

**DETERMINACION E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION
MEDIANTE CERCA VIVA EN EL EMBALSE LA COPA UBICADA EN EL
MUNICIPIO DE TOCA DEPARTAMENTO DE BOYACA COLOMBIA**

**ANGELA ROCIO BARRERA GALVIS
SILVIA NATALIA CACERES DUARTE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL
MALAGA
2016**

**DETERMINACION E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION
MEDIANTE CERCA VIVA EN EL EMBALSE LA COPA UBICADA EN EL
MUNICIPIO DE TOCA DEPARTAMENTO DE BOYACA COLOMBIA**

**ANGELA ROCIO BARRERA GALVIS
SILVIA NATALIA CACERES DUARTE**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Forestal**

**Director
LUIS HERNANDO CORDERO PEREZ
Ingeniero Forestal. M.Sc**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL
MALAGA
2016**

***“Se alcanza el éxito convirtiendo cada paso en una meta
y cada meta en un paso”
Carlos Cortez***

DEDICATORIA

A Dios, por darme fuerza para seguir adelante. A mis padres Héctor y Evelia por su apoyo, ayuda en los momentos difíciles, por su comprensión, trabajo y sacrificio, porque de ellos aprendí el valor de la perseverancia y la importancia de la educación.

A mis hermanas Sandra, Patricia y Marcela, a mis cuñados Edison e Ignacio y a mi sobrino Juan Sebastián quienes con su apoyo moral me ayudaron a no abandonar la batalla contra la adversidad.

Carlos y Frehiman quienes han sido apoyo incondicional, les agradezco no solo por la ayuda brindada, sino por los buenos momentos que convivimos, son grandes personas y me encanta tenerlos a mi lado.

A mis amigos, gracias por sus palabras de aliento que nunca me dejaron decaer.

ANGELA ROCIO BARRERA GALVIS

iiiiGRACIAS!!!!

DEDICATORIA

Inicialmente deseo dedicarles este trabajo especial a todas las personas que siempre creyeron en mí, es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo.

A **Dios**, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, a mi madre **Graciela Duarte** por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por inculcarme que debo ser mejor cada día pero más que nada, por su amor, a mi padrastro **Libardo Herrera** por su apoyo incondicional, y a todos mis familiares que de una u otra manera estuvieron pendientes del desarrollo de mi trabajo de grado.

SILVIA NATALIA CACERES DUARTE

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a **M.Sc. LUIS HERNANDO CORDERO P.** que con gran profesionalismo asesoro nuestro trabajo de grado.

Un especial agradecimiento a **USOCHICAMOCHA** por habernos brindado la disponibilidad del uso de sus instalaciones, recurso humano, materiales y equipo para el desarrollo de nuestro trabajo.

Al **DR. MARIO ACEVEDO LÓPEZ** gerente y a todas las personas de **USOCHICAMOCHA** por su gran colaboración que directa e indirectamente han hecho posible la culminación y el éxito de este trabajo.

De manera especial al Ingeniero **FREHIMAN RODRIGUEZ CORZO** quien brindo una desinteresada colaboración en la elaboración de nuestro trabajo de grado.

A don **EXELINO SUAREZ AMESQUITA** por su tiempo y colaboración en campo durante la elaboración de este proyecto.

A **FREDDY OSWALDO JAIMES ALVARADO Ing. Civil**, asesor durante el desarrollo de este proyecto.

LIZZETH MARCELA BARAJAS, doc. Química asesora durante el desarrollo de este proyecto.

ELSA JUDITH MACÍAS BERMÚDEZ Ing. Geóloga, asesora durante el desarrollo de este proyecto.

A la **UIS sede Málaga** nuestro más grande agradecimiento.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	27
1. PROBLEMA	28
2.JUSTIFICACION	28
3.OBJETIVOS	29
3.1.OBJETIVO GENERAL	29
4.MARCO REFERENCIAL	30
4.1.AREA DE ESTUDIO	30
4.1.1.Delimitación	30
4.2.MARCO HISTORICO	31
4.3.MARCO TEORICO	32
4.4.MARCO LEGAL	35
4.5.MARCO CONCEPTUAL	41
5.PROCESOS METODOLOGICOS	46
6.METODOLOGIA	47
6.1.RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DEL TERRENO, CON IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS, SOCIALES Y TOPOGRÁFICAS RELEVANTES	47

6.1.1.Obtención de la información socio-económica.....	47
6.1.1.1.Información suministrada por usochicamocha.....	47
6.1.1.2.Información recolectada por medio de encuesta	48
6.2.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	48
6.2.1.Apoyo cartográfico	48
6.2.2.Altimetría y nivelación del terreno	49
6.2.2.1.Estacado	49
6.2.2.2.Geo referenciación.....	49
6.2.2.3.Elaboración de la cartografía y mapificación.....	49
6.3.CARACTERIZACIÓN EDÁFICA	49
6.3.1.Toma de muestras	50
6.3.1.1.Análisis granulométrico de suelos.....	50
6.3.1.2.Análisis textural de suelos mediante el método Bouyucos.....	51
6.4.CARACTERIZACIÓN DE FLORA.....	51
6.4.1.Identificación taxonómica de las especies más representativas en el área ..	52
6.5.CARACTERIZACIÓN CLIMATICA.....	52
6.6.RECOMENDACIÓN DE ESPECIES	53
6.7.DISEÑO DE PLANTACIÓN	53
6.8.APLICACIÓN DE CORRECTIVOS AL SUSTRATO	53
7.RESULTADOS.....	54

7.1.RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DEL TERRENO, CON IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS, SOCIALES Y TOPOGRÁFICAS RELEVANTES	54
7.1.1.Obtención de la información socio-económica:.....	54
7.1.1.1.Actividad ganadera	56
7.1.1.2.Ingresos y egresos.....	58
7.1.1.3.Tenencia de la tierra	58
7.1.1.4.Tamaño de los Predios	59
7.1.1.5.Captación de recursos en las unidades de producción familiar	59
7.1.1.6.Servicios de la vivienda.....	60
7.1.1.7.Calidad y tipo de Infraestructura	61
7.1.1.8.Disponibilidad de agua en verano.....	61
7.1.2.Demografía.	62
7.1.2.1.Población	62
7.1.2.2.Distribución de la población por edad	62
7.1.2.3.Grado de escolaridad de la población.....	63
7.1.2.4.Alimentación	64
7.1.2.5.Principales Enfermedades	65
7.1.2.6.Plagas existentes.....	65
7.1.2.7.Organización Comunitaria.....	67
7.1.2.8.Contaminación en la Embalse La Copa.....	68
7.2.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	69

7.2.1.Recursos.....	69
7.2.1.1.Logística.....	69
7.2.1.2.Recurso Humano	69
7.2.1.3.Equipo de campo	70
7.2.1.4.Equipo de oficina	71
7.2.2.Apoyo cartográfico	71
7.2.2.1.Recurso Técnico	71
7.2.2.2.Puntos de control	71
7.2.3.Altimetría y nivelación del terreno	72
7.2.3.1.Estacado	73
7.2.3.2.Geo referenciación GPS	73
7.2.3.3.Elaboración de la cartografía y mapificación.....	73
7.3.CARACTERIZACIÓN EDAFICA.	74
7.3.1.Procesos de Granulometría	75
7.3.1.1.Muestra: Rio Grande.....	78
7.3.1.2.Muestra: Don Tito.	83
7.3.1.3.Muestra: la estrella.....	86
7.3.1.4.Muestra: La Punta.....	89
7.3.1.5.Muestra: Portugalete.....	92
7.3.1.6.Muestra: Compuerta 1.	95
7.3.1.7.Muestra: Compuerta 2	98
7.3.2.Métodos analíticos para análisis de suelos.....	102

7.3.2.1.Determinación de PH en suelo	103
7.3.2.2.Determinación de textura del suelo.....	106
7.4.ANALISIS QUIMICOS DE SUELOS	108
7.5.CARACTERIZACIÓN DE FLORA.....	109
7.5.1.Identificación taxonómica de las especies más representativas en el área	111
7.6.CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.....	112
7.6.1.Isoyetas.....	112
7.6.2.Isotermas	115
7.6.3.Evapotranspiración potencial (ETP).....	116
7.6.4.Balance hídrico	116
7.7.RECOMENDACIÓN DE ESPECIES.....	118
7.8.DISEÑO DE PLANTACIÓN	125
7.9.PLANTACIÓN	126
8.CONCLUSIONES	130
9.RECOMENDACIONES.....	132
BIBLIOGRAFIA	133
ANEXOS	138

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Animales presentes dentro de las unidades agrícolas de producción (UAP).....	57
Grafica 2. Ingresos y egresos de las familias pertenecientes al Embalse La Copa.	58
Grafica 3. Tipo de relieve presente en la Embalse La Copa.	59
Grafica 4. Captación de agua para las viviendas de la Embalse La Copa	60
Grafica 5. Servicios presentes en las viviendas de la Embalse La Copa.....	60
Grafica 6. Tipo de construcción para las viviendas del sector	61
Grafica 7 Captación y disponibilidad de agua en verano del Embalse La Copa. .	62
Grafica 8. Distribución de la población por edad del Embalse La Copa	63
Grafica 9. Grado de escolaridad de los habitantes del Embalse La Copa	63
Grafica 10. Principales productos de la canasta familiar de la población del Embalse La Copa.	64
Grafica 11. Enfermedades más frecuentes en los habitantes del Embalse La Copa.	65
Grafica 12. Plagas existentes en las viviendas del Embalse La Copa.....	66
Grafica 13. Manejo de residuos sólidos en el Embalse La Copa	67

Grafica 14. Organización poblacional de los habitantes en el Embalse La Copa ..	68
Grafica 15. Porcentaje de contaminación dentro del área de la Embalse La Copa.	68
Grafica 16. Interpretación de la Curva Granulométrica.....	76
Grafica 17. Curva Granulométrica (muestra Rio Grande).....	80
Grafica 18. Curva Granulométrica (muestra Don Tito).....	85
Grafica 19. Curva Granulométrica (muestra Rio Grande).....	88
Grafica 20. Curva Granulométrica (muestra la punta)	91
Grafica 21. Curva Granulométrica (muestra Portugalete).....	94
Grafica 22. Curva Granulométrica (muestra Compuerta)	97
Grafica 23. Curva Granulométrica (muestra Compuerta 2)	100
Grafica 24. Resumen de clases texturales para la muestras analizadas.....	101
Grafica 24. Escala de PH.....	106
Grafica 25. Precipitación anual registrada por la estación meteorológica La Copa	113
Grafica 26. Precipitación anual registrada por la estación meteorológica La Chorrera.....	114
Grafica 27. Precipitación anual registrada por la estación meteorológica San Cristóbal.....	115
Grafica 28. Balance hídrico en porcentaje para el embalse la copa	117

Grafica 29. Disponibilidad de agua en suelos bien graduados	118
---	-----

LISTA DE IMÁGENES

Pág.

Imagen 1.Vista general del embalse La Copa. Municipio de Toca.....	30
Imagen 2 Entrevistas de la parte noroccidental en la vereda Leonera Municipio de Toca.....	55
Imagen 3. Áreas cultivadas pertenecientes a terrenos del embalse la Copa.....	56
Imagen 4. Actividad ganadera como invasión en terrenos pertenecientes al embalse la Copa.	57
Imagen 5. Panorámica del terreno para el levantamiento perimetral del embalse La Copa.....	69
Imagen 6.Personal encargado de realizar el levantamiento topográfico del terreno.....	70
Imagen 7. Nivel Electrónico, marca TOPCON. Ref DL-102C utilizado en el levantamiento.....	70
Imagen 8.Ubicación vértice GPS-4.....	71
Imagen 9.Ilustración del proceso de nivelación	72
Imagen 10. Acciones para la toma de muestras de suelos en uno de los puntos seleccionados.....	76
Imagen 11.Macerado de las muestras para posteriormente ser llevado al proceso tamizado.....	77

Imagen 12. Proceso de tamizado en el laboratorio de Suelos de la Universidad Industrial de Santander	78
Imagen 13. Toma de datos (peso-gramos) para cada sustrato retenido en los tamices.....	78
Imagen 14. Cobertura general del área denominada Río Grande	79
Imagen 15. Cobertura general del área denominada Don Tito	83
Imagen 16. Cobertura general del área denominada La Estrella con características de suelo visiblemente uniformes.....	86
Imagen 17. Cobertura general del área denominada La Estrella con presencia de individuos de E.globulus	89
Imagen 18. Cobertura general del área denominada Portugalete con un sistema de riego tomado directamente del embalse, para el cultivo de papa	92
Imagen 19. Vista del relieve y la compuerta activa en el área denominada Compuerta 1	95
Imagen 20. Vista lateral y cobertura general del área denominada Compuerta 2... ..	98
Imagen 21. Soluciones estándar tampón de pH 4, 7 y 10	104
Imagen 22. Ubicación de cada una de las muestras en erlenmeyer de 25 ml.....	105
Imagen 23. Lectura de PH con ayuda del Phmeter	105
Imagen 24. Ubicación de las muestras de suelos en los tubos de ensayo aforados	108
Imagen 25. Plateo y ahoyado como labores previas a la plantación.	127

Imagen 26. Determinación de la densidad de plantación	127
Imagen 27. Transporte de correctivos y fertilizantes.....	128
Imagen 28.Plantación de individuos sobre la cota de levantamiento.....	128
Imagen 29.Labores culturales de riego como proceso posterior a la plantación	129

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Datos generales poblacionales	54
Tabla 2. Datos procesados posterior al tamizado (muestra Rio Grande).	79
Tabla 3. Análisis de textura según la clasificación internacional (muestra Rio Grande).....	80
Tabla 4. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Rio Grande).	80
Tabla 5. Relación entre textura y comportamiento probable del suelo	82
Tabla 6. Clases texturales	83
Tabla 7. Datos procesados posterior al tamizado (muestra Don Tito).	84
Tabla 8. Análisis de textura según la clasificación Internacional (Don Tito).....	84
Tabla 9. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Don Tito).	84
Tabla 10. Datos procesados posterior al tamizado (muestra La Estrella).....	87
Tabla 11. Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra La Estrella).....	87
Tabla 12. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra La Estrella).....	87
Tabla 13. Datos procesados posterior al tamizado (muestra La Punta).	90
Tabla 14. Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra La Punta).	90
Tabla 15. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra La Punta).	90
Tabla 16. Datos procesados posterior al tamizado (muestra Portugalete).	93

Tabla 17. Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra Portugalete).	93
Tabla 18. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Portugalete).	93
Tabla 19. Datos procesados posterior al tamizado (muestra Compuerta).	96
Tabla 20. Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra Compuerta).	96
Tabla 21. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Compuerta).	97
Tabla 22. Datos procesados posterior al tamizado (muestra Compuerta 2).	99
Tabla 23. Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra Compuerta 2).	99
Tabla 24. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Compuerta 2).	100
Tabla 25. Resultados de PH según las lecturas del PHmeter para el total de muestras analizadas	106
Tabla 26. Resultados texturales según el método de Bouyucos	108
Tabla 27. Interpretación de análisis químico de suelos	109
Tabla 28. Polígonos y áreas evaluadas para llevar a cabo la caracterización de flora.	110
Tabla 29. Especies forestales más encontradas en el área de influencia directa al embalse La Copa.	111
Tabla 30. Registros de precipitación total anual para el municipio de Toca según la estación 24035040 La Copa	112

Tabla 31. Registros de precipitación total anual para el municipio de toca según la estación 24037590 La Chorrera.....	113
Tabla 32. Registros de precipitación total anual para el municipio de toca según la estación 24035300 San Cristóbal	114
Tabla 33. Registros de temperatura para cada una de las estaciones	115
Tabla 34. Balance hídrico en superficie (m2) para el embalse la Copa	117

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Levantamiento topográfico de la cota de plantación	138
Anexo B. Mapa de Isoyetas embalse La Copa	138
Anexo C. Mapa de Isotermas embalse La Copa.....	139
Anexo D. Mapa de Balance Hídrico secuencial para el embalse La Copa	140
Anexo E. Mapa de unidades de Muestreo	142
Anexo F. Mapa de plantación	143
Anexo G. Distribución de especies sobre la cota de plantación	144
Anexo H. Modelo de encuestas aplicada a la población.....	145
Anexo I. Análisis químicos de suelos.....	149
Anexo J Presupuesto para la plantación del embalse La copa en Toca Boyacá.	158

RESUMEN

TITULO: DETERMINACION E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION MEDIANTE CERCA VIVA EN EL EMBALSE LA COPA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE TOCA DEPARTAMENTO DE BOYACA COLOMBIA.

