionales.*



Fuente: (Concha & Fernández, 2019).

Nota. En el presente gráfico se puede observar como ocurre el deslizamiento rotacional.

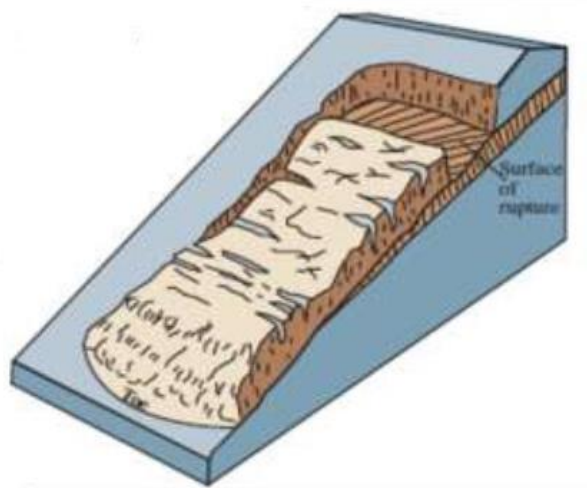
7.5.2 Deslizamiento traslacionales.

En este tipo de deslizamiento la masa de terreno se desplaza hacia afuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación. Los deslizamientos traslacionales están controlados por las fracturas de las rocas y la resistencia de los materiales. Cuando este tipo de deslizamientos ocurre en rocas es muy lento. En suelos, acelera con lluvia y puede ser más rápido. (Barragán, 2007).

Normalmente los deslizamientos traslacionales la masa del terreno se desplaza hacia afuera y abajo, tiene una planta rectangular o triangular, este deslizamiento ocurre en una superficie débil como puede ser una falla o un terreno menos competente

Figura 3.

Deslizamientos Traslacionales.



Nota. *En el presente grafico se puede observar cómo se efectúa el deslizamiento traslacionales.*

Fuente: *(Bustamante, 2018).*

7.5.3 Nomenclatura de un deslizamiento.

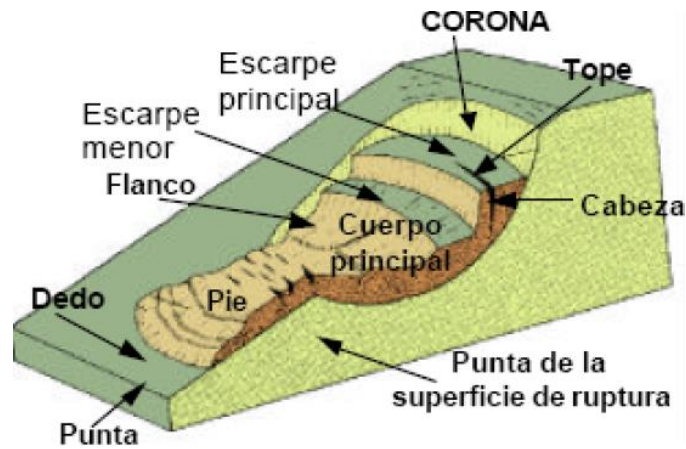
Los procesos de deslizamiento activos en los taludes y laderas, corresponden generalmente, a movimientos hacia abajo y hacia afuera de los materiales que conforman un talud de roca, suelo natural o relleno, o una combinación de ellos. (Ojeda, 2019).

(Ojeda, 2019), además manifiesta que los movimientos ocurren generalmente, a lo largo de superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos. En el gráfico 2 se indica el proceso de un deslizamiento.

Los deslizamientos son movimientos que ocurre cuando al momento de superarse resistencia al corte del material que conforma el talud y se presenta a lo largo de una o más superficies, el material del deslizamiento es visible, la velocidad a la que desarrolla movimientos es variable, todo depende del tipo de material que se encuentra conformado el talud o laderas.

Figura 4.

Nomenclatura de un Deslizamiento.



Fuente: (Ojeda, 2019).

Nota. En el presente gráfico se puede evidenciar como está constituida la nomenclatura de un deslizamiento.

a. Escape principal.

Es la superficie de la pendiente muy fuerte, que se encuentra localizada en el límite del deslizamiento y originada por el material desplazado de la ladera. Si este escape se proyecta bajo el material desplazado, se obtiene una superficie de ruptura.

b. Escape menor.

Corresponde a la superficie de pendiente muy fuerte en el material desplazado y producida por el movimiento diferencial dentro de este material.

c. Cabeza.

Es la parte superior del material desplazado a lo largo de su contacto con el escape principal.

d. Tope (Cima).

Es el punto más alto de contacto entre el material desplazado y el escape principal.

e. Corona.

Sector de la ladera que no ha fallado y localizada arriba del deslizamiento adyacente al escarpe principal. Puede presentar grietas, llamadas grietas de la corona.

f. Superficie de falla (ruptura).

Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado. El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se mueve.

g. Punta de la superficie de falla.

La intersección (algunas veces cubierta) de la parte baja de la superficie de ruptura y la superficie original del terreno.

h. Dedo (base).

Es el margen del material desplazado más distante del escape principal.

i. Punta o uña.

Es el punto en el pie más distante del tope del deslizamiento.

j. Pie.

La porción de material desplazado que descansa ladera abajo desde la punta de la superficie de ruptura.

k. Costado o flanco.

Un lado (perfil lateral) del desplazamiento.

l. Superficie original del terreno.

La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.

m. Derecha e izquierda.

Son términos que sirven para la orientación geográfica de un deslizamiento, si se emplean los términos derecha e izquierda debe referirse al deslizamiento observado desde la corona y mirando hacia el pie.

7.6 Clasificación de los deslizamientos.**7.6.1 Flujos.**

(Monteros, 2012) señala que los flujos son movimientos espacialmente continuos en los que las superficies de cizalla tienen corta vida, se encuentran muy próximas y generalmente no se conservan. La distribución de velocidades en el bloque de desplazamiento es la misma que la del fluido viscoso. Por esta razón, el bloque desplazado no conserva su forma durante su movimiento hacia abajo, teniendo a menudo una forma de lóbulo cuando se manipulan materiales cohesivos y desparramándose por la ladera o formando conos de deyección cuando afectan a materiales granulares.

Además (Chacón, 2012), manifiesta que es una respuesta plástica o semiviscosa de suelos geotécnicos o macizos rocosos por el desplazamiento relativo entre partículas en ausencia de

esfuerzos, con un gradiente de velocidad generalmente decreciente en profundidad hasta desaparecer. Puede producirse en macizos rocosos montañosos y afectar espesores importantes a velocidades lentas o muy lentas.

Se denomina flujos a los movimientos continuos se produce cuando el material ya se encuentra saturado con agua, desplazando pendiente abajo en forma de un fluido viscoso.

7.6.2 Flujo de tierra

El más lento de los tres tipos de flujo rápido; común en terrenos pendientes de colinas o terrenos de bajo relieve en regiones húmedas tropicales. En estas zonas, debido a la meteorización, se forman en la superficie capas más sueltas y porosas que yacen sobre terreno arcilloso relativamente impermeable. (Montero, 2017).

Movimiento de tierra es cuando el suelo se desliza hacia abajo dejando en la parte superior un escarpe (pared que deja el deslizamiento) y al final una masa de tierra acumulada en forma de legua.

7.6.3 Flujo en roca.

Estos flujos se presentan en estratos que están meteorizados, poco profundos debido a fallas relacionadas con cambios de esfuerzos, que son alterados por fenómenos naturales como la lluvia, estos movimientos se dan en zonas montañosas con baja cobertura vegetal con pendientes mayores a 45°. Ocurren con mayor frecuencia en rocas ígneas y metamórficas fuertemente fracturadas. Estos flujos tienden a tener humedades bajas y su velocidad de deslizamiento es de rápida a muy rápida. (Ojeda, 2019).

Flujo en roca se presentan en mayor ocasión en rocas ígneas y metamórficas. No son profundos debido a las fallas que son cambiantes y son alterados por la presencia de la lluvia, tienen humedades bajas y la velocidad de deslizamiento va de rápida a muy rápida.

7.6.4 Flujos de derrubios o detritos.

Son movimientos rápidos de material detrítico en el que predomina la fracción gruesa, es decir, arenas, gravas y bloques. El contenido de agua es elevado y la fracción sólida puede llegar a constituir el 80% en peso de la masa en movimiento. Las corrientes pueden descender tanto por laderas abiertas como por valles o depresiones del terreno, dando lugar a diferentes morfologías. Debido a la baja cohesión de sus componentes, se propaga en las partes bajas de las laderas sin crear un depósito especial pero cuando se canaliza por barrancos suelen dar lugar a conos de deyección.(Corominas, 2004).

Flujos de derrubios son movimientos en masa rápido que predomina la fracción gruesa, de carácter fluido y está saturado por agua que baja a largo de una canal ya existente.

7.6.5 Flujos de suelo.

Los flujos de suelo también pueden ser secos y más lentos de acuerdo a la humedad y pendiente de la zona de ocurrencia. En zonas de alta montaña y desérticas ocurren flujos muy secos, por lo general pequeños pero de velocidades altas. (Diaz, 1989).

Flujo de suelo que también flujos de suelo puede ser secos y de acuerdo la humedad y la pendiente que se encuentra en el lugar pueden ser más lentos

7.6.6 Flujos de lodo.

Según (Enríquez, 2012), en su publicación menciona que los flujos de lodo son fenómenos que ocasionan grandes catástrofes a nivel mundial, Su investigación muestra que la lluvia es la principal causa de los deslizamientos de tierra, que, al igual que los volcanes, arrojan sólidos a los cursos de agua, perjudicando a las personas.

El lodo se caracteriza por su carácter de muy rápido a extremadamente rápido en períodos de fuertes lluvias, en pendientes pronunciadas donde se absorben grandes cantidades de agua, lo que provoca la saturación de toda la masa del suelo y, en consecuencia, su licuefacción.

7.7 Vegetación Natural.

(Acuña, 2015), describe que el efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes ha sido cuestionada en los últimos años, el estado del arte actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización con plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada.

Sin embargo, (Suarez, 2001), manifiesta la experiencia e ha encontrado un efecto positivo de la vegetación como un agente regulador, para mitigar la generación de pérdidas de suelo disminuyendo los problemas de erosión, reptación, deslizamientos y fallas sub superficiales.

Sin embargo, hay ciertas limitaciones como la susceptibilidad a las quemaduras y sequías, la dificultad de establecimiento en taludes de alta pendiente y la imposibilidad de resistir fuerzas de socavación o acción del oleaje, así como su lentitud de germinación y crecimiento

En la vegetación está incluido por árboles, arbustos, hierbas y pastos esto representa que exista una mejor protección contra la erosión. Sin embargo, no existe una claridad adecuada sobre los procedimientos de diseño de esta cobertura vegetal, especialmente en lo referente al efecto de las raíces de pastos, hierbas y árboles. (Suarez, 2001).

La vegetación natural está compuesta por diversidad de plantas que ayudan a proteger a los suelos de deslizamientos y erosión. Además, puede la vegetación puede tener varios beneficios como la belleza paisajística, captura de CO₂, regula el ambiente.

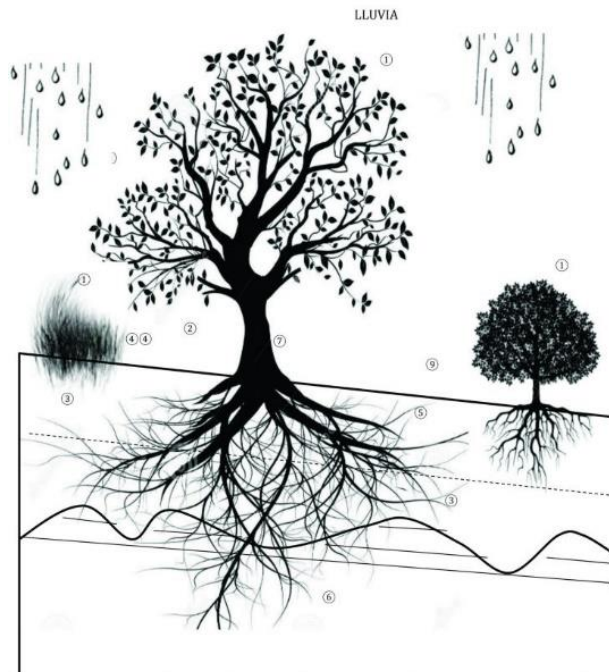
Efectos de la vegetación.

Según (Fernández, 2015), Aunque ha sido muy discutido en los últimos años, la influencia de la vegetación juega un papel muy importante en la estabilidad de taludes. La experiencia demuestra el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, derrumbe, retracción, flujo de escombros, etc.

La vegetación de estabilización de taludes tiene un efecto positivo porque es económica y fácil de implementar sin dañar el medio ambiente, lo que ayuda a resistir mejor los deslizamientos y restaurar los suelos erosionados.

Figura 5.

Efectos de la Vegetación Sobre las Condiciones Hidrológicas de un Talud.



Fuente: (Fernández, 2015).

Nota. En el gráfico se puede observar los efectos de la Vegetación Sobre las Condiciones Hidrológicas de un Talud.

De manera esquemática se puede dibujar los efectos de la vegetación sobre la estabilidad de una ladera:

1. Detiene parte de la lluvia.
2. Incrementa la capacidad de infiltración.
3. Bombea la humedad del suelo hacia el exterior.
4. Grietas por desecación.
5. Raíces refuerzan el suelo, aumentando resistencia al cortante.
6. Anclan el suelo superficial a mantos más profundos.
7. Aumentan el peso sobre el talud.
8. Transfieren al suelo fuerza del viento.
9. Detienen las partículas del suelo disminuyendo susceptibilidad a la erosión.

Además, los tipos de vegetación, tanto a pie como cabecera en el talud es un parámetro muy importante para su estabilidad (Fernández, 2015).

Papel que desempeña la vegetación entre otros, con los siguientes aspectos (León, 2001):

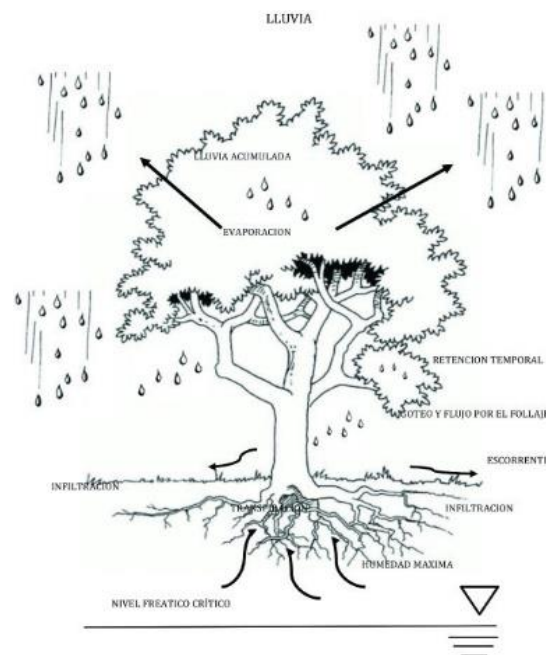
- a. **Intercepción:** el follaje y los residuos de las plantas absorben la energía de la lluvia y previenen la compactación del suelo por el impacto de sus gotas directamente sobre la superficie.
- b. **Retención:** físicamente, el sistema de raíces amarra o retiene las partículas del suelo, además, las partes aéreas funcionan como trampas de sedimentos.
- c. **Retardación:** sobre la superficie, los residuos incrementan su aspereza, o dicho en otras palabras, aumentan el coeficiente de rugosidad del terreno, disminuyendo así la velocidad de escorrentía.
- d. **Infiltración:** las raíces y los residuos de las plantas ayudan a mantener la porosidad y permeabilidad del suelo.
- e. **Transpiración:** el agotamiento de la humedad del suelo por las plantas retrasa la saturación y con ello la aparición de escorrentía superficial; es muy importante la función que cumple la vegetación en la regulación de humedad del suelo: árboles grandes individuales pueden absorber entre 100 y 150 litros de agua por día soleado.

7.7.1 Modificación de las condiciones hidrológicas superficiales.

De forma esquemática, podemos evidenciar los efectos de la vegetación sobre las condiciones hidrológicas de un talud:

Figura 6.

Modificación de las Condiciones Hidrológicas Superficiales.



Fuente: (Fernández, 2015).

Nota. En la siguiente figura se puede observar la modificación de las condiciones hidrológicas superficiales.

- **Interrupción de la lluvia.**

La lluvia al caer se divide, por un lado en la que cae directamente sobre el suelo y por otro en la lluvia que es atrapada por la frondosidad de la vegetación. Esta última es retenida y evaporada y otra parte alcanza finalmente, la tierra por goteo o por flujo sobre las hojas y troncos. (Lluvia retenida = lluvia * % área follaje) (Fernández, 2015).

- **Contención de agua.**

El frenado de agua por el follaje demora y modifica el ciclo hidrológico en el momento de producirse el fenómeno de lluvia. Este disminuye la tasa de agua de escorrentía minimizando su poder erosivo. Sin embargo puede aumentar la tasa de infiltración (Fernández, 2015).

El tipo de vegetación, sus características y la intensidad de la lluvia son factores que determinan el frenado. Los árboles más frondosos, aumentan la demora del ciclo hidrológico a razón de que retienen mayor tiempo las gotas de lluvia (Fernández, 2015).

- **Depósito de agua.**

Parte del agua frenada se acumula en el follaje para luego ser evaporada (Fernández, 2015).

- **Goteo o flujo.**

El agua retenida no acumulada retorna a la tierra por goteo o flujo, por el follaje. La fluidez es una función de la rugosidad de las superficies de la hoja y el tallo y del diámetro de la hoja y el ángulo con la vertical. Por lo tanto, el flujo de reflujos o goteo es inversamente proporcional a la aspereza de las superficies de la vegetación (Fernández, 2015).

- **Evapotranspiración.**

Siendo un efecto sumatorio evaporación + transpiración provoca un descenso de la humedad en el suelo. Depende del tipo de vegetación y su interacción con un determinado tipo de suelo, lo que determina el potencial de transpiración específico de cada uno. Desde aquí normalmente podemos conseguir humedad de equilibrio dependiendo en la disponibilidad del agua de lluvia y el nivel freático (Fernández, 2015).

Desde el punto de vista ingenieril debe tenerse en cuenta que, un suelo saturado disminuye las fuerzas de succión o presiones negativas de agua de poros, las cuales ayudan a la estabilidad del mismo. Por ello, lo principal es determinar la humedad máxima y el nivel freático crítico para una determinada pendiente, teniendo en cuenta la influencia de la vegetación. De esta forma, comparando con la humedad obtenida del balance de ósmosis y transpiración, podremos mantener la humedad por debajo del límite de saturación mejorando la estabilidad de las laderas (Fernández, 2015).

- **Control de la erosión**

Una vegetación más frondosa mitiga más eficientemente los efectos de la lluvia, disminuyendo en consecuencia la erosión. Se puede observar que el agua corriente y su efecto corrosivo son inversamente proporcionales a la densidad y volumen del follaje. Podemos concluir que la mejor protección contra la erosión y los deslizamientos se logra estableciendo conjuntamente todos los sistemas de vegetación, incluyendo desde los más simples musgos a las demás variedades (arbustos, matorrales, árboles, etc.) (Fernández, 2015).

La vegetación es una herramienta importante para controlar los deslizamientos de taludes, sus raíces forman un tejido que ayuda a la estabilidad de los suelos superficiales, sus ramas disminuyen la cantidad de las lluvias que caen directo al suelo y evita la erosión del suelo

7.8 Taxonomía de las especies en estudio.

7.8.1 *Alnus acuminata*.

Tabla 5.

Taxonomía y Morfología del Aliso.

Familia	Betulaceae.
Nombre científico	<i>Alnus acumiata</i>
Nombre común	Aliso
Origen:	Nativa
Morfología	
Forma:	Árbol o arbusto , de 10 a 25 m de altura, Diámetro a la altura del pecho 25 a 40 cm
Copa / Hojas:	Copa estrecha y piramidal, Hojas con lámina ovalada de 6 a 15 cm de largo y 3 a 8 de ancho.
Tronco / Ramas:	Tronco cilíndrico ha ligeramente ovalado
Corteza:	Lisa o ligeramente rugosa
Flores:	Inflorescencias masculinas en amentos de 5 a 10 de largo, inflorescencias femeninas de 3 a 4 en racimos
Frutos:	Elíptico a abobado,
Semillas:	No disponible
Raíz:	Sistema radical poco profundo, amplio y extendido
Sexualidad:	Monoica

Fuente: (*Kunth, 1817*).

7.8.2 Acacia negra (*Acacia melanoxylon*)

Tabla 6.

Taxonomía y Morfología del Acacia.

Información Taxonómica.	
Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Genero	Acacia
Especie	<i>Acacia melanoxylon</i>
Morfología	
Forma	Árbol que alcanza 40 m de altura
Hojas	Elípticas o lanceoladas de 4 a 13 cm de largo y 0.7 a 2.5 cm de ancho
Corteza	Pardo oscura y agrietada y las ramitas muy pilosas
Flores	Inflorescencias plobosas de color crema o blanquecino de 1cm de diámetro.
Frutos	Legumbres muy aplastadas y retorcidas de 12 cm de largo por 1 de ancho
Semillas	Son negras, lustrosas con forma elipsoidal de 5mm de longitud
Raíz	Sistema radical poco profundo, amplio y extendido

Fuente: (*Br & Starr, 2015*).

7.8.3 Azahar de la india (*Murraya paniculata*).

Tabla 7.

Taxonomía y Morfología del Azahar de la India.

Información Taxonómica.	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia:	Rutaceae
Genero	Murraya
Especie	Murraya paniculata
Nombre Común	Azahar de la India
Morfología	
Forma	Arbusto siempre verde de 3 a 4 m de altura
Copa/Hojas	Copa muy densa y muy ramificada hojas alternas imparipinadas entre 10 a 17 cm de longitud
Corteza	Delgada
Flores	Son terminales corimbosas
Frutos	Carnoso, oblongo ovoides

Fuente: (Sanchez, 2016).

8 PREGUNTA CIENTÍFICA.

¿La protección biológica del talud junto al canal de riego Belisario Quevedo con dos especies arbóreas y una arbustiva permitirá mejorar las condiciones de estabilidad del canal?

La bioconservación es una alternativa efectiva ya que es de bajo costo y además factible a corto plazo, ayuda a estabilizar el talud, también contribuye a la protección del medio ambiente, es un método efectivo sin costo alguno, no está omitiendo parámetros técnicos como como fenotipo vegetal, especies autóctonas para la siembra, método de siembra o plantación.