AUTORES: ANGELA ROCIO BARRERA GALVIS
SILVIA NATALIA CACERES DUARTE

PALABRAS CLAVES: CURVA DE NIVEL, CERCA VIVA, BALANCE HIDRICO, TEXTURA DEL SUELO

DESCRIPCION:

Se presenta un estudio de caracterización climática, topográfica y de suelos para la cota máxima de llenado del embalse La Copa, municipio de Toca-Boyacá, correspondiente a una elevación de 2763,5 m.s.n.m a fin de realizar la implementación de una cerca viva, con especies adaptables al régimen hídrico y a la clase textural presente en el área. Este proceso, en sus primeros estadios de desarrollo llevó a cabo un levantamiento topográfico de alta precisión sobre la cota ya mencionada, arrojando un perímetro total de 27011,8727 m y un área de 8715913,52 m². Posteriormente se realizan estudios socioeconómicos para la mayoría de los predios colindantes determinando la calidad de vida de la población y la influencia que estos presentaban sobre el recurso hídrico. Para el manejo y determinación de las especies a plantar, se efectuaron análisis granulométricos y texturales de suelo para 7 (siete) sectores con características de pendiente y suelo significativas, donde con ayuda de los coeficientes propios de uniformidad y curvatura se demostró la homogeneidad de los sustratos en función de la disposición de sus agregados. Estos análisis arrojaron en su mayoría texturas arcillosas y francas con un PH ácido, lo cual infiere una cantidad óptima de nutrientes aprovechables en el primer horizonte del suelo, correspondiente a los 30 cm de profundidad utilizados para el muestreo. Por último se trabajó sobre los datos meteorológicos de 3 (tres) estaciones, recolectando datos de precipitación y temperatura para un periodo secuencial de 10 años, para determinar así el balance hídrico respectivo, que finalmente estipula el régimen biofísico para la recomendación y distribución de especies.

***Trabajo de grado**

**** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia "IPRED". Programa Ingeniería Forestal, Director: Luis Hernando Cordero Pérez, Ingeniero Forestal, Magíster Scientiae.**

ABSTRACT

TITLE: DETERMINACION E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION MEDIANTE CERCA VIVA EN EL EMBALSE LA COPA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE TOCA DEPARTAMENTO DE BOYACA COLOMBIA

AUTHOR: ANGELA ROCIO BARRERA GALVIS
SILVIA NATALIA CACERES DUARTE

KEY WORDS: CURVE LEVEL HEDGES, WATER BALANCE, SOIL TEXTURE

DESCRIPTION:

a study of climate, topography and soil characterization for corresponding to an elevation of 2763.5 meters in order to make the implementation of a living fence peak filling the reservoir Cup, municipality of Toca-Boyacá, is presented, adaptable to water regime and textural class this species in the area. This process, in its early stages of development carried out a survey of high precision on the aforementioned dimension, giving a total 27,011.87 perimeter of 27 m and an area of 8,715,913.52 m². Later socioeconomic studies are conducted to most neighboring properties determining the quality of life of the population and the influence they had on water resources. For handling and determination of the species to plant, grain size analysis and textural soil for 7 (seven) sectors slope characteristics were made and soil significant, where with the help of proper coefficients of uniformity and curvature homogeneity of demonstrated substrates according to the arrangement of their aggregates. These analyzes yielded mostly clayey and loamy textures with an acid pH, which infers an optimal amount of usable nutrients in the first soil horizon, corresponding to the 30 cm depth used for sampling. Finally we worked on the meteorological data of three (3) seasons, collecting data on precipitation and temperature for a sequential period of 10 years to determine the respective water balance, which ultimately provides the biophysical regime for the recommendation and distribution of species.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia "IPRED". Programa Ingeniería Forestal, Director: Luis Hernando Cordero Pérez, Ingeniero Forestal, Magíster Scientiae.

INTRODUCCIÓN

El embalse la copa es una formación artificial de agua asentada en la vereda Centro Abajo, al occidente del municipio de Toca, en el departamento de Boyacá. Su objetivo principal es proporcionar el servicio de riego y drenaje para satisfacer las necesidades hídricas en la parte alta del río Chicamocha, correspondientes a los municipios de Duitama, Firavitova, Nobsa, Paipa, Sogamoso, Tibasosa e Iza.

El presente estudio contempla los trabajos pertinentes para llevar a cabo la implementación de un sistema de protección a manera de árboles en línea en todo el perímetro del embalse, partiendo de un levantamiento topográfico sobre la cota de mayor elevación como lindero diferencial entre las propiedades colindantes; para esto, es necesario realizar un análisis de suelos en las pendientes representativas, con el objeto de definir las texturas y estructuras propias de cada muestra, las cuales proporcionan indicativos para inferir características intrínsecas de los sustratos y optar por las especies más convenientes según estos y según la zona de vida a la cual pertenecen. La fecha de plantación figura en función de los datos obtenidos a partir del registro de las estaciones establecidas en el área de influencia directa y el procesamiento del respectivo balance hídrico a partir del manejo de isoyetas e isotermas.

1. PROBLEMA

Falta de protección e intervención forestal en el embalse La Copa, por parte de la corporación autónoma de Boyacá, INCODER y UsoChicamocha. El embalse la copa ubicado en el municipio de Toca departamento de Boyacá presenta condiciones de desprotección ante cualquier factor climático ambiental y social que afecta de manera directa e indirecta el buen funcionamiento y servicio que este presenta; viéndose como principales afectados los usuarios que hacen parte de este proyecto como es el caso de los municipios de Tibasosa, Paipa, Sogamoso, Nobsa, Duitama y las entidades que se encuentran a cargo la cual tiene como responsabilidad garantizar el buen uso, calidad y eficiencia de este servicio.

2. JUSTIFICACION

Los árboles y arbustos producen una gran variedad de bienes y servicios para la humanidad generando una gran importancia en la conservación de los recursos hídricos y evitando desequilibrios en los ecosistemas. Sin embargo en grandes partes de Boyacá se ha encontrado zonas cercanas a cuencas y espejos de agua desprotegida y como consecuencia se presenta el incremento de erosión y degradación de suelos, igualmente se ha venido degradando la fauna y flora de dichas áreas.

Con la variación climática es evidente el trastorno en el régimen hídrico el cual estimula el deterioro de ecosistemas aledaños al embalse la Copa ubicado en el municipio de Toca de ahí la importancia en la implementación y conservación de prácticas y normas medioambientales

Todas las técnicas agroforestales cuentan con gran potencia para la conservación de la biodiversidad local y regional, particularmente de las especies vegetales nativas. Debido a su estructura dimensiones y permanencia la cerca viva, en

numerosas ocasiones, constituye pieza clave en estrategias de conservación de la biodiversidad nativa regional en medio de sistemas de producción homogéneos. (Current 1997). Por ello, no se puede promover sistemas sin analizar los beneficios reales que pueden recibir los campesinos de acuerdo a sus necesidades y bajo las condiciones locales de mercado. Así que este trabajo pretende contribuir a la compensación de los usos y beneficios generados a Usochicamocha, mediante el embalse y su sistema de riego a la comunidad en general.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de cerca viva como protección al embalse la Copa ubicado en el municipio de Toca Boyacá, realizando las prácticas silviculturales adecuadas según las características del sitio.

3.2. ESPECIFICOS

Identificar los factores climáticos, sociales, ecológicos y físicos presentes en el sitio de ejecución del proyecto.

Delimitar topográficamente la cota superior y zona de amortiguación del embalse ya que sobre 2.673,5 se plantara las especies para la cerca viva.

Recomendar las especies apropiadas que cumplan los requerimientos edáficos, protección al embalse y características para formar cerca viva.

Realizar los estudios físicos químicos del suelo en el área de trabajo para determinar las especies a plantar.

Adecuar el suelo según los resultados del estudio para realizar una posterior siembra con las especies seleccionadas.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. AREA DE ESTUDIO

4.1.1. Delimitación: La Copa es un cuerpo de agua artificial situado en la vereda Centro Abajo, Leonera y San Francisco del municipio de Toca, sobre la Cordillera de los Andes en el centro del departamento de Boyacá. La imagen 1. Muestra una perspectiva general del Embalse en donde se aprecia el nivel de llenado del mismo.

Imagen 1. Vista general del embalse La Copa. Municipio de Toca.



Tiene una extensión aproximada 880 hectáreas y profundidades hasta de 33.5 metros. El acceso principal se encuentra en dirección nororiente en el kilómetro 21 entre las poblaciones de Chivatá y Toca por una vía sin pavimentar que conecta la vereda San Francisco. Allí se encuentra la finca Yerbabuena. Este lugar es de clima frío (con temperaturas que oscilan entre los 13 y los 16°C).¹

El proyecto Determinación e implementación de un sistema de protección mediante cerca viva en el embalse la copa ubicada en el municipio de Toca

¹COLOMBIA.INSTITUTO COLOMBIANO DE DESARROLLO RURAL. RESOLUCION Nº 16-08. (18,Octubre, 2014).Por la cual se declara de utilidad pública e interés social la adquisición de la franja de terreno, mejoras, construcciones y anexidades de propiedad particular o de entidades públicas ubicadas dentro de la zona de embalse de la represa la copa. Tunja.: El Ministerio, 2014. p.6

departamento de Boyacá Colombia, tendrá una duración de seis (6) meses, tiempo en el cual se ejecutará el programa de acciones y estrategias a seguir en el transcurso del trabajo.

4.2. MARCO HISTORICO

Para el año de 1955 la firma ESCOBAR Y RODRIGUEZ preparo para el instituto de aprovechamiento de Aguas y Fomento Electrónico un informe en que recomendó construir la presa sobre el rio tuta lo cual fue diseñada en 1957 por la firma estadounidense J.Tipton; posteriormente la firma RESTREPO Y URIBE diseño para el INCODER el proyecto de riesgo por gravedad del Rio Chicamocha incluyendo la Represa de la Copa. (INCODER.2014) Para los años de 1986 a 1990 previa revisión de los diseños por la firma Restrepo Uribe Ltda; mediante contrato 032 de 1984, se construyó en el municipio de Toca la Represa. La Copa en el estrechamiento de las laderas del rio Chorrera, aguas debajo de la confluencia con el rio Siachoque. Que inicialmente las áreas de inundación fueron adquiridas por el INCORA, posteriormente por el HIMAT hasta la cota 2670 m.s.n.m; por considerarse que hasta esa fecha años 1990 y subsiguientes, solo se utilizarían los volúmenes almacenados aproximadamente en 55.000.000 m³ hasta la mencionada cota de 2670. Posteriormente y a medida que las necesidades de agua para riego lo requirieran se iría comprando los predios ubicados por encima de cota citada. Que en el año 1990 el HIMAT termino la construcción de la represa y su entrada en operación data del segundo semestre del mismo año. Que el embalse La Copa fue diseñado y construido para almacenar 70.000.000 m³, para el suministro de agua del distrito Alto Chiamocha y áreas adyacentes al embalse control de crecientes correspondientes a los aportes de la cuenca aferente. Que hasta la fecha, el embalse ha sido operado para almacenar 55.000.000 m³ correspondientes la cota 2.670, pero en razón de las necesidades de suministro de agua y por las mismas condiciones meteorológicas se hace necesario adquirir los predios ubicados entre las cotas 2.670 2.673.5 (m.s.n.m.) que corresponde a una franja de terreno de 163 hectáreas aproximadamente, para lograr el

almacenamiento de los 70.000.000 m³, como volumen total para el cual fue diseñada y construida la Represa, hecho que permitirá garantizar los volúmenes de agua en épocas de sequía para todos los fines, ya para el consumo humano, industrial y de riego y también ejercer el control de crecimiento en épocas de lluvia y de esta forma evitar inundaciones a predios particulares con los respectivos daños que ello llegara nuevamente a ocasionar.²

4.3. MARCO TEORICO

Una de las principales características en la utilización de las cercas vivas como sistema agroforestal o netamente forestal es el autoabastecimiento, es decir, constituye una fuente de ingresos económicos, a partir de su desarrollo avanzado, o bien a la hora de su aprovechamiento si su destino final es el comercio. Por otro lado, sus funciones, independientemente de la materia prima que pueda generar dentro de la fisiología establecida por la especie, es la de brindar un alineamiento específico sobre linderos, dar un soporte al suelo mediante su sistema radicular, regular la velocidad del viento, mejoramiento del paisaje, además de proporcionar un sin número de beneficios para la fauna y pedofauna. Según (Ospina, A, et al. 2004) la función principal de un sistema de árboles en línea es impedir el paso de personas y animales, al separar un lote de otro o fincas entre sí. Además, generalmente, provee otros servicios (refresco para animales, control de la erosión, potenciación de la vida del suelo, regulación natural de poblaciones de insectos, diversidad paisajística, refugio y alimento para avifauna, conexión de manchas de bosque, conservación de la biodiversidad, etc.) y productos (forraje de corte, frutas, abonos verdes, madera, leña, etc.). También se encuentran cercas vivas utilizadas para embellecer el paisaje y, en forma de setos, para ocultar una finca o parte de ella.³

² Ibid.,p.3.

³ OSPINA, A. ...[et. al.] Aproximación a la caracterización agroforestal. En: ACOSOC .Pensamientos y experiencias, aportes a la agroecología Colombiana. Mayo, 2004. vol. 2,no .2 p.16

A nivel ecológico, con la implementación de cercas vivas existe la posibilidad de reducir la presión del bosque asociadas con la protección y mejoramiento del suelo y con mejorar calidad del aire (secuestro de carbono).

(Jimenez, F. et al. 2001) Al igual que otras prácticas agroforestales, las cercas vivas reducen la presión sobre otros recursos de la cuenca, ayudando a su manejo, protección y rehabilitación⁴ siendo esta uno de los principales objetivos para la implementación de la cerca viva en el total del perímetro del embalse La Copa, actuando como barrera rompevientos.

(Murgueitio et al. Citado por Villanueva, C. et al. 2008). Según la composición de especies y estructura, como altura y diámetro de las copas, las cercas vivas pueden ser clasificadas como simples o multiestratos. De esta manera, las cercas vivas de clasificación multiestrata son aquellas que presentan más de dos especies con múltiples funciones y usos, y las más convenientes para el fin de este estudio, ya que por la extensión del embalse es de menester el establecimiento de más de una especie, debido a los cambios fuertes en el suelo, tales como pendiente, textura, estructura y nutrientes.⁵

Para el establecimiento de barreras vivas se buscan especies ecológicamente adaptadas al entorno, de rápido crecimiento, buen anclaje radical, tolerar largos periodos de sequía, resistir heladas, y fáciles de enraizar o reproducir vegetativamente, así, lo más recomendable es el establecimiento de especies nativas.