El efecto de bioprotección en la estabilidad de taludes ayuda a bloquear la lluvia, sus ramas evitan el impacto del agua en el suelo, además absorbe la energía de las gotas de lluvia. La lluvia atrapada y la evaporación aumentan la permeabilidad

Las raíces fortalecen el suelo, aumentan la resistencia al corte, aíslan y protegen el suelo, anclan las capas duras y retienen las partículas del suelo, reducen el potencial de erosión.

9 METODOLOGIAS (TECNICAS E INSTRUMENTOS).

9.1 TIPOS DE INVESTIGACION.

9.1.1 Investigación Bibliográfica.

Se utilizó esta investigación para recopilar información científica de autores y fuentes confiables, artículos científicos, repositorio de universidades, revistas, sitios web, libros digitales donde se encontró información relevante para el desarrollo de la investigación.

9.1.2 Investigación Descriptiva.

Se utilizó para definir las características propias del área de estudio (fenómeno, sujeto, población). Con el afán de poder describir cada uno de los hallazgos importantes que se presentan en el desarrollo de la investigación.

9.1.3 Investigación de Campo.

Se utilizó esta investigación para poder definir el área de ejecución del proyecto, para ello se realizó un recorrido por el canal de riego, determinando con la ayuda del GPS el establecimiento de los puntos P1 y P2, en los que se realizó la protección biológica con dos especies arbóreas Aliso, Acacia Negra y una especie arbustiva Azahar de la india.

9.2 MÉTODOS.

9.2.1 Método Inductivo - Deductivo.

Se aplicó este método puesto que permitió partir de la información general a lo particular, para poder establecer la incorporación de las especies en estudio y de esta manera poder evaluar su comportamiento.

En el siguiente método se aplicó las siguientes etapas:

- **Observación:** Mediante este método se logró identificar donde existe mayor inestabilidad del talud, para implementar la protección biológica.
- **Análisis:** Para el análisis de los resultados se utilizó el programa Infostat para el análisis estadístico.
- **Comparación:** Se realizó la comparación de los resultados con los datos obtenidos del crecimiento entre las especies que formaron parte de la investigación.

9.2.2 Método de plantación.

- a. Se estableció un transepto lineal de 1km.
- b. Se seleccionó las dos especies arbóreas y una arbustiva del tamaño homogenizado para la toma de los datos y no exista variación en los mismos que alteren los resultados.
- c. Se elaboró la limpieza del área donde se realizó el trasplante de las especies.
- d. Se realizaron hoyos de 40 cm x 40 cm x 40 cm de profundidad.
- e. Se procedió al abonado de los hoyos para luego ubicar las plantas.
- f. Se procedió al trasplante, para ello se fueron alternado cada especie arbórea que tuvo una distancia de 4m en el Interior de estas se ubicó la especie arbustiva.
- g. Se realizó el riego en cada planta.
- h. Se eliminó todos los residuos generados producto del trasplante de las plantas.

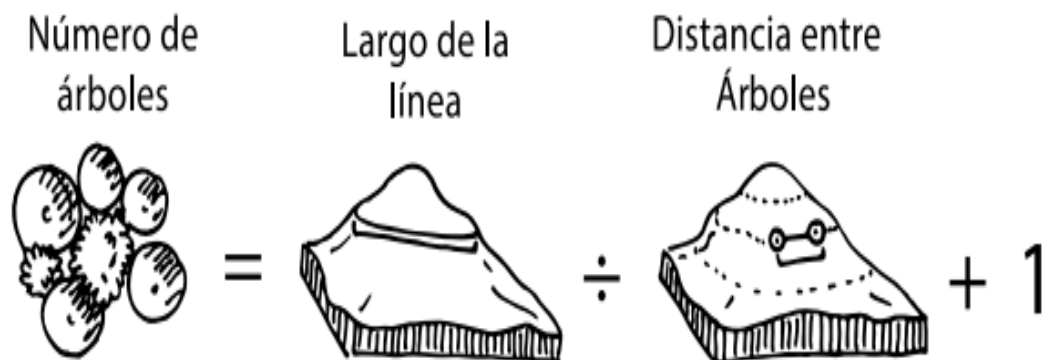
9.2.2.1 *Curvas de nivel: para pendientes muy pronunciadas*

El área de estudio se encuentra junto al canal de riego, donde existe una berma de protección de 3 metros que ayuda a proteger el canal de riego, ya que toda el área de estudio tiene una fuerte pendiente, es difícil utilizar otros métodos de siembra, por eso se optó por el método de contorno. La película protectora permite mantener el agua de lluvia en un lugar más conveniente para aplicar la protección biológica, se sembró 1 km de plantas en línea recta al filo de la berma donde empieza el talud.

Según (Judge, 2019), manifiestan que la plantación en líneas perpendiculares a la pendiente se utiliza cuando la pendiente es más pronunciada y es difícil levantar una malla triangular. Esta manera de sembrar debe ir acompañado con una forma de captación y retención de agua para reducir la erosión, por ejemplo zanjas, terrazas o en pendientes muy extremas terrazas individuales.

Figura 7.

Calculo número de Árboles a Plantar.



Fuente: (Judge, 2019).

Nota. En la figura se puede observar el método para el cálculo de número de árboles a plantar en el área de estudio.

9.3 TECNICAS.

9.3.1 Observación directa.

Se utilizó esta esta técnica para realizar una visualización directa en el área de estudio con la finalidad de poder encaminar el cumplimiento de los objetivos.

9.3.2 Fase de campo.

a. Socialización.

Con la ayuda del presidente de la Junta de Riego Belisario Quevedo, se socializo a los usuarios del agua de riego, sobre el proyecto a realizar en el talud con la protección biológica del mismo, para ello los beneficiarios fueron quienes colaboraron en la siembra y cuidado de las plantas.

b. Elección del lugar

Se realizó el recorrido de campo con el presidente de la junta de riego Belisario Quevedo para conocer y analizar el tramo y lugar donde se va implementar la protección biológica.

c. Obtención de las plantas

Para la obtención de las dos especies arbóreas aliso (*Alnus acuminata*) y acacia negra (*Acacia melanoxylon*), y la especie arbustiva Azahar de la india (*Murraya paniculata*), mediante un oficio dirigido al señor prefecto de la provincia se logró gestionar las plantas del vivero provincial, que se encuentra ubicado en la parroquia Belisario Quevedo.

d. Elección de las especies a plantar.

Dado a las características propias que poseen cada una de las especies y su valor ambiental que presentan se procedió al establecimiento del Aliso, de la Acacia Negra y del Azahar de la india, que tienen la facilidad de adaptarse a las condiciones climáticas que rigen en el sector.

e. Transporte de las especies a plantar.

El transporte de las plantas se realizó desde el vivero Provincial que se encuentra ubicado en la parroquia Belisario Quevedo, hasta el lugar establecido para el establecimiento de la protección biológica.

f. Trabajo previo a la reforestación.

Se realizó la limpieza del área donde va ser plantado las especies, con la ayuda de los usuarios de la junta de Riego Belisario Quevedo.

g. Técnica de plantación

La plantación se realizó con los usuarios de la Junta de Riego Belisario Quevedo.

h. Sistema de cepa común.

(Semarnat, 2010), manifiesta el sistema de cepa común, consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (es la tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos.

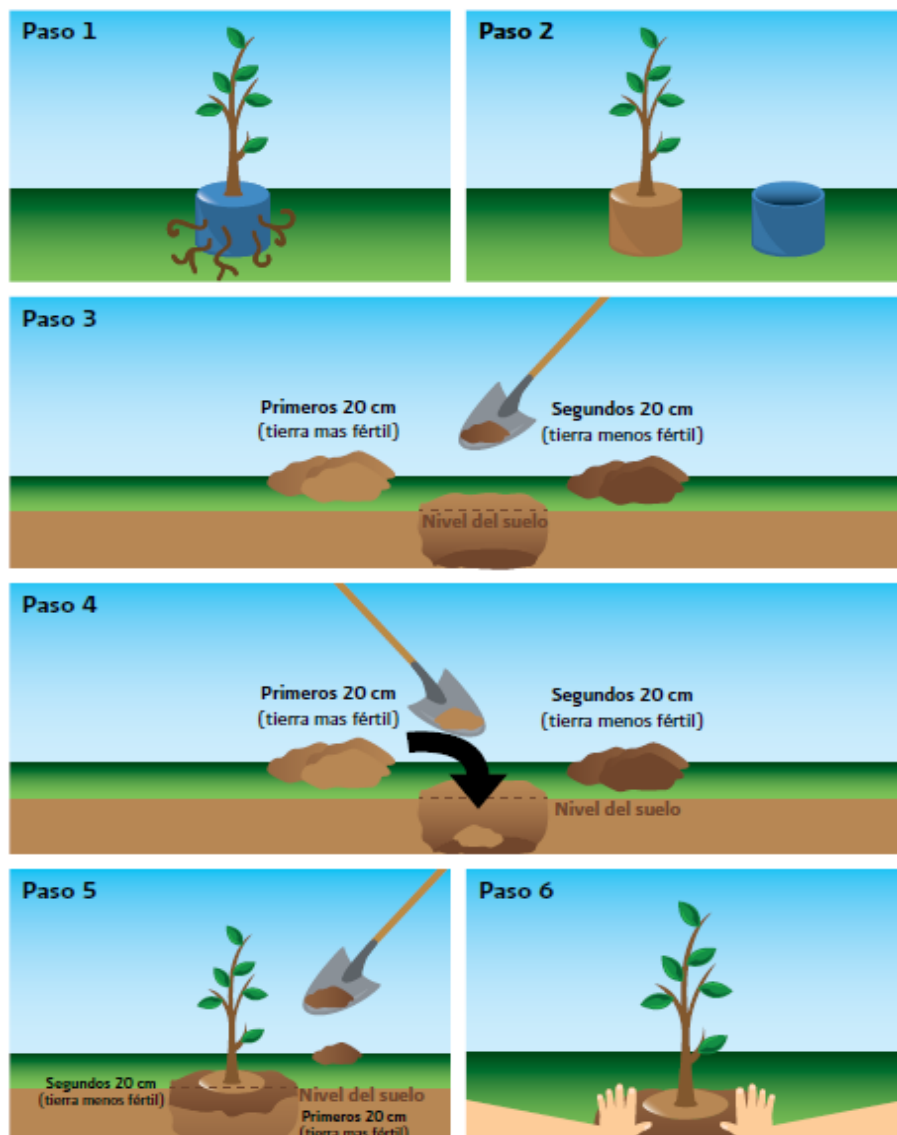
Además (Semarnat, 2010), menciona que al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).

3. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

Figura 8.

Sistema de cepa común.



Fuente: (Semarnat, 2010).

Nota. *En la presente figura se puede observar el método de siembra de las plantas mediante sistema de cepa común.*

Resiembra.

(Mariño, 2020), en su investigación manifiesta que para cada especie se toma en cuenta la posible opción de resiembra o replante, se debe adquirir 10 plantas más por especie. Menciona que durante los primeros dos meses (a partir de la fecha de plantación), se debe monitorear el comportamiento de cada árbol individual mediante técnicas de observación para mantener vivo al árbol, si es que existe. La presencia de la muerte de cualquiera de las especies, se procederá a replantar o resiembra de una nueva planta. A partir de los dos meses la planta tiene un mínimo porcentaje de mortalidad porque ya están adaptadas por completo.

i. Evaluación con respecto a la adaptabilidad y crecimiento de las especies arbóreas.

Según (Mariño, 2020), menciona en su investigación que para la obtención de los datos mensuales con respecto al crecimiento, se han seleccionado al azar 5 plantas de cada especie para realizar su evaluación de crecimiento y adaptabilidad. Esto se debe hacer después de los dos meses de la plantación, debido que en este lapso de tiempo la planta ya es adaptada.

Se evaluaron los siguientes parámetros de las especies arbóreas plantadas:

- **Altura.**

La altura total de un árbol es la longitud del segmento de recta que une el pie del árbol a su yema terminal. (Pereira, 2008).

- **Ancho de copa.**

De acuerdo con (Lázaro, 2006), para la determinación del diámetro de la copa de los árboles se debe medir en dos direcciones fundamentalmente Norte – Sur y Este – Oeste, tomando

Como referencia, la proyección de sus extremos sobre el suelo, mide la distancia de un extremo al otro con una cinta métrica. Cuando se obtienen ambas medidas, la medida final del diámetro de la copa es el promedio de las dos medidas tomadas.

9.3.3 Análisis de datos.

Para el análisis de datos se utilizó el programa Microsoft Excel para la ordenación de la información, mientras que para realizar el análisis estadístico se utilizó el software Infostat.

9.4 Instrumentos.

Levantamiento de datos en el campo.

- **Libreta de Campo:** se utilizó para registrar los datos tomados mensuales de las plantas, además de las coordenadas geográficas y características del lugar.
- **Cámara:** se utilizó para tomar fotografías del área de estudio.
- **GPS:** se utilizó para la obtención de las coordenadas UTM, x; y; z
- **Flexómetro y cinta métrica:** se utilizó para medir el crecimiento mensual de las plantas y la mediar el área de estudio.

En la plantación de las especies.

Materiales.

- Plantas de Aliso
- Plantas de Acacia Negra
- Azahar de la india
- Abono orgánico.

Herramientas.

- Pala recta.
- Barra.
- Azadón.
- Excavadora de mano.
- Guantes.

Recursos Tecnológicos.

- **Computadora:** se utilizó para la elaboración de la investigación.
- **Programa ArGis 10.5:** permitió referencia el área de estudio.
- **Programa Infostat:** Software para análisis estadístico

9.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el análisis de datos se utilizó el programa Infostat para analizar las pruebas de normalidad de Shapiro Wilks, mismo programa que ayuda a determinar el comportamiento entre cada especie y por ende sus adaptaciones dentro de los márgenes de las pendientes.

Además, se utilizó la fórmula de curvas de nivel para taludes muy grandes, donde se determinó el número de especies, se consideró el valor en metros lineales del talud, y se tomó como referencia m, será el valor de la distancia de un árbol a otro y use la siguiente ecuación:

$$\text{Número de árboles} = \frac{\text{Largo de la línea}}{\text{Distancia entre Árboles}} + 1$$

9.5.1 Cálculo de plantas de Aliso (*Alnus acuminata*)

$$N^{\circ}.plantas\ aliso = \frac{500}{4} + 1 = 126$$

9.5.2 Cálculo de plantas de Acacia Negra (*Acacia melanoxylonen*)

$$N^{\circ}.plantas\ acacia = \frac{500}{4} + 1 = 126$$

9.5.3 Cálculo de plantas de Azahar (*Murraya paniculata*)

$$N^{\circ}.plantas\ azahar = \frac{1000}{0.50} + 1 = 2001$$

10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

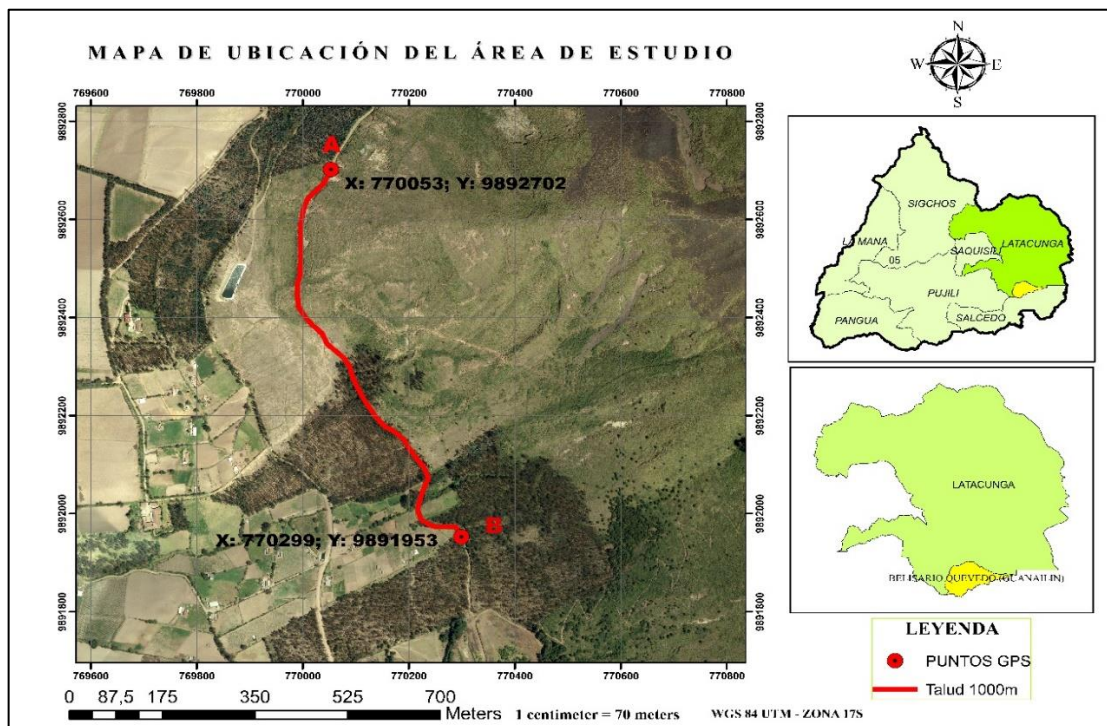
- a) Realizar el diagnóstico actual del talud existente junto al canal de riego Belisario Quevedo.

- **Ubicación**

La presente investigación se desarrolló en el talud que se encuentra junto al canal de riego Belisario Quevedo ubicado en la parroquia rural Belisario Quevedo perteneciente al cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

El área de investigación se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas **X: 770053; Y: 9892702** a una altura de **2918 m.s.n.m.** hasta la coordenada **X: 770299; Y: 9891953** a una altura de **2946 m.s.n.m.** Con una distancia de talud A-B de 1000 metros lineales.

Gráfico 1. Mapa de ubicación del área de estudio.



Fuente: Programa ArGis 10.5

Nota. En la presente figura se puede observar en área de estudio del proyecto.

Clima.

En el área de estudio existe descensos de temperatura ocasionalmente se registran son el origen de las heladas que provocan problemas a la agricultura. Estas se presentan entre los meses de enero, febrero, abril, junio y noviembre.

Tabla 8.

Principales Parámetros Climáticos.

Parámetro	Datos
Temperatura media anual	13.3 °C
Temperatura media mensual	12.4 a 13.8 °C
Temperatura extrema	Máx. 27.5 °C Min. 6 °C
Precipitación media	450 a 700 mm. Max (lluvia): de feb. A mayo, oct. Y nov. min. (Seco): jun. A Sep.
Velocidad promedio anual del viento	4.6 m/s. Max: 6.5 m/s en Octubre min.: 3.6 m/s en Julio

Fuente: (Belisario Quevedo. PDYOT, 2020).

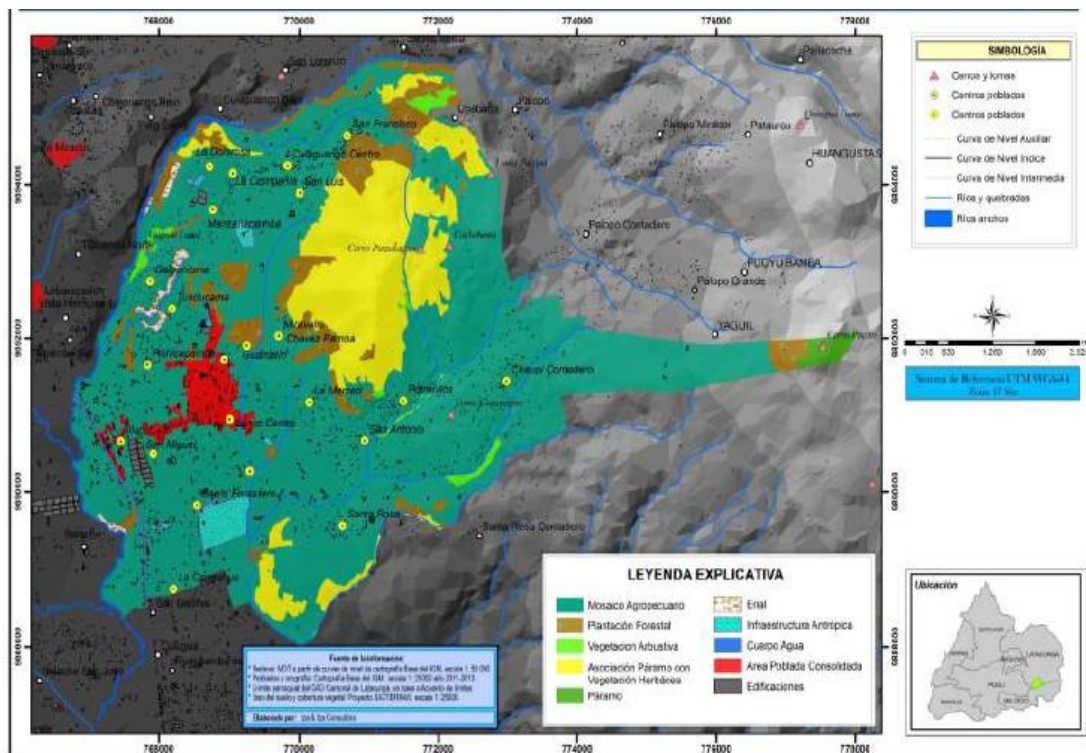
Nota: En el presente cuadro se puede observar los principales parámetros climáticos del área de estudio.

Suelo

Con el pasar del tiempo, la principal actividad que realizan los habitantes de la parroquia Belisario Quevedo es el cultivo de la tierra y el mantenimiento de pastizales para el pastoreo del ganado y la producción de leche, resultando en la parroquia un paisaje agrario y natural correspondiente a las áreas protegidas de páramos y matorrales.

Gráfico 2.

Uso del Suelo y Cobertura Vegetal de la Parroquia Belisario Quevedo.