⁴ JIMENEZ, Fernando. ...[et . al.]. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales [online] .Costa Rica :CATIE, 2001. [Citado 6 Diciembre 2015]. Disponible en <https://books.google.com.co/books?id=jpYOAQAIAAJ&pg=PA63&lpg=PA63&dq=funci%C3%B3n+de+protecci%C3%B3n+de+las+cercas+vivas&source=bl&ots=zF5y6SWQaP&sig=P0qwmwili0oTO-II0H-Csp3Y4CE&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwig3YjZlqDLAhXCbR4KHdqFCfwQ6AEIVDAJ#v=onepage&q=funci%C3%B3n%20de%20protecci%C3%B3n%20de%20las%20cercas%20vivas&f=false>

⁵ VILLANUEVA, C.... [et . al.]. Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos .En: Serie técnica. Marzo, 2008. Vol.1, no. 372, p.10

Beneficios ambientales y económicos:

(Ospina, A, et al. 2004) Beneficios ambientales que ofrecen las cercas vivas:

- Tienen larga duración
- Dividen los potreros
- Marcan los linderos de la finca
- Dan sombra al ganado
- Producen madera
- Producen frutos para el consumo humano
- Sirven como alimento para el ganado
- Incrementan el valor de la finca
- Sirven como corta fuegos
- Aseguran un aire más saludable
- Mantienen y mejoran los suelos
- Disminuye la degradación del suelo y sus características mejoran por la fijación de nitrógeno por las plantas leguminosas.
- Aumenta la infiltración del agua gracias a la cobertura vegetal y los suelos mejor conservados.
- Disminuye la contaminación ambiental porque los árboles fijan carbono.
- Se reduce la presión sobre bosques y áreas naturales para la obtención de postes muertos, ya que las cercas vivas proveen a la finca de éstos.
- La conservación y el paso de la biodiversidad local se favorecen al funcionar las cercas vivas como corredores biológicos.
- La belleza natural del paisaje se incrementa con mayor presencia de árboles.
- Reducir la longitud de la pendiente
- Minimizar la velocidad del viento que causa la erosión eólica
- Retardar el escurrimiento para aumentar la infiltración
- Conservar la humedad y prevenir la formación de cárcavas

Beneficios económicos

- Las cercas vivas garantizan una mayor sostenibilidad en la producción de bienes y servicios.
- La finca se beneficia con aportes en materia orgánica y sombra.
- Puede obtenerse madera, postes y leña para uso en la finca.
- El follaje y los frutos son fuente local de alimento para el ganado.
- Las cercas ayudan a separar las divisiones internas de la finca y a definir sus límites externos.
- Aumentan la belleza escénica de la finca, incrementando el valor de la propiedad.⁶

4.4. MARCO LEGAL

DECRETO 1791 DE 1996 (octubre 4) MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.

ARTICULO 70. A partir de la vigencia del presente Decreto, toda plantación forestal, cerca viva, barreras rompevientos, de sombríos o plantación asociada a cultivos agrícolas, deberán registrarse ante la Corporación en cuya jurisdicción se encuentre, para lo cual el interesado deberá presentar por escrito a la Corporación, por lo menos, los siguientes documentos e información:

- a) Nombre del propietario. Si se trata de persona jurídica debe acreditar su existencia y representación legal.
- b) Ubicación del predio, indicando la jurisdicción departamental, municipal y veredal, donde está situado.
- c) Área o kilómetros de cerca viva y nombre de las especies plantadas.
- d) Año de establecimiento.

El registro se realizará mediante providencia, previa visita y concepto técnico.

⁶Ospina, A....[et . al.]. Op, cit.p. 9

PARAGRAFO. El Plan de Establecimiento y Manejo Forestal, presentado por el beneficiario del Certificado de Incentivo Forestal (CIF) servirá para que las Corporaciones efectúen el registro de la plantación.

ARTICULO 71. Para aprovechar una plantación forestal, árboles de cercas vivas, de barreras rompevientos, de sombríos o plantación forestal asociada a cultivos agrícolas con fines comerciales se requiere, como mínimo, la presentación de los siguientes requisitos y documentos.

a) Si la plantación está ubicada en propiedad privada, copia de la escritura de propiedad del predio y certificado de libertad y tradición con una fecha de expedición no mayor a tres (3) meses, contrato de arrendamiento o calidad del tenedor. Si el interesado en aprovechar la plantación no es el mismo propietario del predio, deberá allegar autorización reciente otorgada por éste.

b) Sistemas o métodos de aprovechamiento.

c) Extensión del área a intervenir y volumen de las especies a aprovechar.

PARAGRAFO. Quien realice el aprovechamiento quedará sujeto a las previsiones relativas a la protección de los demás recursos naturales renovables y del ambiente.

ARTICULO 75. Los salvoconductos para la movilización, renovación y removilización de productos del bosque natural, de la flora silvestre, plantaciones forestales, árboles de cercas vivas, barreras rompevientos, de sombrío, o plantaciones forestales asociadas a cultivos agrícolas, deberán contener:

a) Tipo de Salvoconducto (movilización, renovación y removilización).

b) Nombre de la autoridad ambiental que lo otorga.

c) Nombre del titular del aprovechamiento.

d) Fecha de expedición y vencimiento.

e) Origen y destino final de los productos.

f) Número y fecha de la Resolución que otorga el aprovechamiento.

g) Clase de aprovechamiento.

h) Especies (nombre común y científico), volumen en metros cúbicos (m3), cantidad (unidades) o peso en kilogramos o toneladas (Kgs o Tons) de los productos de bosques y/o flora silvestre amparados.

i) Medio de transporte e identificación del mismo.

j) Firma del funcionario que otorga el salvoconducto y del titular.

Cada salvoconducto se utilizará para transportar por una sola vez la cantidad del producto forestal para el cual fue expedido.

ARTICULO 76. Cuando se pretenda aprovechar comercialmente una plantación forestal, árboles de cercas vivas, barreras rompevientos, de sombrío, o plantaciones forestales asociadas a cultivos agrícolas, el titular del registro de la plantación o su representante legal podrá solicitar por escrito a la respectiva Corporación la cantidad de salvoconductos que estime necesarios para la movilización de los productos.

Que el instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER, tiene como objeto fundamental el de ejecutar la política agropecuaria y de desarrollo rural del país, facilitar el acceso a los factores productivos, fortalecer a las entidades territoriales, sus comunidades y propiciar la articulación de las acciones institucionales en el medio rural, la cual comprende lo relativo al Subsector de adecuación de tierras, en la ejecución de proyectos de obras, la administración, la operación, el funcionamiento y la conservación de los distritos de adecuación de tierras en el país, de acuerdo con lo establecido en su decreto de creación No. 1300 de 2003, en su artículo 2º como por el decreto 3759 de 2009 en su artículo 2º, por el cual se aprueba la modificación de la estructura del Instituto.

Que la ley 41 de 1993, por el cual se organiza el subsector de adecuación de tierras y se establecen sus funciones, en su artículo 6º declara de utilidad pública e interés social la adquisición de franjas de terrenos menores de propiedad particular o de entidades públicas, la de predios destinados a la construcción del embalses, o de las obras de adecuación de tierras como riego, avenamiento, drenaje control e inundaciones y confiere la competencia para que la entidad

lleve a cabo los proceso de Expropiación por motivos de utilidad pública e interés social, en el caso que los propietarios de tales predios, franjas y mejoras que se considere necesario adquirir no los negociarán voluntariamente.⁷

DECRETO LEY 2811 de 1974 Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente

DECRETO 1449 DE 1977 (Junio 27) MINISTERIO DE AGRICULTURA Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974. EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, en ejercicio de las facultades que le confiere el artículo 120 ordinal 3 de la Constitución Nacional,

ARTICULO 1o. Para los efectos del inciso primero del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961, se entenderá que los propietarios de predios rurales han cumplido en lo esencial con las normas establecidas sobre la conservación de los recursos naturales renovables, cuando en relación con ellos se hayan observado las disposiciones previstas en el presente Decreto.

ARTICULO 2o. En relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas, los propietarios de predios están obligados a: 1. No incorporar en las aguas, cuerpos o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, tales como basuras, desechos, desperdicios, o cualquier sustancia tóxica, o lavar en ellas utensilios, empaques o envases que los contengan o hayan contenido. 2. Observar las normas que establezcan el INDERENA y el ICA para proteger la calidad de los recursos, en materia de aplicación de productos agroquímicos. 3. No provocar la alteración del flujo natural de las aguas o el cambio de sus lechos o cauce como resultado de la construcción o desarrollo de actividades no amparadas por

⁷ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. LEY 41 (25,Enero, 1993). Por la cual se organiza el subsector de adecuación de tierras y se establecen sus funciones. Modificado por el Decreto 1300 de 2003, publicado en el Diario Oficial No. 45.196 (23, Mayo, 2003) "Por el cual se crea el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, INCODER y se determina su estructura". Diario Oficial No. 40.731.Bogota. D.C.: El Ministerio.p.35

permiso o concesión del INDERENA, o de la violación de las previsiones contenidas en la resolución de concesión o permiso. 4. Aprovechar las aguas con eficiencia y economía en el lugar y para el objeto previsto en la resolución de concesión. 5. No utilizar mayor cantidad de agua que la otorgada en la concesión. 6. Construir y mantener las instalaciones y obras hidráulicas en las condiciones adecuadas de acuerdo con la resolución de otorgamiento. 7. Evitar que las aguas que deriven de una corriente o depósito, se derramen o salgan de las obras que las deban contener. 8. Contribuir proporcionalmente a la conservación de las estructuras hidráulicas, caminos de vigilancia y demás obras e instalaciones comunes. 9. Construir pozos sépticos para colectar y tratar las aguas negras producidas en el predio cuando no existan sistemas de alcantarillado al cual puedan conectarse. 10. Conservar en buen estado de limpieza los cauces y depósitos de aguas naturales o artificiales que existan en sus predios, controlar los residuos de fertilizantes, con el fin de mantener el flojo normal de las aguas y evitar el crecimiento excesivo de la flora acuática.

ARTICULO 3o. En relación con la protección y conservación de los bosques, los propietarios de predios están obligados a: 1. Mantener en cobertura boscosa dentro del predio las Áreas Forestales Protectoras. Se entiende por Áreas Forestales Protectoras: a. Los nacimientos de fuentes de aguas en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia. b. Una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua. c. Los terrenos con pendientes superiores al 100% (45º). 2. Proteger los ejemplares de especies de la flora silvestre vedadas que existan dentro del predio. 3. Cumplir las disposiciones relacionadas con la prevención de incendios, de plagas forestales y con el control de quemas.

ARTICULO 4o. Los propietarios de predios de más de 50 hectáreas deberán mantener en cobertura forestal por lo menos un 10% de su extensión, porcentaje que podrá variar el INDERENA cuando lo considere conveniente. Para establecer el cumplimiento de esta obligación se tendrá en cuenta la cobertura forestal de las áreas protectoras a que se refiere el numeral 1 del artículo 3o de este Decreto y de aquellas otras en donde se encuentra establecidas cercas vivas, barreras cortafuegos o protectoras de taludes de vías de comunicación o de canales que estén dentro de su propiedad.⁸

CLASIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN GENERAL DEL TERRITORIO

ARTÍCULO 15: De conformidad con lo establecido por los artículos 30 al 35 de la Ley 388 de 1997, en el municipio de Toca, el suelo se clasifica como suelo urbano y suelo rural y se delimita como aparece en los mapas respectivos. (Documento Técnico).

SUELO RURAL

ARTÍCULO 17:: Se establece como suelo rural los terrenos no aptos para el uso urbano por razones de oportunidad o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, protección y de explotación de recursos naturales. Comprende el territorio existente entre el Área Urbana y los límites municipales. (Mapa denominado Mapa de Zonificación Rural. Documento Técnico) y cuyos actos administrativos de deslinde, son los siguientes: Acta de deslinde de 23 de junio de 1971, fija el límite con Tuta; Acta de Deslinde 19 de Mayo de 1970, Fija el límite con Pesca; Acta de deslinde de 09 de julio de 1971, fija el límite con Siachoque; no se encontró ordenanza, acta o algún acto Administrativo que fije el límite con Chivatá.

⁸ COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA .Decreto 1449 (27, Junio, 1977) Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974. EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, en ejercicio de las facultades que le confiere el artículo 120 ordinal 3 de la Constitución Nacional. Bogotá. D.C.: El Ministerio, 1977. p.23

ÁREAS DE RIESGO Y AMENAZAS NATURALES

ARTICULO 18: Las áreas que por sus característica representen amenaza de ocurrencia de desastres naturales, se delimitaran y se excluirán de asignárseles usos urbanos o residenciales o de cualquier otro que tenga alto riesgo. (Mapa Denominado Mapa de riesgos y Amenazas naturales. Documento Técnico).

ARTICULO 19: Crease el Comité Local de prevención y Atención de Desastres de Toca (CLOPAD). El alcalde municipal, convocará a los sectores sociales e institucionales a conformar el Comité y a establecer el Programa de Prevención de situaciones de Emergencia. Del CLOPAD harán parte las instituciones existentes en el municipio y aquellas que se creen dentro del mismo, que puedan contribuir al eficiente funcionamiento del Plan de Prevención Local de Desastres. El Concejo municipal reglamentará el CLOPAD.

4.5. MARCO CONCEPTUAL

Balance Hídrico: (Hernández, M. 2010) El concepto de balance hídrico se deriva del concepto de balance en contabilidad, es decir, que es el equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado.⁹

Curvas de nivel: (Selva, M.2004) Una curva a nivel es el trazo de una línea perpendicular a la pendiente, en la cual, todos los puntos están alineados al mismo nivel. Las acequias, terrazas, miniterrazas y barreras vivas se construyen sobre curvas a nivel. Cultivando en curvas a nivel se re-duce la erosión y aumenta la retención de agua.¹⁰

Densidad aparente de suelo: (Rubio, A. 2010) La densidad de volumen o densidad aparente se define como el peso seco del suelo por unidad de volumen

⁹ HERNANDEZ, Max. Manejo Integrado de Agua y Áreas Costeras: Balance Hídrico. En: Curso Sub Regional (1 22-24, Junio: San Salvador, El Salvador) . El Salvador.: PNUMA, 2010. p.7

¹⁰ SELVA, Miguel. Manual de Trazados de Curvas a Nivel. Montevideo. 4ed.Managua.: La prensa, 2004. p.15

de suelo inalterado, tal cual se encuentra en su emplazamiento natural, incluyendo el espacio poroso (Pinot, 2000). Para medir la densidad aparente se retira del campo una muestra de suelo de volumen conocido y se seca en el horno a 105°C, hasta que alcanza un peso constante. La densidad aparente se calcula dividiendo el peso seco del suelo por el volumen que ocupaba en el campo:

$$D. a. (g\ cm^{-3}\ o\ Mg/m^{-3}) = \frac{\text{peso de los solidos de la muestra o peso seco}}{\text{volumen de los solidos} + \text{volumen de los poros}}$$

Dependiendo del uso que vayan a tener los datos de densidad aparente del suelo cabe distinguir dos medidas de densidad aparente: la densidad aparente global y la densidad aparente de la tierra fina.

La primera de ellas corresponde al peso seco total de un volumen dado de suelo, incluyendo todos sus elementos (piedras, raíces y tierra fina). Este valor es muy importante cuando se trata de trabajos relacionados con excavaciones, movimientos de tierras y obras de ingeniería.

La segunda corresponde al peso de un volumen dado de tierra fina (fracción del suelo con tamaño de partícula inferior a 2 mm) en condiciones de campo. El cálculo de la densidad aparente esta última exige conocer la fracción de peso y volumen de suelo que corresponde a la tierra fina, lo que exige determinar el volumen ocupado por las fracciones minerales y orgánicas gruesas, y el peso de cada una de ellas, determinando los correspondientes a la tierra fina por diferencia.¹¹

Embalse: (Bateman, A. 2007) La presa de embalse además de captar el agua a derivar, permite regular el caudal variable con que se producen los aportes del río, ajustándola así a las demandas del sistema. La regulación puede ser anual o

¹¹ RUBIO, Ana. La densidad Aparente de los Suelos Forestales del Parque Natural de los Alcornocales. Trabajo de Grado Ingeniero Técnico Agrícola. Sevilla: Universidad de Sevilla. Facultad de Ingeniería. Departamento de Recursos Naturales y Agro biología, 2010. P.52

plurianual y realizarse para otros usos del agua, además del riego; tal como es la energía hidroeléctrica, el abastecimiento de agua potable y el control de inundaciones.

Isoterma De Adsorción: (IUPAC. 2007) Una de las formas más habituales de representación del equilibrio de adsorción es mediante la relación entre la cantidad adsorbida y la presión, en el caso de gases o vapores, o la concentración en la fase líquida, en el caso de adsorción de líquidos, para una temperatura determinada.¹²

Isoyetas: (Aguilar, R; Aguilar, A. Y Romero P. 2005) El método de las isoyetas determina las líneas de igual altura de precipitación. En todo el plano y después se calcula el área entre Isoyetas y se determina así la precipitación caída entre estas.¹³

Materia Orgánica: (Pascuas, R; Vanegas, S. 2010) La materia orgánica (residuos de plantas y materiales animales) está hecha de compuestos tales como los carbohidratos, ligninas y proteínas. Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus. Durante el proceso de descomposición los microbios pueden atrapar nitrógeno del suelo. La materia orgánica y el humus almacenan muchos nutrientes del suelo. También mejoran su estructura, sueltan suelos de arcilla, ayudan a prevenir la erosión y mejoran la capacidad de retención de nutrientes y agua de suelos arenosos o toscos.¹⁴

Levantamiento Topográfico: (FAO, 2002) Un levantamiento topográfico permite trazar mapas o planos de un área, en los cuales aparecen:

¹² REYMOND, Bois. Isotermas y Curvas Isotermáticas. 1ed.USA.: McBain, 1981.p.9

¹³ AGUILA, Rogelio, AGUILAR, Araceli y ROMERO, Patricia. Modelación del Comportamiento de las Isotermas, Isoyetas y cálculo de radiación solar para el estado de Puebla durante el mes de Enero de 2005. Trabajo de Grado Geotecnista. Puebla.: Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ingeniería. Escuela de Climatología, 2005. p.46

¹⁴ PASCUAL, Raquel; VENEGAS, Sara. Materia Orgánica del Suelo. Papeles de los microorganismos.2 ed. Sevilla.: SONO, 2011. p.83

- Las principales características físicas del terreno, tales como ríos, lagos, reservorios, caminos, bosques o formaciones rocosas; o también los diferentes elementos que componen la granja, estanques, represas, diques, fosas de drenaje o canales de alimentación de agua
- Las diferencias de altura de los distintos relieves, tales como valles, llanuras, colinas o pendientes; o la diferencia de altura entre los elementos de la granja. Estas diferencias constituyen el perfil vertical.¹⁵

Periodo de retorno: (Bateman, A. 2007) es el inverso de la probabilidad de que un evento precipitación h_p sea igualada o sea excedida en un año cualquiera.

Así la probabilidad que el evento no sea superado en un año cualquiera es:

$$P(h_p < P) = 1 - P(h_p \geq P) = 1 - \frac{1}{T}$$

Asignación del periodo de retorno:

Una de las fórmulas más utilizadas para asignar periodos de retorno a eventos es la expresión:

$$T = \frac{n + 1}{m}$$

Permeabilidad del suelo: (Angelone,S. et al. 2006) se dice que un material es permeable cuando contiene vacíos continuos, estos vacios existen en todos los suelos, incluyendo las arcillas más compactas, y en todos los materiales de construcción no metálicos, incluido el granito sano y la pasta de cemento, por lo tanto dichos materiales son permeables. La circulación de agua a través de la

¹⁵ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. Levantamientos Topográficos – Planimetría .En: Serie técnica N° 56. Roma: FAO, 2010. p-111

masa de estos obedece aproximadamente a leyes idénticas, de modo que la diferencia entre una arena limpia y un granito es, en este concepto, solo una diferencia de magnitud.¹⁶

PH del suelo: (Campillo, R; Sadzawka, R. 1993) El pH es el indicador normalmente utilizado para estimar el grado de acidez o basicidad del suelo. Es un valor que expresa la actividad del ión hidrógeno (H⁺) en la solución del suelo. La actividad de un ión puede definirse como la concentración efectiva de ese ión en una solución.

El pH del suelo se define como el logaritmo (en base 10) negativo de la actividad del ión hidrógeno:

$$PH = -\log (H^+)$$

La escala de pH se extiende de 0 a 14, siendo el pH 7,0 el punto neutro, donde las actividades de iones hidrógeno (H⁺) y de iones hidroxilos (OH) son iguales (10⁻⁷ mol/L de H⁺ o 10⁻⁷ mol/L de OH). Cuando aumenta la actividad de iones hidrógeno, disminuye la de iones hidroxilos, el pH baja de 7,0 y el suelo se acidifica y viceversa.¹⁷

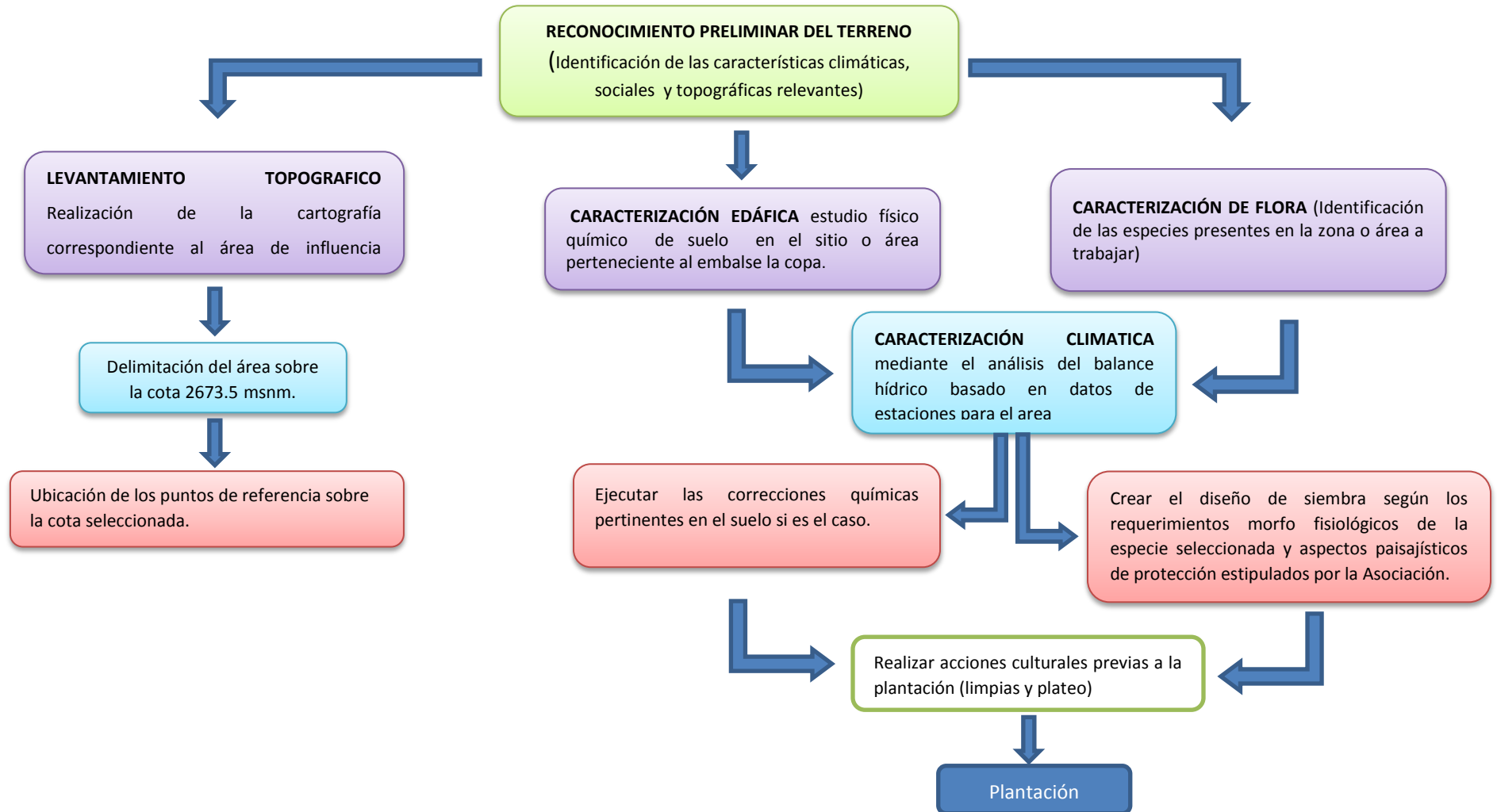
Plantación Forestal: Es el bosque originado por la intervención directa del hombre.

¹⁶ ANGELONE,S...[et. al.] Geología y Geo tecnología. Argentina.: Continental, 2006.p.12

¹⁷ CAMPILLO,R ;SADZAWKA,R. Problemática de la acidez de los suelos de la IX región. II.Manejo del encalado y sus implicancias. En: Serie Carillanca. Agosto,1993.vol. 2,No. 38,.p.52

5. PROCESOS METODOLOGICOS

Dentro de la metodología establecida por el proyecto, se manejaron 3 etapas, las cuales se encuentran graficadas en el siguiente diagrama de flujo.



6. METODOLOGIA

6.1. RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DEL TERRENO, CON IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS, SOCIALES Y TOPOGRÁFICAS RELEVANTES

Se efectuaron visitas a campo para determinar las cualidades más relevantes del terreno, tales como perímetro del embalse, pendientes, características climáticas, flora y políticas de manejo asociadas al área de influencia directa, con el fin de generar un modelo aproximado del terreno a intervenir.

6.1.1. Obtención de la información socio-económica.

6.1.1.1. Información suministrada por usochicamocha: La información necesaria para la adecuación del escenario de trabajo se obtuvo de primera mano por parte de la asociación UsoChicamocha, quienes interactúan de manera directa sobre todas las actividades en las que interviene el embalse La Copa. Considerando esta situación se plantearon los siguientes ítems:

- Se identificaron los municipios beneficiarios del recurso hídrico
- Se identificaron las funciones y parámetros de gestión del embalse
- Se cuantificaron los sistemas de producción asociados al área de influencia directa
- Se efectuó un análisis sobre la necesidad de intervenir el cuerpo de agua, como prevención ante el cambio climático
- Se estimaron las características topográficas del embalse previas al levantamiento, con el fin de generar un presupuesto y calendario de trabajo adecuados.

6.1.1.2. Información recolectada por medio de encuesta: La encuesta estructurada, se aplicó al 32.5% de la población las cuales se identificaron por sus características de alindramiento con las áreas directas del embalse, esto se tomó como fuente de información primaria.

6.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

De manera posterior se llevó a cabo un proceso de altimetría para identificar de forma exacta la cota 2673 estipulada como la cota máxima de llenado, la cual se eligió como perímetro de plantación. Para este proceso fue necesaria la utilización de un grupo de trabajo con las siguientes características.

- Transporte acuático
- Nivel (mira-regleta)
- Topógrafo
- Cadenero
- Gps (Sub métrico y con error mínimo de 2m)

6.2.1. Apoyo cartográfico: La entidad USOCHICAMOCHA proporciono las debidas cartas topográficas con el fin de plantear una base referente a los objetivos planteados. Además se tiene la facilidad de contar con unos puntos de localización llamados mojones, establecidos por el IGAC, los cuales cuentan con la respectiva georreferenciación con coordenadas en el sistema nacional.

6.2.2. Altimetría y nivelación del terreno: Corresponde a la identificación de la cota (Curva de nivel) 2673 en todo el perímetro del embalse, la cual se estima con una longitud de 30 km. Dentro de este proceso se trasladaron los puntos establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) registrados como mojones (con coordenadas planas y geográficas conocidas

a nivel nacional) para ser representadas en planos cartográficos, definiendo así la distancia real y los procesos relacionados con la plantación de especies.

Fue necesario un vehículo de transporte acuático, debido a la longitud del embalse y a la necesidad de trasladar el equipo de trabajo de una manera más eficaz.

6.2.2.1. Estacado: Para identificar de una manera más rápida las diferencias de altura de los distintos relieves, tales como valles, llanuras, colinas, o pendientes pronunciadas sobre la curva de nivel seleccionada, se realizó el debido proceso de estacado, anotando como punto de referencia los km y los respectivos metros avanzados.

6.2.2.2. Geo referenciación: Este parámetro hace referencia a la georreferenciación de los puntos previamente estacados como puntos de referencia (PRS)

6.2.2.3. Elaboración de la cartografía y mapificación: El trabajo de preparación de la cartografía se llevó a cabo mediante la edición de polígonos de carácter vectorial y Raster, según los datos previos tomados en campo y la manipulación de modelos digitales de elevación (DEM).

6.3. CARACTERIZACIÓN EDÁFICA

Debido a la extensión del perímetro del embalse y a la desigualdad tanto de relieve como de suelos, se vio la necesidad de tomar una muestra de suelos en cada terreno con aspectos visiblemente diferenciales, y recomendar la especie más conveniente en función de dicho sustrato.

6.3.1. Toma de muestras: Se tomaron muestras de suelos en pendientes significativas a una profundidad de 30 cm con el objeto de realizar un análisis granulométrico, determinando textura y estructura de las partículas presentes en cada muestra del sustrato, con el objeto dar a conocer las características físicas de los mismos, es decir la composición y disposición de los agregados en cada una de las capas de profundidad, así como contenido de materia orgánica y permeabilidad, ya que esto es relevante a la hora de la elección del género forestal, su comportamiento y desarrollo.

Observaciones

No tomar muestras en los siguientes lugares: corrales, donde haya cenizas, caminos y carreteras, junto a las cercas, en la banda de fertilizantes, en canales y donde existan residuos de paja o quemas.

Las muestras se deben tomar 2 meses antes de la preparación del terreno de esta manera se obtiene la información con tiempo suficiente para adquirir los fertilizantes y hacer las aplicaciones oportunamente. En cultivos perennes 1 mes antes de la cosecha. *En* pastos ya establecidos después del corte o en época de pastoreo.

Las herramientas deben estar limpias.

No tocar la muestra con la mano sin guantes.

No fumar durante el muestreo.

6.3.1.1. Análisis granulométrico de suelos: (Guzmán, B.et, al. 2012) El análisis granulométrico por tamizado se realiza a las partículas con diámetros superiores a 0,075 mm. (Malla 200), este ensayo se hizo con una serie de mallas normalizadas (a cada número de malla le corresponde una abertura estándar), dispuestos en orden decreciente.¹⁸ En este caso se utilizaron los tamices presentes en el laboratorio de suelos de la Universidad Industrial de Santander, los cuales corresponden a mallas con aberturas de 2.36, 0.6,

¹⁸ GUZMÁN, Bravo. ...[et. al.]. Probabilidad y estadística. 1ed. México. D.F: UAM, 2012.p.3.

0.425, 0.25 y 0.01 mm.

6.3.1.2. Análisis textural de suelos mediante el método Bouyucos: (Gonzales, H. et, al. 2007) La determinación de la distribución del tamaño de partículas (ATP) es uno de los más comunes e importantes análisis dentro del campo de la física de suelos; es usado en análisis texturales para la clasificación de suelos con propósitos agronómicos e ingenieriles. Tiene también una relación directa e indirecta con la distribución poral de suelos y, por tanto, con las propiedades de retención de humedad. El hidrómetro, cualquiera que sea su tipo, es un dispositivo que permite medir la densidad de la solución en la cual se suspende. En el caso del hidrómetro de suelos la densidad total de la solución compuesta por agua, suelo y dispersante¹⁹

6.4. CARACTERIZACIÓN DE FLORA

Como actividad complementaria se realizó una caracterización general de la flora asociada al área de influencia directa, identificando las especies más convenientes, según los requerimientos de protección del embalse, vinculando los individuos con más probabilidad de adopción a los estudios de suelos realizados previamente.