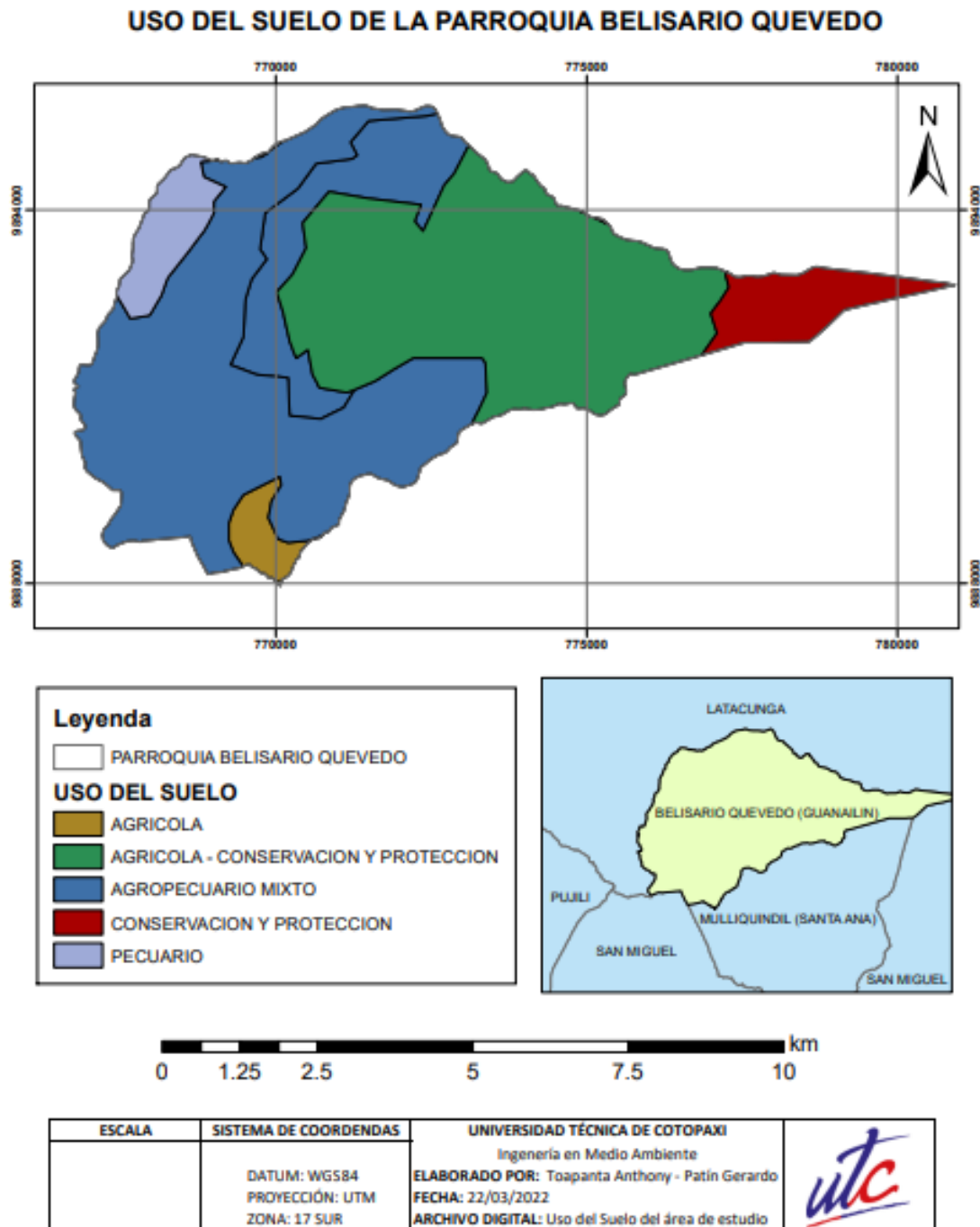


Fuente: (Belisario Quevedo. PDYOT, 2020).

La parroquia Belisario Quevedo sus unidades de uso actual y cobertura de la tierra se encuentra dividido en pastizales con 2006.24 Has, zonas de cultivo 687.44 Has, asociación paramo con vegetación herbácea 545 Has, plantación forestal 254.9 Has, área urbana consolidada, viviendas y edificaciones en barrios y comunidades 141.4 Has, complejos, avícolas, ESPE 59.5 Has, vegetación arbustiva 41.3 Has, páramo 23.6 Has, erial 23.2 Has, cuerpo de agua 12.1 Has teniendo el total del uso del suelo de la parroquia de 2794.7 Has.

Gráfico 3.

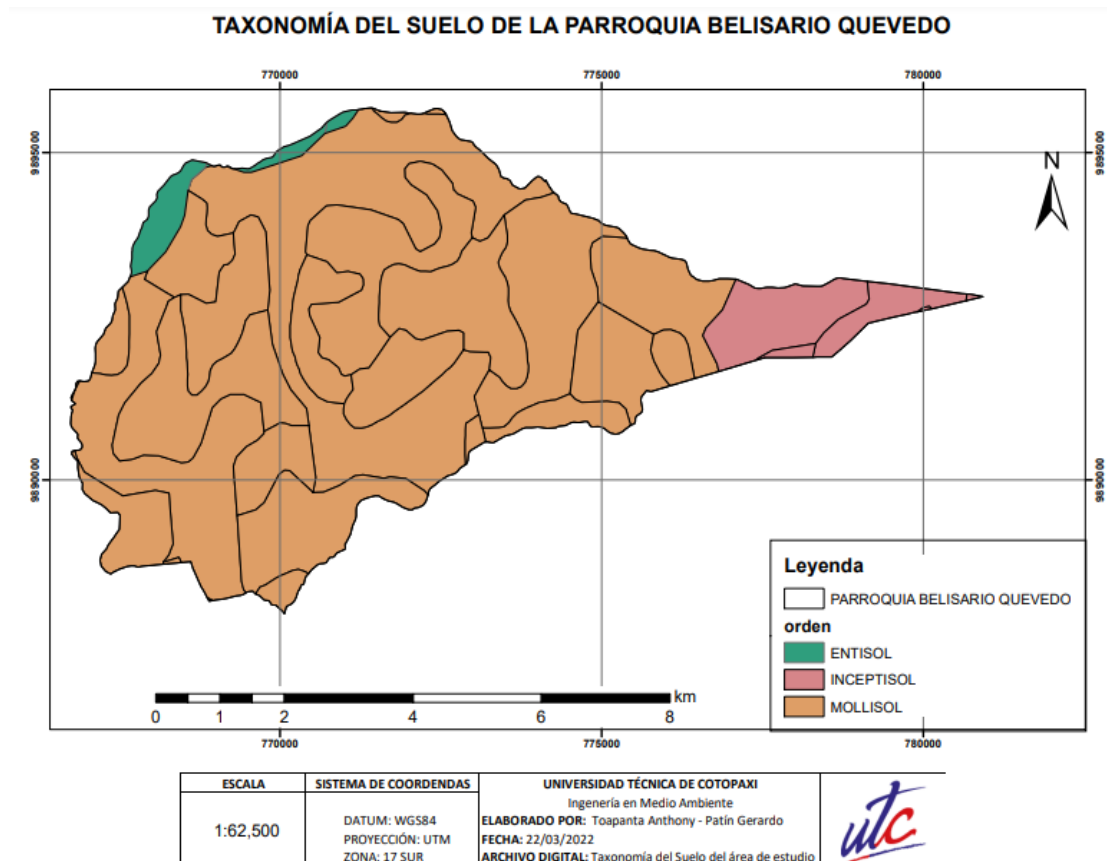
Uso del suelo.



Al analizar el mapa del uso del suelo se puede determinar que en la parroquia Belisario Quevedo en el sector agrícola es de 12.62%, mientras que la zona compartida agrícola – conservación y protección es de 2.18% , el área agropecuario mixto es de 16.32%, con relación a las áreas de conservación y protección son de 12.62% mientras que el sector

pecuario es de 5.32%, respectivamente, evidenciando que debido a las condiciones climáticas del sector permite establecer estos sistemas de protección que han permitido el desarrollo y avance de la población del lugar.

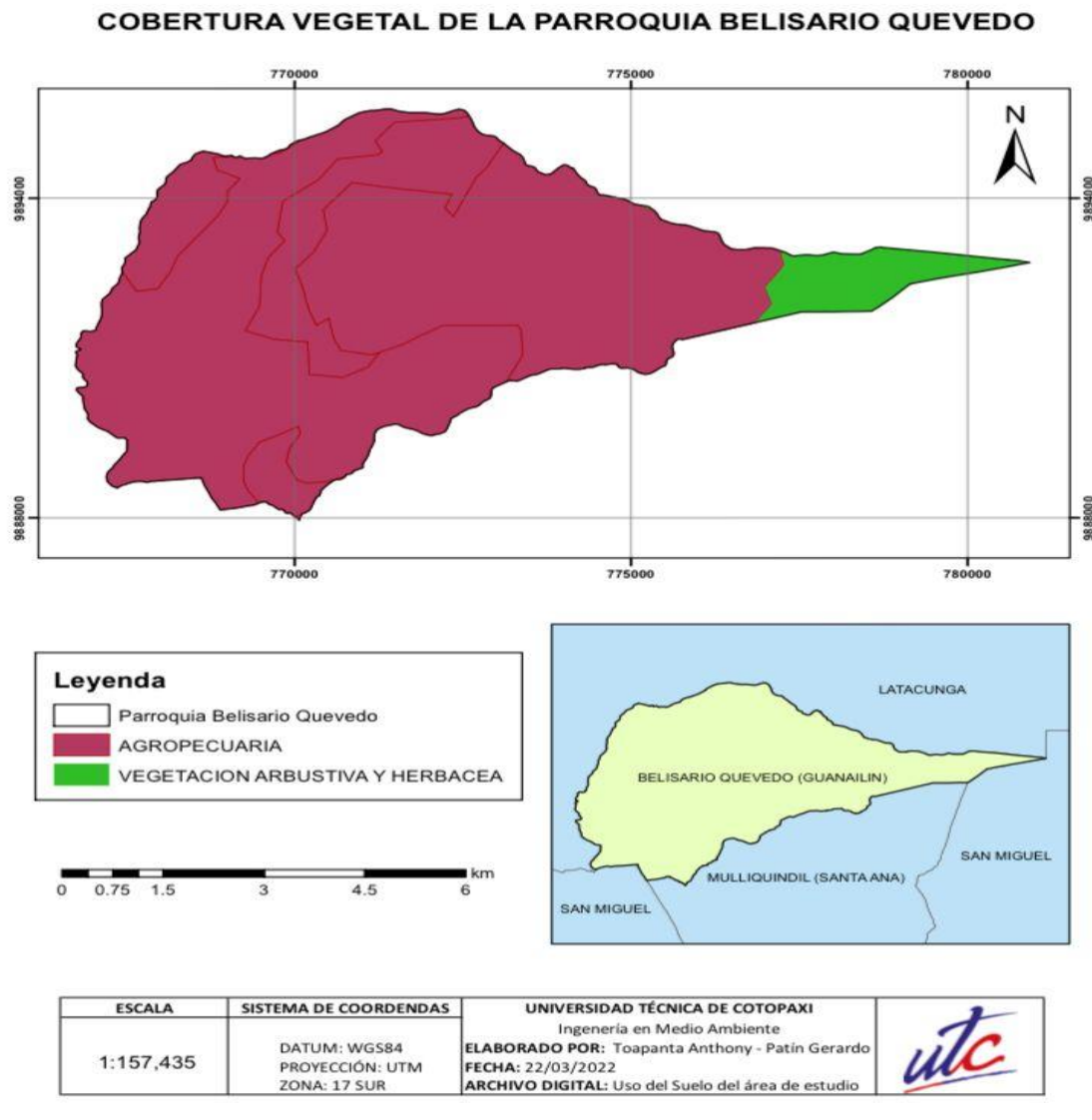
Gráfico 4.



Taxonomía del suelo.

Mientras que al analizar la taxonomía del suelo se pudo determinar que presenta suelos del tipo Inceptisol con un valor de 78.62%, mientras que del tipo Entisol con 14.84%, en relación al tipo de suelos Mollisol que se presentan con el 6.53%, lo que permite determinar la conformación de diferentes tipos de suelos y estos como influyen en la conformación de los distintos tipos de suelos que permiten el establecimiento agrícola y ganadero en la localidad.

Gráfico 5.

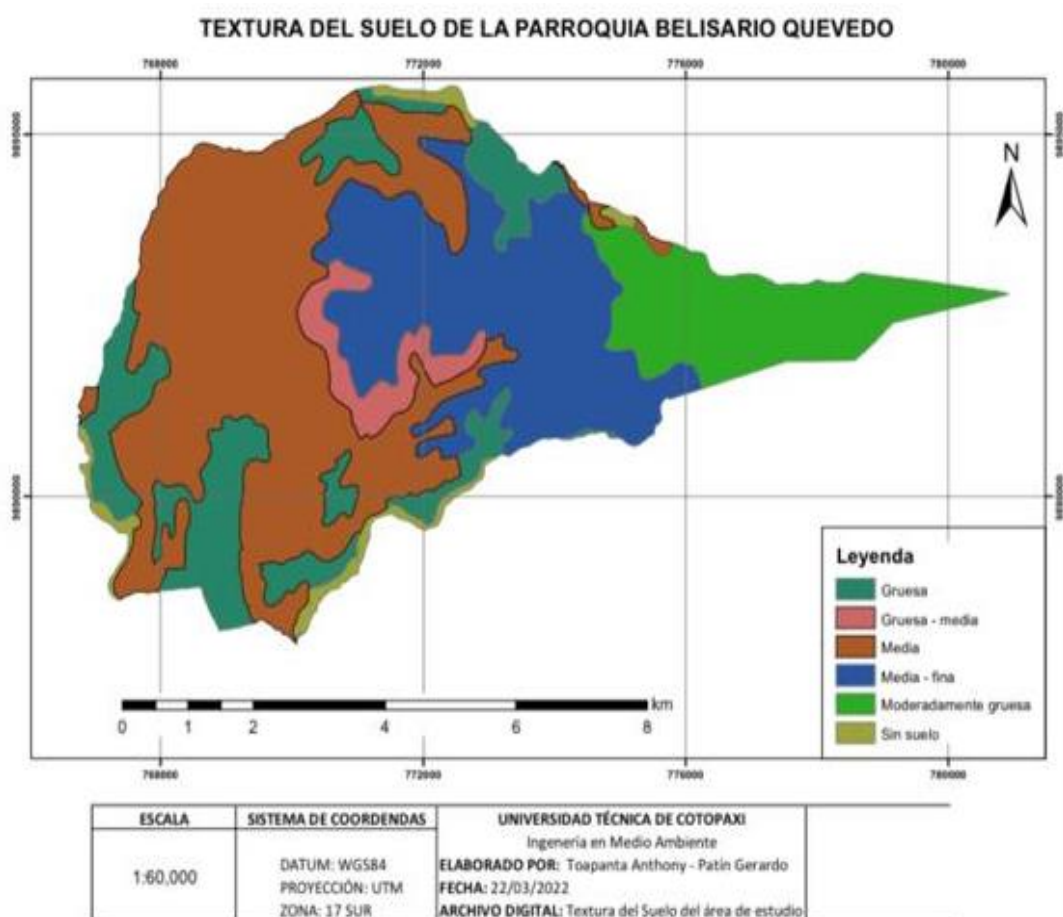


Cobertura vegetal.

Al analizar el mapa de cobertura vegetal de la parroquia Belisario Quevedo, el cual presenta la condición agropecuaria con el 75,5% siendo esta la predominante en la localidad, con relación a la vegetación arbustiva y herbácea con un porcentaje de 24,5%, determinando que las condiciones de las unidades del paisaje han sido modificadas, para el establecimiento de la agricultura y ganadería del sector.

Gráfico 6.

Textura del suelo.



Fuente: (Belisario Quevedo. PDYOT, 2020)

En el siguiente mapa nos indica la textura del suelo existente en la parroquia Belisario Quevedo, en la cual se representa seis texturas, siendo la textura media la que mayor porcentaje presenta con un valor de 47,6%, seguido de la textura media-fina con un porcentaje de 35,3%, la textura gruesa presenta el 8,6%, mientras que la textura moderadamente gruesa refleja un valor de 6,5%, con relación a la textura gruesa media que presenta un valor de 1,1% y finalmente se presenta la textura sin suelo con un valor promedio de 0,7%, determinado la modificación que se presenta a las condiciones del suelo, debido al desarrollo de distintas actividades.

Conociendo la condición actual del talud y para su implementación se han establecido especies vegetales: 2 arbóreas y una arbustiva que permitirán proteger el talud que queda junto al canal de riego en la parroquia Belisario Quevedo, para ello se procedió a realizar las siguientes actividades:

A partir del estudio de los factores ambientales se establecerán las características de los tratamientos a diseñar, y, sobre todo, del tipo de vegetación a implantar:

- Determinación de las especies más acordes según los condicionantes edáficos y climáticos. Árboles y arbustos, preferentemente de la vegetación climática.
- Características botánicas de la especie (tipo de reproducción, velocidad de crecimiento, tipo de sistema radical, etc.).
- Características fisiológicas de la especie (tolerancia a la sequía, al encharcamiento, a la salinidad, cal, acidez, etc.).



Características propias de cada especie referentes a la:

- Facultad de colonizar terrenos degradados (especies pioneras).
- Capacidad de emisión de raíces adventicias.
- Capacidad de enraizamiento de estacas y ramas.
- Resistencia a la tracción mecánica de las raíces y brotes.
- Capacidad de cobertura de la superficie.
- Capacidad de prendimiento.



b) Análisis del comportamiento de las especies Aliso (*Alnus acuminata*), Acacia Negra (*Acacia melanoxylon*), Azahar (*Murraya paniculata*)

Tabla 9.

Componentes de la especie de Aliso, Acacia Negra, Azahar.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES		
	CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE		
Nombre Común:		Aliso	
Nombre Científico:		Alnus acuminata	
Provincia:	Cotopaxi	Localidad:	Belisario Quevedo
Caracterización Taxonómica:			
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Subclase: Hamamelididae Orden: Fagales Familia: Betulaceae Género: Alnus Especie: acuminata			
IMÁGENES			
			
Descripción Botánica:			
Hojas: son simples, alternas, acuminadas, de forma elíptica u ovoide, de 8 a 15 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho, con bordes dentados irregularmente. Flores: Son unisexuales dispuestas en inflorescencias llamadas amentos. Frutos: están dispuestos en infrutescencias llamadas estróbilos, en forma de conos o piñas pequeñas, ovoides, de color verdoso a amarillento en estado inmaduro y marrón al madurar, con 1,5 a 3 cm de largo, escamas leñosas, algo alado y persistente donde se aloja la semilla. La Semilla: es elíptica, plana, de color marrón claro brillante, de 0,65 a 1,34 mm de largo, con dos alas angostas y pequeñas.			
Uso de la planta:			

	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES		
	CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE		
Nombre Común:		Acacia negra	
Nombre Científico:		Acacia melanoxylon	
Provincia:	Cotopaxi	Localidad:	Belisario Quevedo
Caracterización Taxonómica:			
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Fagales Familia: Fabaceae Subfamilia: Mimosoideae Género: Acacia Especie: melanoxylon			
IMÁGENES			
Descripción Botánica:			
<p>Glabro, perennifolio de 8 a 15 (hasta 45) m de alto; fuste recto, copa densa y piramidal a cilíndrica, a veces con pocas ramas muy pesadas. Tiene un sistema radicular extenso, denso, con raíces fuertes superficiales.</p> <p>Hojas: son bipinnadas en las plantas o ramas jóvenes. Las plantas adultas, en cambio, reemplazan las hojas por filodios. Los filodios tienen de 7 a 10 cm largo, son grisáceos a verde negruzcos, rectos a suavemente curvos, con 3 a 7 venas prominentes longitudinales y finas venas entre ellos; bipinnadas en plantas jóvenes.</p> <p>Flores: son de color amarillo pálido. Se disponen en cabezuelas globulares</p> <p>Frutos: son vainas de color pardo-rojizo, retorcidas, más angostas que los filodios.</p> <p>La Semilla: son chatas, redondeadas, negras, de 2 a 3 mm longitud.</p>			
Uso de la planta:			
<p>La madera es muy buena para muchos usos, incluyendo muebles, herramientas, botes y barriles de madera. Es considerada de la misma calidad que la madera de nogal y es muy adecuada para darle formas curvas con vapor de agua. La corteza tiene un contenido en taninos de aproximadamente 20%.</p>			

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES	
		CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE	
Nombre Común:		Azahar	
Nombre Científico:		Murraya Paniculata	
Provincia:	Cotopaxi	Localidad:	Belisario Quevedo
Caracterización Taxonómica:			
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Subclase: Rosidae Orden: Sapinales Familia: Rutaceae Subfamilia: Citroideae Género: Murraya Especie: panicula			
IMÁGENES			
			
Descripción Botánica:			
<p>Es un pequeño árbol tropical, de hoja perenne o arbusto que crece hasta 7 m de altura. La planta florece durante todo el año.</p> <p>Hojas: son glabras y brillantes, produce hojas pinnadas que curiosamente son elípticas a obovadas, cuneadas a rómbico.</p> <p>Flores: son terminales, corimbosas, pocas flores, densas y con perfume a jazmín. Los pétalos son 12-18 mm de largo, recurvadas y blancas (o de coloración crema).</p> <p>Fruto: es carnoso, oblongo ovoides, de color rojo a naranja, y crece hasta 2 a 3 cm de largo</p> <p>La Semilla: son chatas, redondeadas, negras, de 2 a 3 mm longitud.</p>			
Uso de la planta:			
<p>Es cultivado como árbol ornamental o de cobertura debido a su resistencia, amplia gama de la tolerancia del suelo (M. paniculata pueden crecer en suelo alcalinos, arcillosos, arenosos, ácidos y los suelos francos), y es adecuado para grandes coberturas. La planta florece durante todo el año y produce racimos pequeños, de flores olorosas que atraen a las abejas, mientras que los frutos atraer pequeñas aves</p>			

frugívoras.

Al analizar, los datos de mortalidad y prendimiento de las plantas utilizadas para la protección biológica del talud junto al canal de riego de la parroquia Belisario Quevedo se puede determinar que existió el 25% de plantas muertas que pertenecen al Aliso, con relación al 28% de la acacia negra y el 15% del azahar representando el 81.48 plantas muertas del total que fueron plantadas, teniendo un total de 2168.52 plantas que representan el 96.37% de plantas prendidas, como se aprecia en la tabla . Cabe destacar que el porcentaje de mortandad de las especies en estudio se debe a varios factores entre ellos, actividades antropogénicas (arranque de las plantas), pastoreo que se realiza en el área de estudio, plantas que presentan enfermedades fúngicas en el momento del trasplante, entre otras.

El aliso se adapta bien a una gran variedad de condiciones edáficas, incluyendo suelos pobres, que pueden variar desde limosos y arenosos hasta suelos arcillosos, y aun en suelos superficiales, siempre y cuando tengan buena humedad. No tolera suelos pesados, suelos pantanosos, con drenajes imperfectos ni, que se inundan en forma parcial.

Tabla 10.

Número de plantas prendidas y % de mortalidad de las Especies.