(Rangel y Velásquez; citado por Cantillo, E; et, al. 2007) La caracterización florística, persigue la definición de unidades de vegetación o patrones de comunidades reales, según las especies características exclusivas o diferenciales indicadoras de condiciones ecológicas.²⁰

Los sitios muestreados se determinaron con la ayuda de imágenes de satelitales obtenidas a través de software de carácter libre tales como Google

¹⁹ GONZALES, Hanoi. ...[et. al.]. El método del hidrómetro. base teórica para su empleo en la determinación de la distribución del tamaño de partículas de suelo. En: Ciencias Técnicas Agropecuarias .Junio, 2007.vol. 16, no. 33, p.19.

²⁰ RANGEL y VELÁSQUEZ. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán del Puracé. Citado por CANTILLO, E,... [et. al.] Caracterización florística, estructural, diversidad y ordenación de la Vegetación, en la reserva forestal Cárpato, Guasca, Cundinamarca. Trabajo de grado Ingeniero Forestal. Bogotá.D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente, 2007.p.15

earth y Sas planet, los cuales, a través de enlaces con múltiples servidores tienen acceso a gran variedad de satélites. De esta manera se escogieron las áreas boscosas con el mejor estado de conservación y de mayor extensión relativa conforme al levantamiento de la cota y las características de reflectancia de las imágenes.

La descripción florísticas involucra una masa de información puntual cuya interpretación está basada en los registros fotográficos de cada una de las áreas y la característica protectora de las especies encontradas en ellas, estas fueron tabuladas dentro de tablas con doble entrada, consignando los sitios muestreados en columnas con sus respectivos atributos.

6.4.1. Identificación taxonómica de las especies más representativas en el área: La identificación taxonómica de los individuos reportados por los procesos de muestreo se basó en la metodología de clasificación jerárquica, la cual según (Martínez, L; et, al. 2008) consiste en la ubicación de grupos dentro de grupos, donde cada grupo está en un nivel particular o rango.

En este sistema cada grupo se denomina taxón (taxa el conjunto de taxones) y el nivel o rango que se asigna se llama categoría.²¹ Dentro de esta investigación se trabajó una clasificación de especies incluyendo la especie y la familia para cada uno de los individuos.

6.5. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Basado en la metodología establecida por Holdridge, donde se evalúa el balance hídrico como un aspecto importante del medio ambiente, y mediante procesos de interpolación y triangulación de datos meteorológicos para la

²¹ Martínez, L;... [et. al] Principios de Botánica Sistemática: Trabajo de grado Doctorado en Ciencias Biológicas. Valle: Universidad Nacional del Rosario. Facultad de ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Escuela de Biología. 2008.p.8

zona, se calcularon las áreas exactas del embalse con déficit y exceso del mismo.

6.6. RECOMENDACIÓN DE ESPECIES

El proceso de recomendación de especies para llevar a cabo el establecimiento de la cerca viva sobre la cota de llenado en el embalse La Copa, se basó principalmente en las características de protección que este, como cuerpo de agua requiere, además del hecho de que los individuos deben presentar propiedades perennes, para evitar excesos de biomasa que puedan ocasionar altercados en las funciones que presta el embalse como tal y obviamente el respectivo estudio tanto granulométrico como químico de suelos.

6.7. DISEÑO DE PLANTACIÓN

Según (Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería - ICRAF.) Para árboles de copa ancha, en una sola hilera los espaciamientos recomendados son de 3 a 4.5 m, en hileras múltiples de 3 a 6 m. Al emplear árboles y especies coníferas de copa pequeña o media como *Pinus patula*, *Cupressus lusitánica*, *Pinus radiata*, en una hilera de 2 a 4 m, en hileras múltiples de 1 a 4.5 m.²² Basado en esta teoría se eligió la densidad de siembra más apropiada para el diseño de la plantación, según las especies seleccionadas.

6.8. APLICACIÓN DE CORRECTIVOS AL SUSTRATO

Teniendo en cuenta los estudios de suelos y como acción previa a la plantación, se realizó un proceso de fertilización y corrección de suelos.

²² CENTRO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN EN AGROFORESTERÍA. Recomendaciones para la implementación de cercas vivas y barreras rompe: Sistemas silvopastoriles. España. :ICRAF.2014.p.7

7. RESULTADOS

7.1. RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DEL TERRENO, CON IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS, SOCIALES Y TOPOGRÁFICAS RELEVANTES

7.1.1. Obtención de la información socio-económica: La información primaria se obtuvo por medio de encuestas realizadas a la población directamente relacionada con el embalse, se realizaron entrevistas personales con los habitantes del sector y posteriormente se llevaron a cabo procesos socialización con los propietarios de los predios colindantes con el fin de dar a conocer las actividades concernientes a la metodología del proyecto. El total de predios encuestados y número de habitantes tomados en cuenta por este proceso se encuentran inscritos en la siguiente tabla.

Tabla 1. Datos generales poblacionales

DATOS GENERALES EMBALSE LA COPA	
No de predios	109
No habitantes	338
No de predios con casa.	3 abandonadas
	78 Habitadas
	28 No tiene casa

El proceso de toma de datos se realizó de manera directa con la población vinculada como usuaria y colindante según lo establecido anteriormente en los datos generales poblacionales y como lo evidencia la siguiente imagen.

Imagen 2 Entrevistas de la parte noroccidental en la vereda Leonera Municipio de Toca.



En las visitas de campo, se determinó la importancia de realizar una medida de protección a embalse por medio de una cerca viva, bajo las condiciones que el sector requiere por ser un lugar turístico y de gran importancia agrícola para la región.

Se contó con la colaboración de la Alcaldía municipal quienes brindaron la información referente al embalse en su esquema de ordenamiento territorial.

La asociación Usochicamocha cuenta con 6.348 usuarios en los municipios: Duitama, Firavitova, Nobsa, Paipa, Sogamoso, Tibasosa e Iza los cuales utilizan el recurso hídrico principalmente en cultivos de fresa, cebolla, ajo, papa, arveja, lechuga entre otros, ocupando espacios pertenecientes al llenado del cuerpo de agua, como lo evidencia la siguiente imagen, donde se puede apreciar al fondo el embalse y a unos pocos metros cultivos de papa y fresa.

Imagen 3. Áreas cultivadas pertenecientes a terrenos del embalse la Copa.



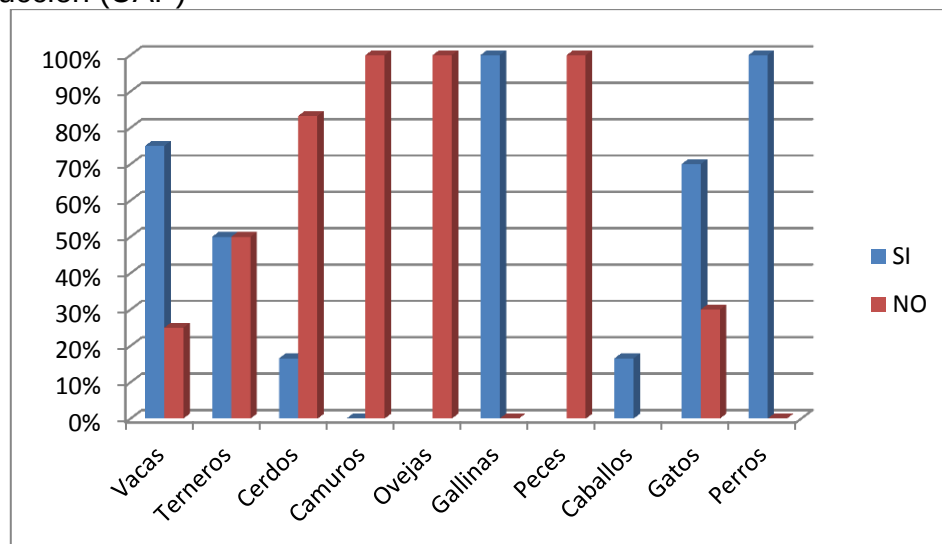
7.1.1.1. Actividad ganadera: En el Embalse La Copa según la información suministrada, solo un 20% de la población se dedica a la actividad ganadera de la cual obtienen algunos ingresos, lo suficiente para ser comprada por empresas como lácteos alpina que operan en las veredas vecinas. En la mayoría de las familias se encontró la presencia de especies menores como gallinas y cerdos, solo un 16,6 % de los encuestados obtiene ingresos de esta actividad, ya que su producción está dedicada al autoconsumo familiar. La siguiente imagen hace referencia a las actividades ganaderas en terrenos pertenecientes al embalse.

Imagen 4. Actividad ganadera como invasión en terrenos pertenecientes al embalse la Copa.



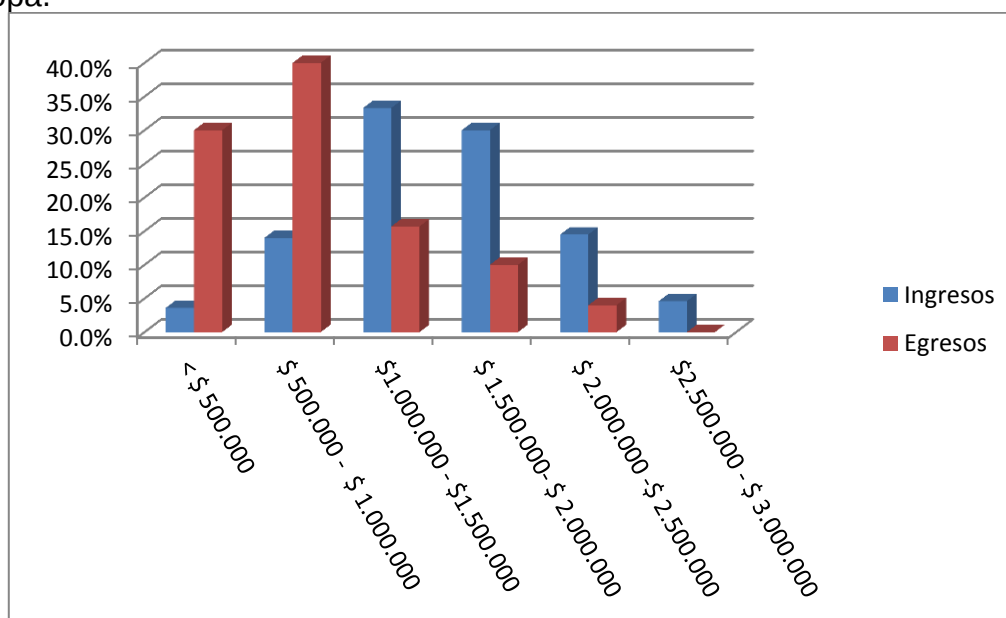
La siguiente grafica indica la presencia en porcentaje de las especies animales más representativas en el área de influencia directa al embalse, donde la mayoría de estas se encuentran estabuladas reportando una tasa del 83%.

Grafica 1. Animales presentes dentro de las unidades agrícolas de producción (UAP)



7.1.1.2. Ingresos y egresos: Según información de encuestas se evidencia que la población tiene una producción de subsistencia y no genera grandes excedentes o acumulación. Los ingresos económicos de las familias del Embalse La Copa son en su mayoría inferiores a \$150.000 pesos al mes representado un 50% del total de la población y solo el 33,3 % tiene ingresos superiores a \$200.000 correspondientes a actividades agrícolas por mes; por otra parte, los egresos para un 50% de la población oscilan entre los \$500.000 y \$ 100.000 peso al mes, los demás porcentajes se encuentran ilustrados en la siguiente gráfica.

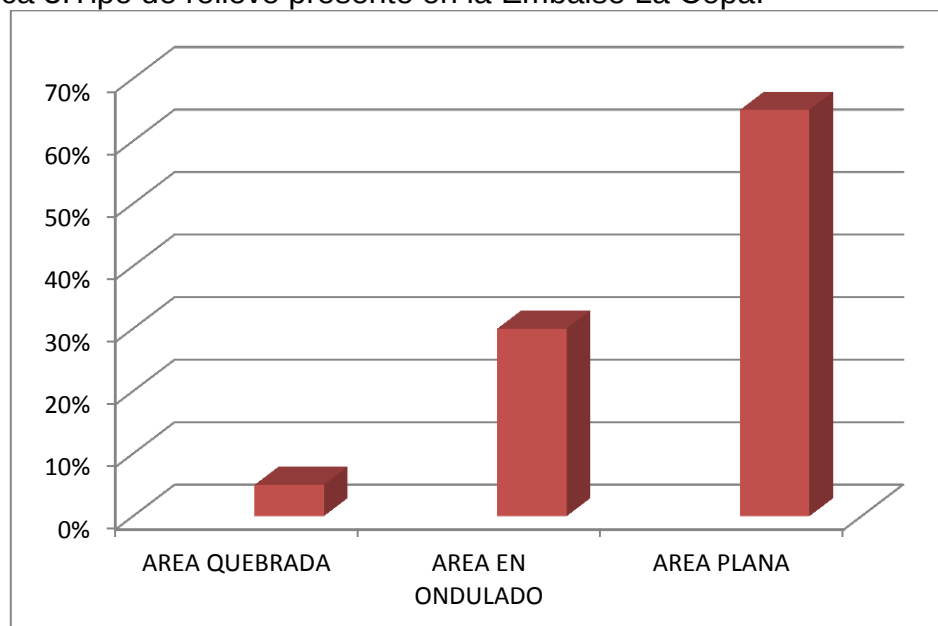
Grafica 2. Ingresos y egresos de las familias pertenecientes al Embalse La Copa.



7.1.1.3. Tenencia de la tierra: La forma de tenencia predominante es la propia, con el 60 % en donde mantienen sistemas de producción agropecuaria, debido a que la mayor parte de la población representada en un 83,3% son nativos de la zona. El 33,3 % son arrendatarios y ejercen actividades agrícolas para el consumo.

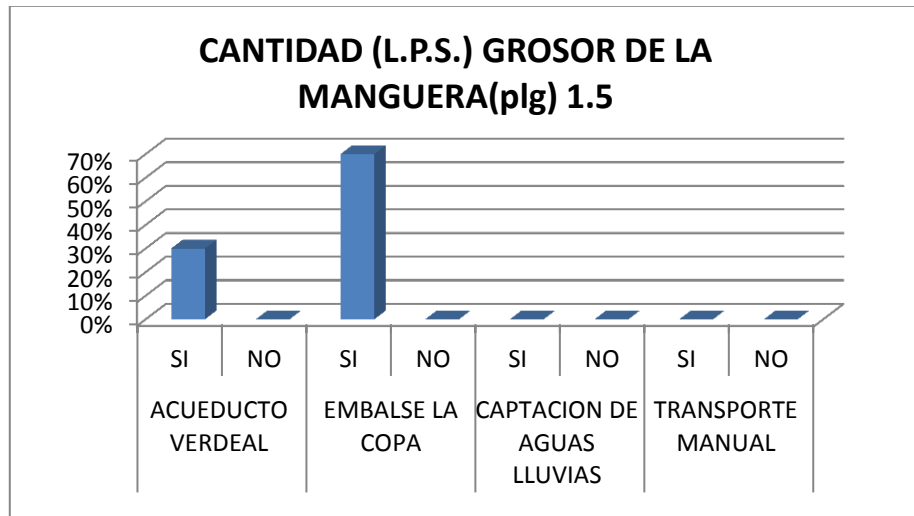
7.1.1.4. Tamaño de los Predios: De acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas realizadas, el tamaño de los predios donde habitan la mayor parte de la población y mantienen la producción agropecuaria está en promedio en 4,9 ha donde prevalece una topografía plana, lo cual se aprecia de manera clara mediante el grafica 3. Tipo de relieve presente en la Embalse La Copa.

Grafica 3. Tipo de relieve presente en la Embalse La Copa.