Especies	No. Plantas Plantadas	No. Plantas Muertas	Mortalidad %	Total, plantas prendidas
Aliso	125,00	31,00	25,%	94,00
Acacia negra	125,00	35,00	28%	90,00
Azahar de la India	2000,00	15,00	15%	1985
Total	2250	81,0	68%	2169,00

Fuente: *Elaboración propia*

Al realizar la comparación de Shapiro Wilks (normalidad) para la protección biológica del talud junto al canal de riego Belisario Quevedo con dos especies arbóreas y una arbustiva se puede determinar que existe una diferenciación matemática entre la altura y el ancho de la copa, pudiendo establecer que conforme van creciendo las especies están van desarrollando su

ancho de copa, y éstas se encuentran en función del tipo y/o especie de planta que se quiere implantar.

Mientras que al analizar los datos obtenidos en las especies Aliso (*Alnus acuminata*) presenta una altura de 0.47 cm., y un ancho de copa de 0.19 cm., con relación a la Acacia (*Acacia melanoxylon*), se puede determinar que estas presentan diferencia altamente significativa tanto para su altura como para su ancho de la copa presentando una media en su altura de 0.52 cm., y para el ancho de la copa de 0.15 cm., respectivamente.

Es una especie capaz de establecer nuevas poblaciones autosuficientes en poco tiempo y lejos de la población original o es capaz de extenderse rápidamente en grandes superficies, lo que le permite colonizar nuevas áreas relativamente rápido, ya sean por medios naturales o artificiales.

Mientras que para el Azar (*Murraya paniculata*) según el análisis de los datos establecidos se puede manifestar que presenta alta significancia estadística con un valor de 0.70 cm., y una media de 0.26 cm., respectivamente.

Tabla 11.

Test de Shapiro Wilks y Kolmogorov para el Aliso, Acacia negra y Azahar de la india.

Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	Variable	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
	Altura (Cm)	0,47	0,03	0,94	0,7036
	Ancho de copa (Cm)	0,19	0,05	0,93	0,6093
Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	Variable	Media	v	Estadístico	p-valor
	Altura (Cm)	0,52	11744027	0,65	0,0004
	Ancho de copa (Cm)	0,15	11744027	0,54	0,0058
Acacia (<i>Acacia melanoxilone</i>)	Variable	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
	Altura (Cm)	0,52	0,03	0,95	0,7832
	Ancho de copa (Cm)	0,15	0,03	0,95	0,7834
Acacia (<i>Acacia melanoxilone</i>)	Variable	Media	varianza	Estadístico	p-valor
	Altura (Cm)	0,52	9,80E-04	0,68	0,0001
	Ancho de copa (Cm)	0,15	8,00E-04	0,54	0,003
Azar de la India (<i>Murraya a paniculata</i>)	Variable	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
	Altura (Cm)	0,26	0,03	0,94	0,7094

Fuente: *Elaboración propia*

Al realizar la prueba de Kruskal Wallis se puede determinar que desde el día del trasplante hasta los 300 días de haber realizado el seguimiento del ensayo, se puede determinar que existe diferencia estadística en el comportamiento del aliso con un promedio de 0.46, en su altura; permitiendo determinar que la especie crece aproximadamente 1.00 cm., cada 30 días.

Mientras que al aplicar la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov se puede determinar que existe diferencia matemática entre cada una de las variables pudiendo manifestar que existe diferencia estadística, ajustándose a los establecido por Shapiro Wilks entre la altura de la planta y su relación con el ancho de la copa.

Al analizar la prueba de bondad de ajustes de Kolmogorov para la especie Azahar se puede determinar que existe una alta significancia estadística presentando un valor de $p = 0.0020$, una varianza de $8.9E-04$ y una media de 0.26 cm.

- c) Evaluar el comportamiento de las dos especies arbóreas y una especie arbustiva establecidas en la zona de estudio.

Al analizar el comportamiento de las dos especies arbóreas Vs., la especie arbustiva se puede establecer que existe una diferencia matemática en cada una de estas debido a su propio comportamiento, así como también a su comportamiento vegetativo, según análisis de Shapiro Wilks. Como acacia, la especie produce un mayor crecimiento entre los árboles que la acacia. Mientras que las especies con flores anaranjadas exhiben un crecimiento específico de la especie y van acompañadas de características climáticas y de los componentes agua, suelo y aire permiten garantizar su adaptación y desarrollo respectivamente.

Según Fernández (2016), aun habiendo sido muy rebatido en los últimos años, el efecto de la vegetación juega un papel muy importante en la estabilidad de los taludes. La experiencia está demostrando el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, desmoronamiento, reptación, flujo de detritos, etc. Además, los tipos de vegetación, tanto a pie como cabecera en el talud es un parámetro muy importante para su estabilidad.

Tabla 12.*Análisis de Shapiro –Wilks*

Especie	Media	W*	P
Aliso	0,47	0,94	0,7036
Acacia	0,52	0,95	0,7348
Azahar	0,26	0,94	0,7094

Fuente: *Elaboración propia*

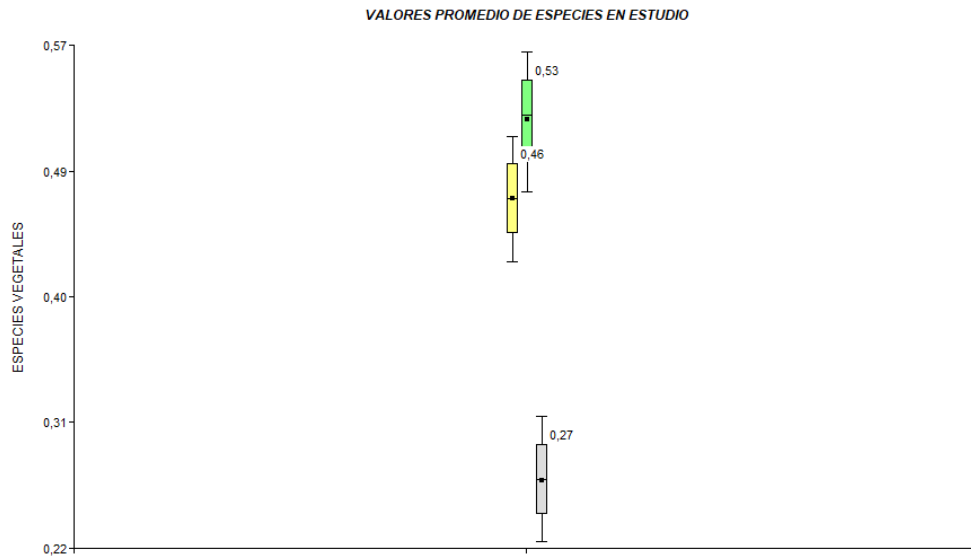
Por otro lado, al establecer la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov se pudo determinar que la especie arbustiva genera mayor adaptación y desarrollo en relación a las dos especies arbóreas, como se puede apreciar en la siguiente tabla. Menashe (2001), señala que de forma ya no genérica sino aplicada, la vegetación cumple un importante papel en términos de la prevención de movimientos en masa, de manera especial con relación a los deslizamientos superficiales en laderas.

Tabla 13.*Análisis de Kolmogorov*

Especie	Media	varianza	Estadístico D	p - valor
Aliso	0,47	9,20E-04	0,66	0,0003
Acacia	0,52	1,10E-03	0,68	0,0002
Azahar	0,26	8,90E-04	0,59	0,0020

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 9. Cuadro de bigotes para determinar el crecimiento de las especies en estudio.



Fuente: *Elaboración propia*

En la gráfica se puede apreciar la diferenciación existente entre cada una de las especies arbóreas y arbustivas, su adaptación y crecimiento son propias a cada una de ellas, así como también de los recursos que pueden aprovechar del suelo, para cumplir su proceso fisiológico.

Se debe establecer que cada una de las especies desempeña la vegetación entre otros, con los siguientes aspectos, según (Menashe, 2001).

- **Intercepción:** el follaje y los residuos de las plantas absorben la energía de la lluvia y previenen la compactación del suelo por el impacto de sus gotas directamente sobre la superficie.
- **Retención:** físicamente, el sistema de raíces amarra o retiene las partículas del suelo, además, las partes aéreas funcionan como trampas de sedimentos.
- **Retardación:** sobre la superficie, los residuos incrementan su aspereza, o dicho en otras palabras, aumentan el coeficiente de rugosidad del terreno, disminuyendo así la velocidad de escorrentía.
- **Infiltración:** las raíces y los residuos de las plantas ayudan a mantener la porosidad y permeabilidad del suelo.
- **Transpiración:** el agotamiento de la humedad del suelo por las plantas retrasa la saturación y con ello la aparición de escorrentía superficial; es muy importante la

función que cumple la vegetación en la regulación de humedad del suelo: árboles grandes individuales pueden absorber entre 100 y 150 litros de agua por día soleado.

6 IMPACTOS.

6.7 Social.

La protección biológica del talud beneficiaría a 2500 habitantes de la parroquia Belisario Quevedo, especialmente a los usuarios del canal de riego Belisario Quevedo y a las personas que transitan a diario por canal, evitando los constantes deslizamientos de tierra que ponía en peligro a los habitantes.

6.8 Ambiental.

La protección biológica implementado con las especies Aliso (*Alnus acuminata*), acacia negra (*Acacia melanoxylon*) y el Azahar (*Murraya paniculata*) ayuda a la restauración de los suelos degradados, evita la erosión del suelo, sirve como cortina rompe vientos, protege cuencas hidrográficas y estabilización de taludes.

En la parroquia Belisario Quevedo existe una experiencia que esta junto al lugar de estudio, se está realizando 5 has de conservación de suelos utilizando especies nativas

6.9 Económico.

La implementación de la protección biológica es una alternativa buena y menos costosa sobre todo amigable con el medio ambiente. Una especie nativa cuesta de 0,50ctv a 1 dólar, mientras que para la estabilización de talud mediante hormigón el m² está costando 47,64 dólares.

11 PRESUPUESTO DE LA ELABORACIÓN DL PROYECTO.

Tabla 14.

Presupuesto para la Elaboración del Proyecto.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	PRECIO TOTAL.
RECURSO HUMANO				
ESTUDIANTES	U	2.00	20.00	40.00
RECURSOS MATERIALES				
Lápiz	U	2.00	0.60	1.20
Libreta de campo	U	1.00	1.50	1.50
Esferos pilas	U	2.00	0.75	1.50
Cinta métrica	U	1.00	1.00	1.00
Pilas	U	1.00	4.00	4.00
Alquiler de GPS	U	3.00	10.00	30.00
Cámara	U	8.00	10.00	80.00
Anillado	U	4.00	2.00	8.00
PLANTAS NATIVAS				
Aliso	U	250.00	2.00	500.00
Acacia	U	250.00	2.00	500.00
Azahar	U	500.00	0.50	250.00
RECURSOS TECNOLOGICOS				
Internet	HORA	300.00	0.60	180.00
Copiadora	U	150.00	0.10	15.00
OTROS				
Transporte	VIAJES	6.00	5.00	30.00
Alimentación	U	10.00	3.00	30.00
SUB.TOTAL				1.672,2
IMPREVISTO10%				167,2
TOTAL.				1.842,4

Fuente: *Elaboración propia.*

12 CONCLUSIONES.

- Se concluye que el talud existente, necesita tener una protección biológica, dado a que las condiciones del tipo de suelo y a las condiciones climáticas acompañadas de las precipitaciones que existen en la localidad puede generar una destrucción del mismo, lo que limitaría el acceso al recurso hídrico para el desarrollo de las distintas actividades que se desarrollan en la parroquia.
- De las especies involucradas en la presente investigación se puede determinar que la especie arbustiva presenta condiciones favorables para la protección del talud por sus propias características botánicas y fisiológicas que permiten no solo la protección del talud sino por el contrario realizan un aporte importante en el componente ambiental.
- De las dos especies arbóreas y la especie arbustiva, según el porcentaje de prendimiento se puede manifestar que la especie arbustiva presenta una mayor adaptación a las condiciones existentes en la localidad, siendo esta especie la que mejores características presenta en función de su propia condición fisiológica en relación al aliso y a la acacia.