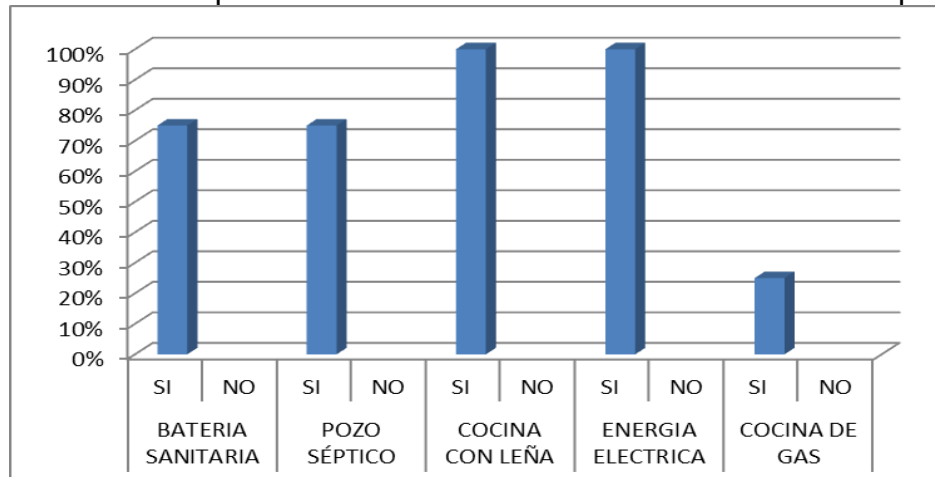
7.1.1.5. Captación de recursos en las unidades de producción familiar: Según las encuestas realizadas, el 100 % de la población del Embalse La Copa, utiliza manguera de 1½ pulgada con el objeto de suplir las necesidades hídricas para el consumo humano, animal y agrícola obteniendo este recurso del acueducto veredal y del mismo embalse. La grafica 4. muestra de manera temática el diámetro de captación del recurso hídrico por parte de los usuarios del embalse

Grafica 4.Captacion de agua para la viviendas de la Embalse La Copa



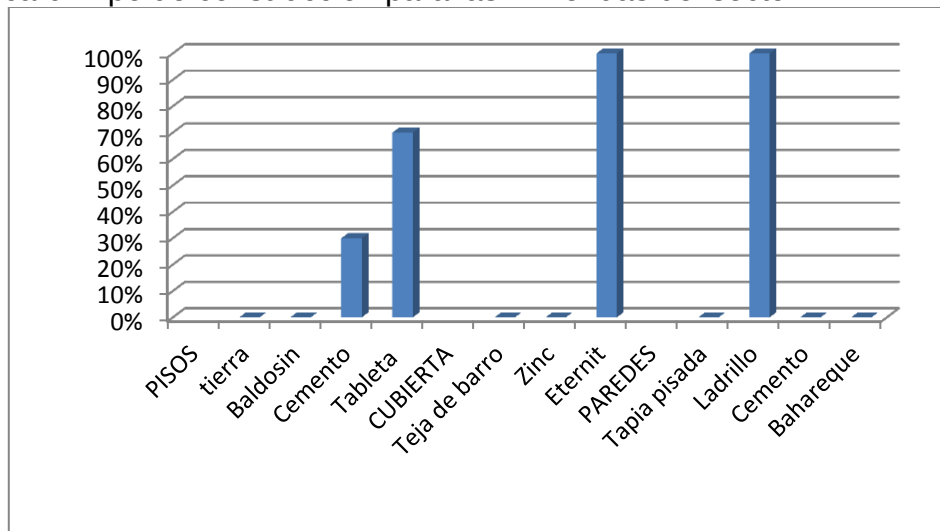
7.1.1.6. Servicios de la vivienda: en las salidas de campo, se pudo identificar la calidad y tipos de servicios públicos con los que cuentan la mayoría de habitantes y viviendas que conforman las comunidades del Embalse La Copa, arrojando los siguientes resultados con un porcentaje aproximado: el 100 % de la población cocina con leña y cuenta con el servicio de energía eléctrica, el 75 % de los habitantes cuenta con pozos sépticos derivados de la correspondiente batería sanitaria con un mismo porcentaje; esta información se representa gráficamente a continuación.

Grafica 5. Servicios presentes en las viviendas de la Embalse La Copa



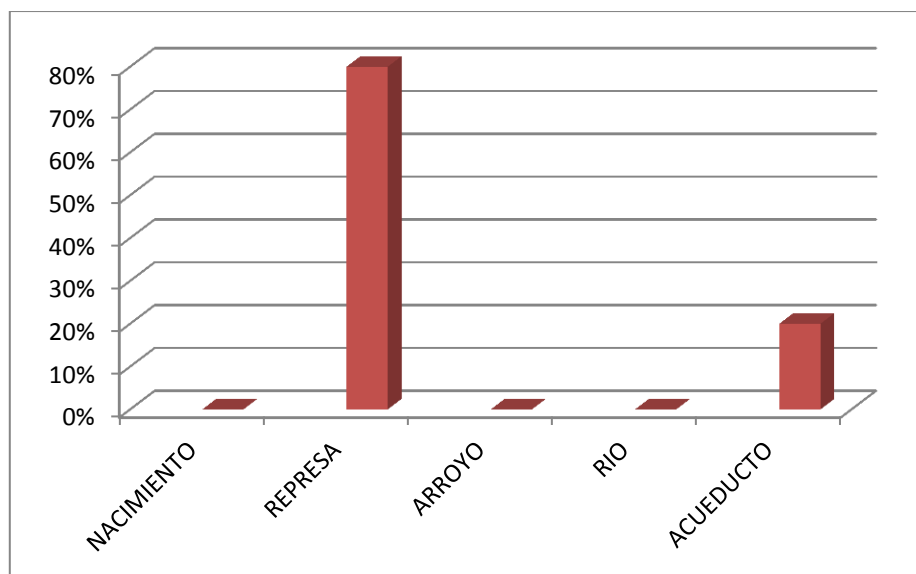
7.1.1.7. Calidad y tipo de Infraestructura: El estudio del hábitat rural para los tipos de infraestructura presentes en el sector, se enfocó en el tipo y clase de construcción, así como la calidad y grado de dispersión de estas construcciones, identificadas de manera temática en la siguiente gráfica.

Grafica 6. Tipo de construcción para las viviendas del sector



7.1.1.8. Disponibilidad de agua en verano. El uso de agua en el Embalse La Copa está determinado por las condiciones climatológicas. El agua por lo general no escasea en la zona directa a trabajar a pesar de presentarse un comportamiento bimodal de lluvias, esto es debido a una precipitación media anual que va desde los 800 mm hasta 900 mm en la región. La grafica 7 representa la captación y disponibilidad de agua para los habitantes del sector.

Grafica 7 Captación y disponibilidad de agua en verano del Embalse La Copa

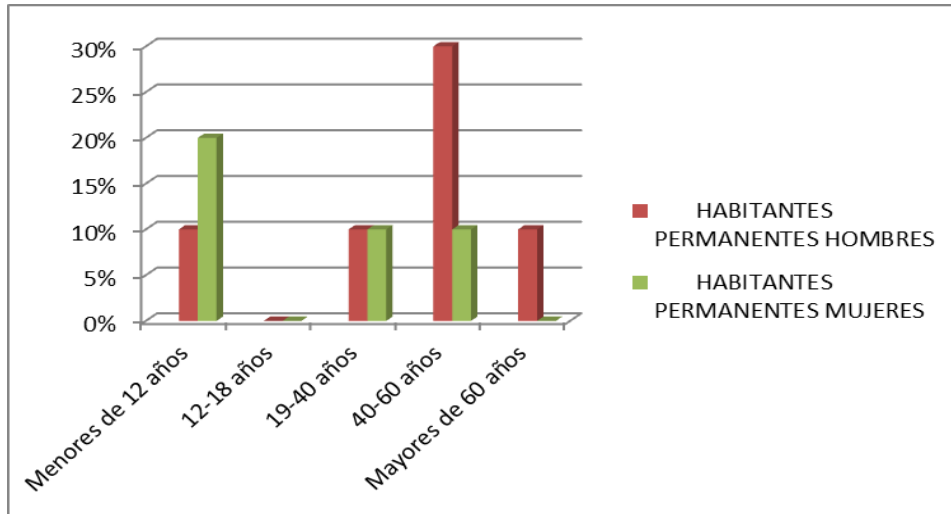


7.1.2. Demografía.

7.1.2.1. Población: Las familias se encuentran constituidas en promedio por 4 personas, conformando de a una familia por casa. Como el estilo de vida de las personas en esta zona se encamina a la agricultura se deben brindar posibilidades de explotación de los recursos naturales según el potencial de uso sin dejar de lado las necesidades de la población.

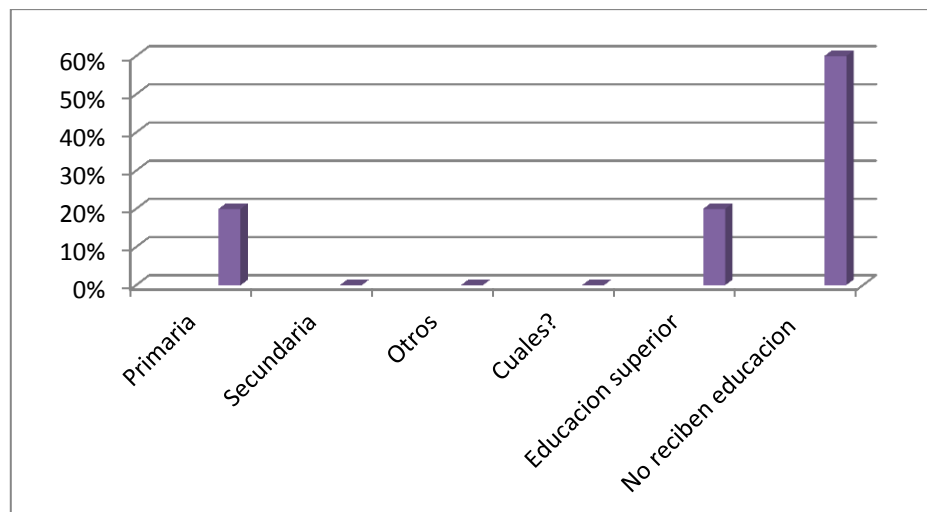
7.1.2.2. Distribución de la población por edad: En el Embalse La Copa se presentan diferentes categorías de edad, siendo la mayor parte de la población quienes se encuentran en un rango de 39 a 60 años, representada en un 30% del total de la población encuestada, seguida de los niños menores de 12 años con un 20%, luego están los adultos de 19 a 40 años y los mayores de 60 años con un porcentaje del 9 %. Estos porcentajes se ven representados gráficamente a continuación.

Grafica 8. Distribución de la población por edad del Embalse La Copa



7.1.2.3. Grado de escolaridad de la población: Se encontró que el 20% de la población reciben educación de algún tipo, el 60 % no recibe educación de ningún tipo y el 20% educación superior, esto se debe posiblemente a la cultura de vivir en estas zonas en donde las personas se dedican más al cuidado de sus cultivos en sus predios y una vez terminada su primaria prefieren dedicarse a la agricultura o también por carencia de recursos. La grafica 9 muestra el nivel académico de los habitantes del embalse.

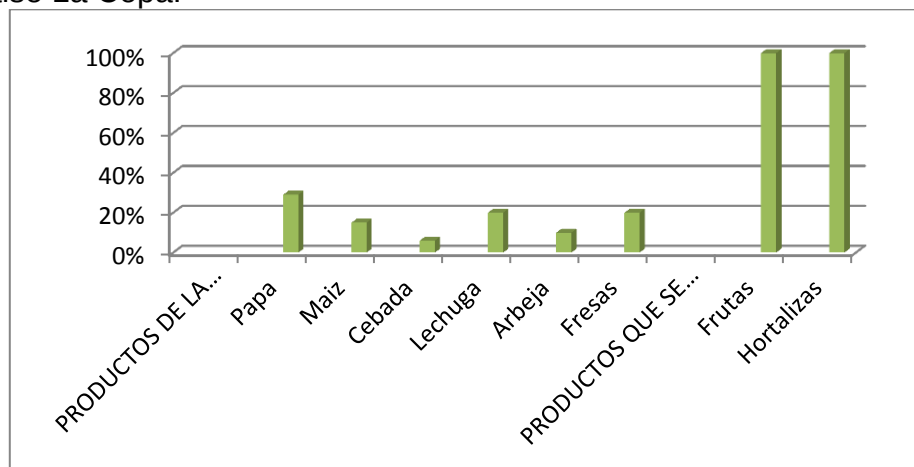
Grafica 9. Grado de escolaridad de los habitantes del Embalse La Copa



Debido a la escasez de políticas que incentiven a la población a mejorar su nivel académico, las personas se ven en la obligación de labrar y hacer producir la tierra de manera empírica ya que para ellos no existe otra alternativa de ingresos.

7.1.2.4. Alimentación: La dieta familiar en la Embalse La Copa está básicamente constituida por alimentos producidos en la vereda de los que se muestran en el siguiente gráfico, además de frutas y hortalizas que se adquieren en el mercado del municipio, tal y como lo demuestra la siguiente gráfica.

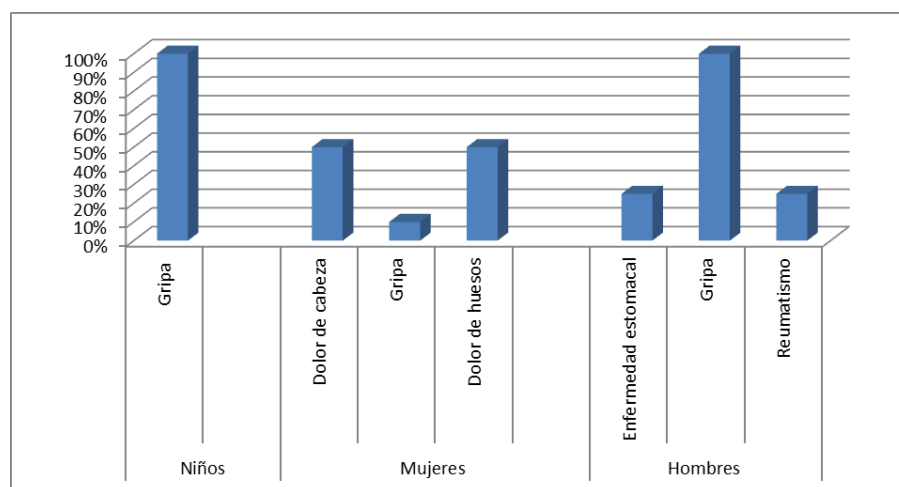
Grafica 10. Principales productos de la canasta familiar de la población del Embalse La Copa.



Por otra parte, los alimentos de mayor consumo son aquellos que se producen en las fincas o se adquieren en el mercado local.

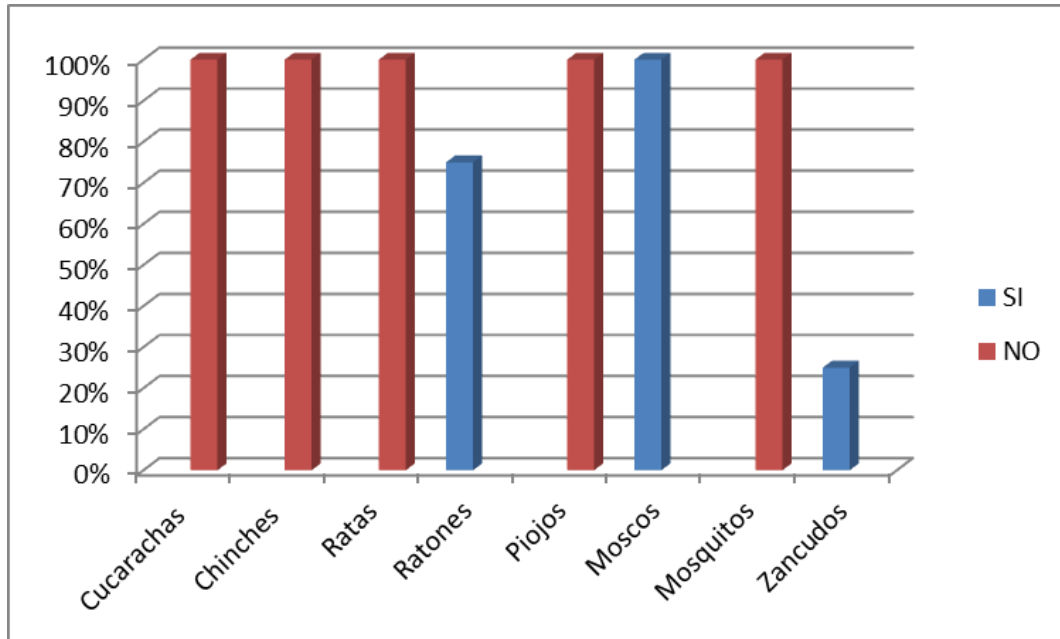
7.1.2.5. Principales Enfermedades: Entre las principales enfermedades que aquejan a la comunidad asentada en la zona están: las gripas, algún tipo de molestia estomacal como diarrea, dolores de cabeza, también se mencionaron los dolores musculares y de los huesos. El procesamiento de información tabulada a partir de los datos obtenidos por las encuestas arroja la siguiente información

Grafica 11. Enfermedades más frecuentes en los habitantes del Embalse la Copa.



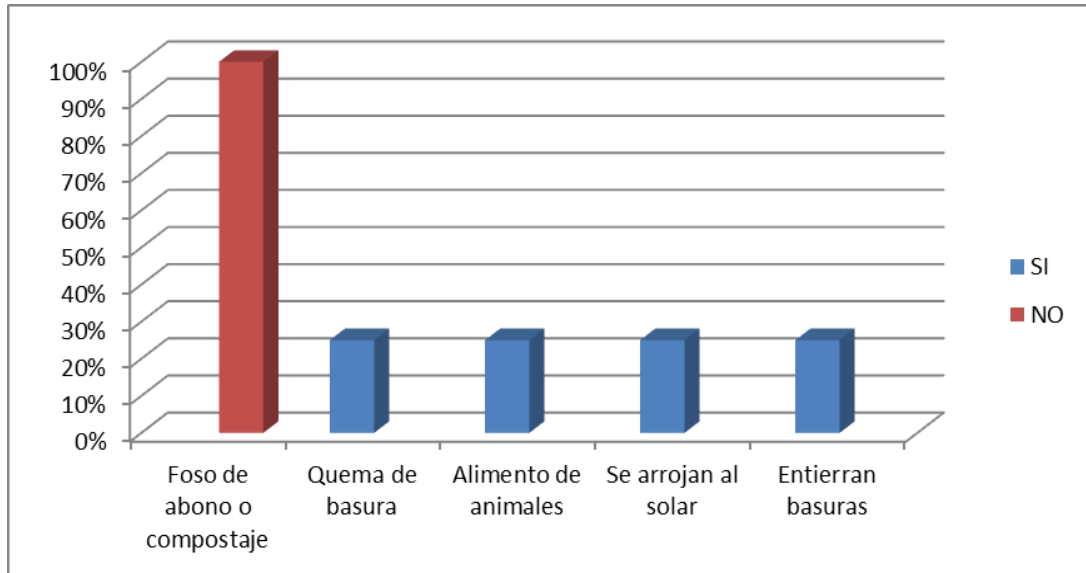
7.1.2.6. Plagas existentes: las familias presentes dentro del área establecida para la Embalse La Copa, reportan la presencia e incidencias de las plagas inscritas en la siguiente gráfica.

Grafica 12. Plagas existentes en las viviendas del Embalse La Copa



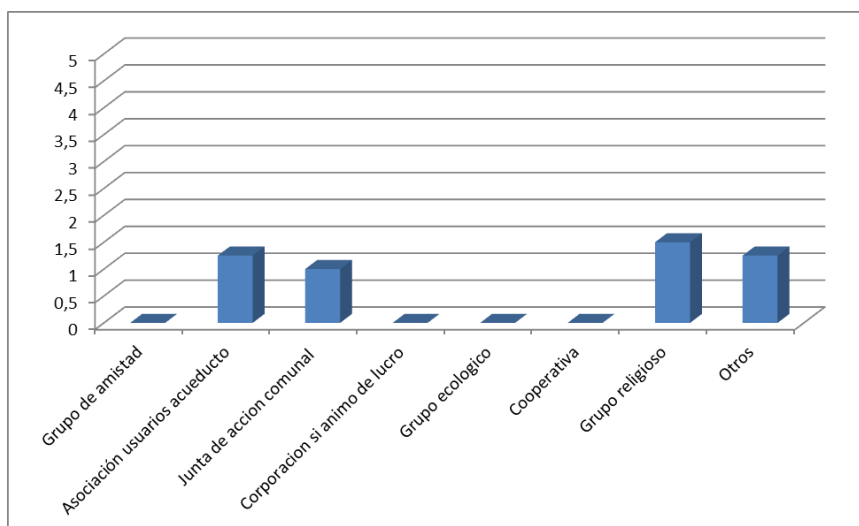
Manejo de residuos sólidos: El 83,3 % de la población ejerce un buen manejo de las basuras, enterrándolas. El 16,6% restante quema las basuras plásticas cuando la labor de incorporación al suelo, se hace dispendiosa. Por otro lado la contaminación directa por falta de pozo séptico se realiza directamente en el Embalse La Copa con un índice del 21 % de la población; la siguiente grafica muestra de manera temática el manejo de residuos dado por la población encuestada.

Grafica 13. Manejo de residuos sólidos en el Embalse La Copa



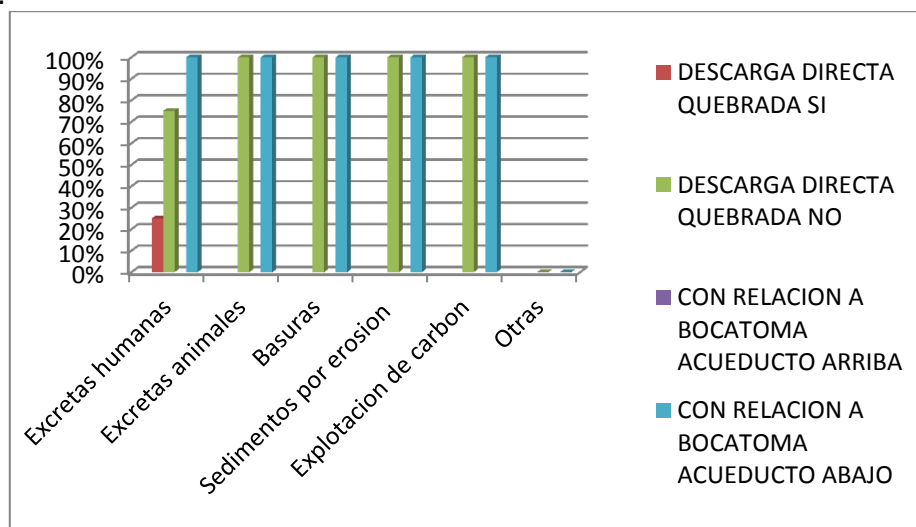
7.1.2.7. Organización Comunitaria: En las viviendas establecidas alrededor de la Embalse La Copa se encuentran un par de organizaciones comunitarias, tales como la junta de acción comunal y organización del acueducto como en cualquier otra población, la mayoría de las personas en la comunidad reconocen a las juntas de acción comunal y de acueducto como una organización, también encontramos personas que conocen otro tipo de organizaciones. A continuación se representa graficamente el grado de participación de las familias encuestadas en las organizaciones comunitarias establecidas en un rango de 1 a 5.

Grafica 14. Organización poblacional de los habitantes en el Embalse La Copa



7.1.2.8. Contaminación en la Embalse La Copa: El 83,3 % de la población ejerce un buen manejo con respecto al recurso hídrico del embalse, donde son concientes del beneficio que aporta, por ende evitan al máximo cualquier tipo de contaminación en esta y en los puntos de captación del flujo. Este factor se representa a modo de porcentaje en la siguiente gráfica.

Grafica 15. Porcentaje de contaminación dentro del área de la Embalse La Copa.



7.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

A continuación se presenta cada una de las etapas con las cuales se desarrollaron las actividades propias del levantamiento topográfico y la georreferenciación, necesarias para generar la información requerida en los procesos de elaboración cartográfica correspondientes al perímetro guía de plantación del embalse La Copa.

Imagen 5. Panorámica del terreno para el levantamiento perimetral del embalse La Copa.



7.2.1. Recursos

7.2.1.1. Logística: La logística de campo estuvo a cargo de la empresa USOCHICAMOCHA

7.2.1.2. Recurso Humano: Este proceso fue conducido en campo por el personal del área topográfica de la empresa Leydi Yohanna Corredor Díaz y las estudiantes encargadas de este estudio.

La información en oficina fue dirigida por Claudia Patricia Nossa Figueroa, Tecnóloga Topográfica con Licencia Profesional No. LP 01-14828. La imagen 6 hace referencia a una de las etapas desarrolladas en el proceso del levantamiento topográfico.

Imagen 6. Personal encargado de realizar el levantamiento topográfico del terreno



7.2.1.3. Equipo de campo

- Nivel Electrónico, marca TOPCON. Ref DL-102C
- GPS de primer orden, marca THALES, referencia Z-MAX
- GPS de orden topográfico, marca ASHTECH MAGELLAN, referencia RELIANCE y PROMARK II.
- Estaciones totales electrónicas, marca TOPCON.
- Computador portátil.

Imagen 7. Nivel Electrónico, marca TOPCON. Ref DL-102C utilizado en el levantamiento.



7.2.1.4. Equipo de oficina

- Estaciones de trabajo de alto rendimiento Workstation DELL Intel Duo Xeon
- Programas especializados (GPS), AUTOCAD CIVIL 3D, Magna Sirgas Pro V 2.0, ARC GIS 10.0
- Plotter a color marca HEWLETT PACKARD

7.2.2. Apoyo cartográfico: La información cartográfica, coordenadas (Norte, Este y Cotas) de los puntos de control, pertenecen al sistema local del municipio de Toca suministrada por la entidad.

7.2.2.1. Recurso Técnico: Para lograr una mayor cobertura y obtener la información de manera rápida y económica, se utilizaron herramientas tales como el Sistema de Posicionamiento Global GPS, nivel electrónico, mira y estación total electrónica.

7.2.2.2. Puntos de control: Se utilizó como punto de control horizontal el vértice marcado en terreno como DELTA- 02, y que en el proyecto se asignó como GPS-07, el cual se utilizó como punto de coordenada nacional conocida (establecida por el IGAC) dicho punto posee las siguientes coordenadas:

Imagen 8. Ubicación vértice GPS-4



7.2.3. Altimetría y nivelación del terreno: Una vez ubicados los puntos de control o mojones, se llevó a cabo la nivelación geométrica trasladando la cota para ir conociendo la nueva altura de los siguientes vértices. Esta labor se realizó en varios tramos de acuerdo al alcance de la mira y del teodolito. Para esta labor se utilizó un nivel electrónico marca Topcon, Ref. DL-102C de alta precisión, que realiza las lecturas en la mira por medio de un código de barras, obteniendo consecutivamente el valor de la distancia y diferencias de cotas entre los vértices, además el equipo tiene una memoria interna que permite guardar los datos registrados en campo y posteriormente ser transmitidos al PC directamente, así evitando cometer errores de transcripción y digitalización. La siguiente imagen muestra la regleta de utilizada para los procesos de nivelación.

Imagen 9. Ilustración del proceso de nivelación



7.2.3.1. Estacado: Una vez ubicada el punto exacto de la cota, se realizó la debida ubicación en campo mediante un proceso de estacado que identifica el punto de referencia y los metros aumentados de manera horizontal

7.2.3.2. Geo referenciación GPS: Al realizar los levantamientos por GPS se obtuvieron los resultados directos con precisiones aceptables sobre el alinderamiento estacado a fin de realizar una comparación con el levantamiento previo de altimetría.

7.2.3.3. Elaboración de la cartografía y mapificación:

Archivos de los planos Topográficos: Los planos correspondientes al levantamiento de la cota 2763,5 que rodea el embalse La Copa fueron realizados por las estudiantes encargadas del proyecto bajo los programas CAD de Autodesk Land Desktop 3, Arcgis 10.0 y Autocad Civil 3D obteniendo archivos en formatos digitales de carácter vectorial con extensiones *.dwg y .Shp.

Para poder manipular y acceder con mayor agilidad se crearon capas de archivos con la respectiva distribución y referenciación desde una vista superior. Esto permite obtener de manera fácil información detallada, cuantificar los objetos encontrados, su geometría entre otras, además puede separarse por tipo de función.

Modelo Digital de Elevación (DEM) Y curvas de nivel: Una vez obtenido el levantamiento topográfico y la planimetría en dibujo, se generó el modelo digital del terreno (DEM), una estructura en tercera dimensión que representa el terreno a una escala numérica de datos. El DEM generó una Red Irregular de Triángulos (TIN), con coordenadas X, Y y Z. Con todos los puntos encontrados del levantamiento topográfico, se generan el mayor número de triángulos equiláteros con el fin de generar la forma del terreno.

Una vez obtenido el DEM se realizó una interpolación matemática mediante la utilización del software Arcgis 10.0, con el fin de generar las curvas de

nivel de acuerdo a las necesidades del proyecto. Para visualizar el modelo digital solo es posible digitalmente, para ello se debe constar con un programa específico (Autocad Civil 3d, Land, Arc gis etc.) el cual permite ver la triangulación en forma 3D y generar un rasterizado 3D.

Longitudes levantadas: La longitud del levantamiento es de 32.067 metros

Planos: Cuatro (4) planos en original a color en tamaño Tabloide, en papel bond, a escala

1:500, 1:2500 con intervalo de curvas de nivel cada cincuenta metros (50 m) y, distribuidos así:

- Dos (2) planos uno de Isoyetas e Isotermas en vista superior, en formato original a color tamaño Tabloide, en papel bond, a escala 1:500, con intervalo de curvas de nivel cada cincuenta metros (50m).
- Un (1) plano del esquema del levantamiento en escala 1:2500, en formato original a color tamaño Tabloide en papel bond.

7.3. CARACTERIZACIÓN EDAFICA.

Dentro de este proceso se llevó a cabo la recolección de muestras de suelo en el área correspondiente a la plantación, es decir la cota de alindramiento previamente levantada. Las muestras fueron obtenidas teniendo en cuenta una profundidad aproximada de 30 cm posterior a la respectiva calicata en el lugar seleccionado; para este caso, se identificaron aquellos sitios con características visibles diferenciales, tales como coberturas, pendiente y color, dando como resultado la toma de 7 muestras de suelos (cada una de a 2 kg) correspondientes a sectores denominados Rio grande, Don Tito, La Estrella, La punta, Portugalete, Compuerta y Compuerta 2.