13 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar la protección del talud en base al establecimiento de la protección biológica, siendo las autoridades y la directiva de la junta del agua de riego quienes deben velar por el cuidado y protección del talud, garantizando el aprovechamiento del recurso hídrico para la utilización en las distintas actividades que se desarrollan en la parroquia.
- Se recomienda realizar la alternancia propuesta, aliso, azahar y acacia negra como estrategia de protección del talud, dado que esta permite no solo la adaptación de cada una de ellas sino por el contrario mejorar las condiciones ambientales en el medio.
- Se recomienda la utilización de la especie arbustiva Azahar de la india dado que su propio comportamiento permite no solo proteger las condiciones del talud, sino por el contrario brinda una alternativa ecológica y ambiental adecuada para el equilibrio ecosistémico de la zona, a más de mejorar las condiciones de las unidades del paisaje propias de la localidad.

14 BIBLIOGRAFIA

- Acuña, R. (2015). *Sistema de Recubrimiento de Manto Vivo para Taludes de Alta Pendiente*.
- Baptista, P., & Fernandez, C. (2014). *Metodología de la investigación*. 633.
- Barragán, A. (2007). *Conozcamos sobre Deslizamientos* (p. 16). p. 16.
- Belisario Quevedo. PDYOT. (2019). *Gobierno autónomo*. 78–90. Retrieved from http://belisarioquevedo.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2019/03/PDYOT_FINAL_2018.pdf
- Br, R., & Starr, K. (2015). *Acacia melanoxylon, R.Br.* 1–10.
- Brack, A., & Mendiola, C. (2000). Ecología del Perú. In *Ecología del Perú* (2a ed.). Retrieved from https://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_t14.htm
- Bustamante, F. (2018). *Universidad autónoma de guerrero*.
- Cajal, A. (2014). Investigación de campo: características, tipos y etapas. *Al-Qantara*, 13. Retrieved from http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lco/mendez_r_jj/capitulo4.pdf
- Carranza, S. (2007). Revisión bibliográfica sobre *Acacia melanoxylon*: su silvicultura y su madera. *Revista de La Facultad de Agronomía, La Plata*, 106(2), 145–154.
- Chacón, J. (2012). Movimientos de ladera : clasificación , descripción y evolución espacial y temporal Landslides : classification , description and temporal and spatial evolution. *Revista de Geología Aplicada a La Ingeniería y Al Ambiente*, (January 2012), 73–89.
- Concha, R., & Fernández, B. (2019). *EVALUACIÓN GEOLÓGICA-GEODINÁMICA DEL DESLIZAMIENTO DE HUARI, DEPARTAMENTO DE ANCASH*). 1–36.
- Corominas, J. (2004). Tipos De Rotura En Laderas Y Taludes. *Ingeniería Del Terreno Ingeoter4*, (1989), 191–213. Retrieved from <http://www2.etcg.upc.edu/asg/Talussos/pdfs/ClasificacionDeslizamientos.pdf>
- Cotler, H., Sotelo, E., Dominguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S., & Quiñones, L. (2007). La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta Ecológica*, 83(2007), 5–71. Retrieved from http://dialnet.unirioja.es/servlet/dcfichero_articulo?codigo=2875596&orden=0
- Díaz, J. (1989). *Deslizamientos y Estabilidad Taludes en Zonas Tropicales*. 1–472.
- Enríquez, J. (2012). Dinámica de flujo de lodos. *Unimar*, 43–54.
- Escobar, G. (2017). Manual de geología para ingenieros. *Universidad Nacional*, 281–306. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/>
- Fernández, J. (2015). *Obras Urbanas*. 58–61. Retrieved from

- <https://www.obrasurbanas.es/revistas/revista-obras-urbanas-54/>
- Fernández, J. (2016). La vegetación en taludes. *Obras Urbanas* número 54.
- Ferrer, M. (1988). *Delizamientos , desprendimientos, flujos y avalanchas* (I. G. y M. de España, Ed.). Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BhIDV88yvzWC&oi=fnd&pg=PA175&dq=deslizamientos+de+taludes&ots=F-GIRjFX7w&sig=9N9lrjKAI3R1D7h_ElVkpakHJuo#v=onepage&q=deslizamientos de taludes&f=false
- INEC. (2010). *13_Pobl_Prov_Cant_Parr_Sexo* (p. 1). p. 1. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/?s=POBLACIÓN+POR+SEXO%2C+SEGÚN+PROVINCIA%2C+PARROQUIA+Y+CANTÓN+DE+EMPADRONAMIENTO>
- Jaramillo, J. L., Ospina, C. M., Gil, Z. N., Montoya, E. C., & Benavides, P. (2011). Avances en la biología de *Corthylus zulmae* (Coleoptera: Curculionidae) en plantaciones de *Alnus acuminata* (Betulaceae). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1), 48–55.
- Judge, E. (2019). *Reforestación En 7 Pasos*. Retrieved from https://ppdpanama.org/files/publicaciones/1b._DIGITAL_Diagrama_Reforestacion_26102019_1_.pdf
- Kunth. (1817). *Alnus acuminata*. *Nova Genera et Species Plantarum* 2, 30(1), 337–344.
- Lázaro Pérez Bravo, Y., Reyes Quintana, R., & Ríos Albuérne, C. (2006). Variables dasométricas relacionadas con la productividad de *Acacia mangium* Willd Dasometric variables related to the productivity of *Acacia mangium* Willd *Revista Centro Agrícola*. *Revista Centro Agrícola*, 44(2), 14–21. Retrieved from <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- León, J. (2001). *Estudio y Control de la Erosión Hídrica* (pp. 63–65). pp. 63–65. Medellín.
- Mariño, S. (2020). Universidad técnica de cotopaxi. In *Universidad técnica de cotopaxi* (Vol. 1). Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Martinez, C. (2018). Investigación Descriptiva: Tipos y Características. *Lifeder.Com*, 7.
- Matos Ayala, A. (2020). Investigación Bibliográfica: Definición, Tipos, Técnicas. *Lifeder*, 1–4. Retrieved from <https://www.lifeder.com/investigacion-bibliografica/>
- Matteis, Á. F. de. (2003). Geología y Geotecnia Tema : Estabilidad de taludes. *Universidad Nacional de Rosario*, 42.
- Mechán, J., & Sánchez, D. (2013). *Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil*.
- 57
- Menashe, E. (2001). Bio-Structural Erosion Control. Obtenido de Bio-Structural Erosion

Control: Incorporating Vegetation Into Engineering Designs to Protect Puget Sound Shorelines, 20.

- Montero, J. (2017). Clasificación de movimiento en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia. In *Clasificación de movimiento en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia*. <https://doi.org/10.32685/9789585978218>
- Monteros, I. (2012). *Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Civil*.
- Ojeda, M. (2019). *CAPITULO 3 Movimientos de masas - taludes*. 15–36. Retrieved from <https://docplayer.es/80250155-Capitulo-3-movimientos-de-masas-taludes.html>
- Ospina, C., Hernandez, R., Gomez, D., Godoy, J., Aristizabal, F., Patiño, J., ... Laricocondori, J. A. (2020). Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 1(2), 89–98. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101607><https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.02.034><https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cjag.12228><https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104773><https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.011><https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.011>
- Pereira Aldana, E. (2008). Medición Forestal. *Dendrometria*, 1–340.
- Pérez, E. A. (2005). *Estabilidad de taludes homogéneos*. 41, 57. Retrieved from www.tcpdf.org
- Pérez Santos, J. J. (2019). Factores que influyen en la estabilidad de taludes y laderas en suelo. Retrieved from <https://geoquantics.com/2019/10/21/factores-influyen-la-estabilidad-taludes-laderas-suelo/>
- Pinilla, J. (2000). *Descripción y Antecedentes Básico sobre Acacia dealbata, Acacia melanoxylon y Acacia mearnsii*. Concepción CHILE.
- Roldán, L. (2019). Ecología verde. Retrieved from Conservación del suelo: importancia, técnicas y prácticas. website: https://www.ecologiaverde.com/conservacion-del-suelo-importancia-tecnicas-y-practicas-2194.html#anchor_1
- Sanchez, J. (2016). *Murraya : Murraya paniculata*. 1(5), 18–32.
- Semarnat. (2010). *Prácticas de reforestación Manual Básico*. Retrieved from https://ppdpanama.org/files/publicaciones/1b._DIGITAL_Diagrama_Reforestacion_26102019_1_.pdf
- Suarez, J. (2001). *(Control of erosion in tropical areas)*.
- UNAD. (2013). Manejo y Conservación de Suelos. *Universidad Nacional Abierta y a*

Distancia – UNAD. Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades Contenido Didáctico Del Curso Metodología Del Trabajo Académico. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Del Medio Ambiente., 329.

Valiente, R., Sobrecases, S., & Díaz, A. (2016). Estabilidad de taludes: Conceptos básicos, parámetros de diseño y métodos de cálculo. *Revista Civilizate*, (7), 50–54. Retrieved from <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/76781>

15 ANEXOS.

Fotografía 1

Socialización a las Habitantes sobre el Proyecto



Nota. *Reunión con los beneficiarios del proyecto y el presidente de la junta de riego Belisario Quevedo.*

Fotografía 2

Entregas de plantas por parte de la prefectura.



Nota. *Recepción de plantas de parte del vivero de la prefectura*

Fotografía 3.

Socialización y explicación de cómo plantar.



Nota. Indicaciones a las personas para la plantación de la plantas.

Fotografía 4.

Siembra de plantas



Nota. Plantación de las especies arbóreas y arbustivas.

Fotografía 5.

Medición de las plantas.



Nota. Registro de los datos mensuales dependiendo su parámetro.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“PROTECCIÓN BIOLÓGICA DEL TALUD JUNTO AL CANAL DE RIEGO BELISARIO QUEVEDO CON DOS ESPECIES ARBÓREAS (*Acacia melanoxylon*), (*Alnus acuminata*), Y UNA ESPECIE ARBUSTIVA (*Murraya paniculata*), EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA, 2022,”** presentado por: **Patín Guaquipana Gerardo Oswaldo, Toapanta Yáñez Anthony Roberth**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería en Medio Ambiente**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, marzo del 2022

Atentamente,



MAYRA CLEMENCIA
NOROÑA HEREDIA

Mg. Mayra Clemencia Noroña Heredia
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0501955470



CENTRO
DE IDIOMAS



Plagiarism Detector X Originality Report

Similarity Found: 4%

Date:	martes, abril 19, 2022
Statistics:	459 words Plagiarized / 12499 Total words
Remarks:	Low Plagiarism Detected

/ UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Medio Ambiente. Autores: Patín Guaquipana Gerardo Oswaldo Toapanta Yanez Anthony Roberth Tutor: Ing. Daza Guerra Oscar René Mg.

Latacunga – Ecuador Marzo 2022