A cada una de estas muestras se les realizaron procesos de Granulometría y análisis químicos, con el fin de obtener la mayor cantidad de características tanto físicas como químicas, recomendando así, un buen manejo para los

mismos, para las especies a seleccionar y para la correctivos a aplicar si llegase el caso. Estos procesos de laboratorio se describen a continuación:

7.3.1. Procesos de Granulometría:(ASTM C 136, 1996) Por granulometría o análisis granulométrico de un agregado se entenderá todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del agregado según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan las mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionaron el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas. En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica de valores de material (granulometría).²³

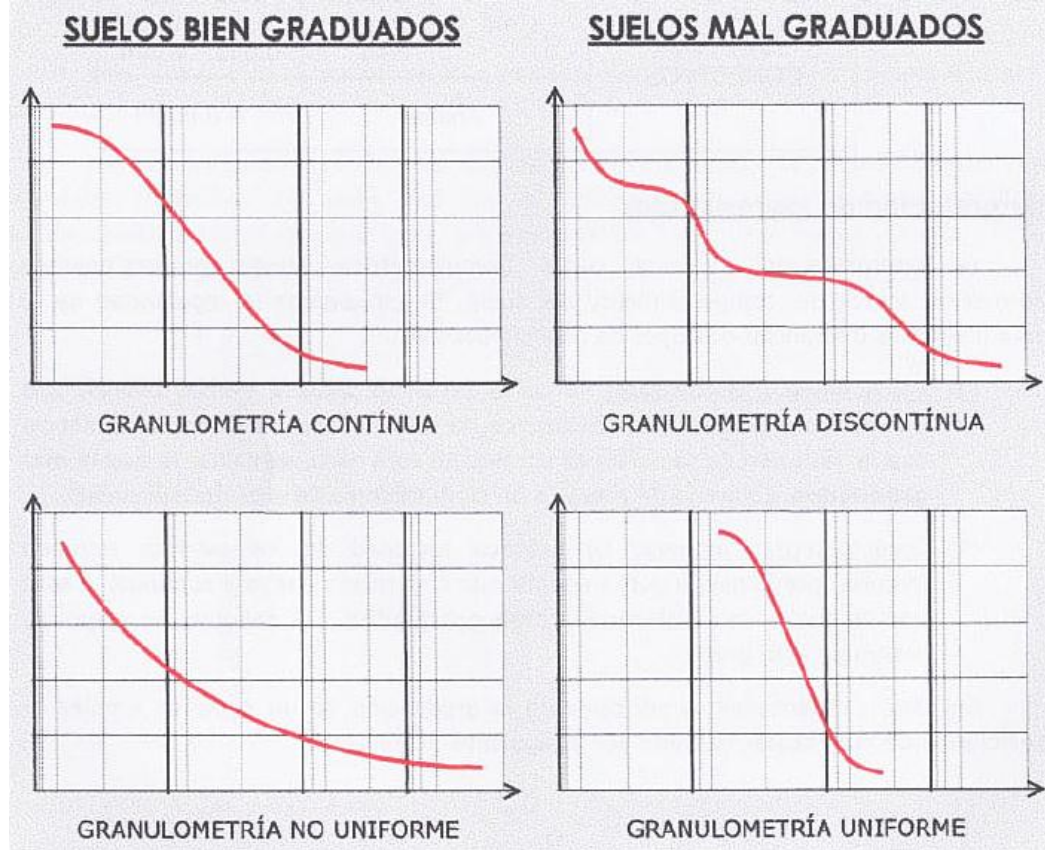
El ensayo trata básicamente de separar una muestra de agregado seco de masa conocida, a través de una serie de tamices de aberturas progresivamente menores, con el objeto de determinar los tamaños de las partículas y ser graficados mediante una representación posterior al ensayo denominada curva granulométrica.(ASTM C 136, 1996) La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva, donde el porcentaje que pasa es graficado en las ordenadas y el diámetro de las partículas en las abscisas. A partir de la curva anterior, se pueden obtener diámetros característicos tales como el D10, D30, D60, D85, etc. El D se refiere al tamaño del grano, o diámetro aparente de la partícula y el subíndice (10, 30, 60, 85) se denota el porcentaje de material más fino.²⁴

Las siguientes graficas muestran los tipos de interpretación de la curva granulométrica.

²³ STANDARD TEST METHOD FOR SIEVE ANALYSIS OF FINE AND COARSE AGGREGATES. laboratorio de materiales de construcción: Departamento de Mecánica Estructural. ASTM C 136 – 01.1 ed. El Salvador: UCA, 1996.p.2

²⁴ Ibid,p.5.

Grafica 16. Interpretación de la Curva Granulométrica



Para obtener cada una de las muestras de suelos, se realizaron las respectivas calicatas; este proceso se demuestra a través de la imagen numero 10

Imagen 10. Acciones para la toma de muestras de suelos en uno de los puntos seleccionados



Para el proceso de laboratorio, fueron necesarios los siguientes materiales y equipos:

Material y equipo.

Materiales

- Arena y grava.

Equipo

- Balanza de torsión. Capacidad de 1Kg y 0.1g de precisión.
- Juego de mallas o tamices No 8 , 30, 40, 60, 120 y 200, charola de fondo y tapa.
- Charola de lámina galvanizada.
- 1000 g de suelo
- Brochuelo de cerda y cepillo de alambre.
- Agitador mecánico de mallas
- Brocha pequeña.
- Horno

El proceso desarrollado para objeto del análisis granulométrico se evidencia en las gráficas 11,12 y 13.

Imagen 11. Macerado de las muestras para posteriormente ser llevado al proceso tamizado



Imagen 12. Proceso de tamizado en el laboratorio de Suelos de la Universidad Industrial de Santander



Imagen 13. Toma de datos (peso-gramos) para cada sustrato retenido en los tamices.



7.3.1.1. Muestra: Rio Grande. Se caracteriza por contar con una pendiente ondulada, presenta principalmente una cobertura de pastos limpios y generalmente abiertos para el pastoreo del ganado, demostrada en la siguiente imagen.

Imagen 14.Cobertura general del área denominada Rio Grande



Los resultados obtenidos del proceso de granulometría para la muestra Rio Grande, se presentan en la tabla 2, teniendo en cuenta la clasificación internación y MIT dadas en las tablas 3 y 4, obteniendo como resultado la curva granulométrica representada en la gráfica 17.

Tabla 2.Datos procesados posterior al tamizado (muestra Rio Grande).

RIO GRANDE					
No tamiz	Abertura (mm)	peso retenido grs	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% que pasa
8	2.36	57	5.5%	5.5%	94.47%
30	0.6	384	37.2%	42.8%	57.2%
40	0.425	98	9.5%	52.3%	47.7%
60	0.25	123.5	12.0%	64.2%	35.8%
120	0.125	196	19.0%	83.2%	16.8%
<200	0.01	173	16.8%	100.0%	0.0%
		1031.5	100.0%		

Tabla 3. Análisis de textura según la clasificación internacional (muestra Rio Grande).

Tipo de suelo	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena gruesa	2 - 0.2	662.5	64.2%
Arena fina	0.2 - 0.02	196	19.0%
Limo	0.02 - 0.002	173	16.8%

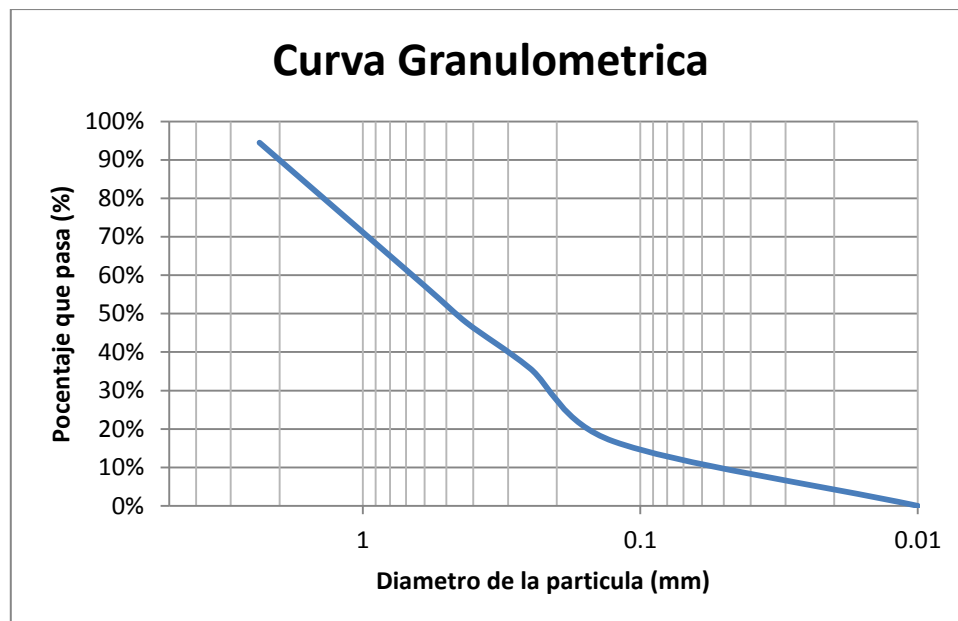
Fuente: Clasificación internacional

Tabla 4. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Rio Grande).

Tipo de suelo		Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena	Gruesa	2 - 0.6	441	43%
	Media	0.6 - 0.2	222	21%
	Fina	0.2 - 0.06	196	19%
Limo	Grueso	0.06 - 0.02	173	17%
	Medio	0.02 - 0.006		
	Fino	0.006 - 0.002		

Fuente: Gilboy, G. adoptada por Massachusetts institute of technology. MIT

Grafica 17. Curva Granulométrica (muestra Rio Grande)



Diámetro	% que pasa
D10	0.03
D30	0.17
D60	0.67

Cu	22.33
Cv	1.44

Coeficiente de uniformidad: El coeficiente de uniformidad indica la desigualdad en las partículas retenidas en cada tamiz, ya que este cociente se encuentra por encima de 3.

$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 22.33$$

Coeficiente de curvatura: Valores de C.V. muy diferentes de 1 indican que falta una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y el D60.

$$CV = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}} = 1.44$$

Como resultado se obtiene una textura de suelo **ARENOSO-FRANCO-ARCILLOSO**.

Posterior a este proceso se interpretan de manera directa las propiedades físicas del suelo según la textura dada para la muestra trabajada en función de la siguiente tabla.

Tabla 5. Relación entre textura y comportamiento probable del suelo

TEXTURA			
PROPIEDAD	ARENOSA	FRANCO-LIMOSA	ARCILLOSA
Permeabilidad	Alta	Media	Baja
Superficie específica	Baja	Media	Alta
Compacidad	Baja	Media	Alta
Temperatura en primavera	Cálido	Fresco	Frio
Capacidad de almacenamiento de nutrientes	Bajo	Medio	Alto
Dificultad de laboreo	Intermedia	Más fácil	Más difícil
Capacidad de almacenamiento de agua	Baja	Medio-alto	Alto
Energía de retención del agua	Baja	medio	Alto

Fuente: Jonson, L.J. (1979)

(Scalone, M. 2005) Los suelos que tienen predominancia de fracciones gruesas, como ser las arenas, gravas etc., son llamados también “**suelos abiertos**” y poseen buenas propiedades físicas, alta velocidad de infiltración (buen drenaje), alta permeabilidad, buena aireación y fácil laboreo, porque se desmenuzan fácilmente por su poca plasticidad y tenacidad. Su principal limitante será la baja fertilidad natural, claramente observable por ejemplo en muchos suelos formados sobre areniscas.²⁵

Por otro lado, al presentar parte de su textura franca, es posible asumir que este tipo de suelo presenta características aceptables de estructura, pudiendo satisfacer las exigencias medias del crecimiento vegetal con las labores culturales normales, cosa que demuestra la siguiente tabla.

²⁵ SCALONE, Miguel. Propiedades físico químicas de los suelos. 2 ed. Argentina: Instituto de Agrimensura, 2005.p.7.

Tabla 6. Clases texturales

Suelos arenosos TEXTURA GRUESA		1. Arenoso
		2. Arenoso franco
Suelos francos	Moderadamente gruesa	3. Franco arenoso
		4. Franco
	Media	5. Franco limoso
		6. Limoso
		7. Franco areno arcilloso
	Moderadamente fina	8. Franco limo arcilloso
		9. Franco arcilloso
Suelos arcillosos, TEXTURA FINA		10. Arcillo arenoso
		11. Arcillo limoso
		12. Arcilloso

Fuente: Hang, S. Edafo.2014.

7.3.1.2. Muestra: Don Tito. Es un terreno relativamente extenso con pendiente nula utilizada como zona de pastoreo para el ganado, presenta algunos parches de árboles en potreros con especies tales como E. globulus y C. lusitánica. La siguiente imagen hace referencia a las coberturas presentes en este sector

Imagen 15.Cobertura general del área denominada Don Tito



Los resultados obtenidos del proceso de granulometría para la muestra Don Tito, se presentan en la tabla 7, teniendo en cuenta la clasificación internación y MIT dadas en las tablas 8 y 9, obteniendo como resultado la curva granulométrica representada en la gráfica 18.

Tabla 7.Datos procesados posterior al tamizado (muestra Don Tito).

DON TITO					
No tamiz	Abertura (mm)	peso retenido grs	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% que pasa
8	2.36	70	6.8%	6.8%	93.22%
30	0.6	360	34.9%	41.7%	58.3%
40	0.425	110	10.7%	52.3%	47.7%
60	0.25	155	15.0%	67.3%	32.7%
120	0.125	230	22.3%	89.6%	10.4%
200	0.01	107	10.4%	100.0%	0.0%
		1032	100.0%		

Tabla 8.Análisis de textura según la clasificación Internacional (Don Tito).

Tipo de suelo	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena gruesa	2 -0.2	695	67.3%
Arena fina	0.2 - 0.02	230	22.3%
Limo	0.02 - 0.002	107	10.4%

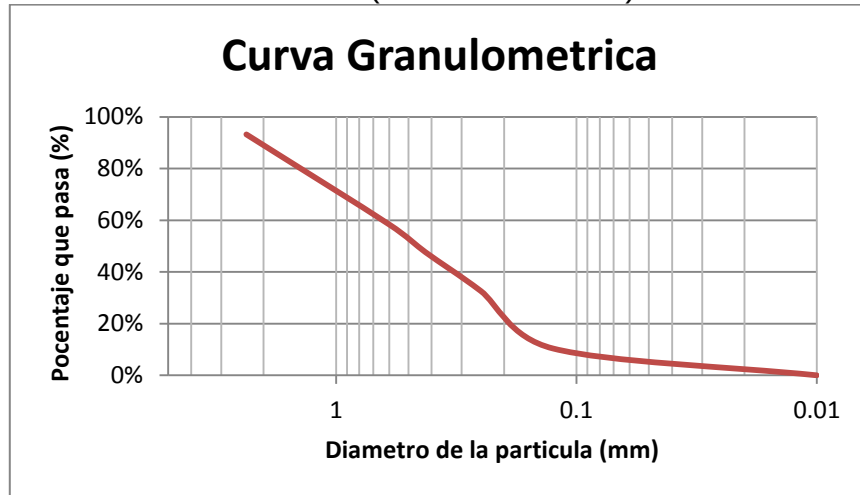
Fuente: Clasificación internacional

Tabla 9.Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Don Tito).

Tipo de suelo		Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena	Gruesa	2 - 0.6	430	42%
	Media	0.6 - 0.2	265	26%
	Fina	0.2 - 0.06	230	22%
Limo	Grueso	0.06 - 0.02	107	10%
	Medio	0.02 - 0.006		
	Fino	0.006 - 0.002		

Fuente: Gilboy,G. adopted por Massachusetts institute of technology. MIT

Grafica 18. Curva Granulométrica (muestra Don Tito)



Diámetro	% que pasa
D10	0.125
D30	0.25
D60	0.65

Cu	5.20
Cv	0.77

Coeficiente de uniformidad: según este coeficiente, se puede apreciar la desuniformidad en las partículas presentes dentro de la muestra analizada, ya que se encuentra por encima de 3, es decir que el suelo es bien graduado.

$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 5.20$$

Coeficiente de curvatura: Valores de C.V. muy diferentes de 1 indican que falta una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y el D60.

$$CV = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}} = 0.77$$

Como resultado se obtiene una textura de suelo **ARCILLA**.

(Rucks, L: et. al. 2004) Las fracciones gruesas, arena y grava, cuando no están cubiertas de arcilla y limo carecen prácticamente de plasticidad y de tenacidad. Su capacidad de retener agua es escasa y debido a los grandes espacios entre sus partículas separadas, el paso del agua gravitacional es rápido. Facilita así el drenaje y el eficaz movimiento del aire. Los suelos en los que predominan la arena o la grava, por esto, son de carácter abierto poseen un buen drenaje y aireación y no ofrecen resistencia al laboreo.²⁶

Es un hecho aceptado que la mayoría de los suelos arenosos tienen demasiado buena aireación, en desmedro de una adecuada capacidad para retener agua

7.3.1.3. Muestra: la estrella. Es una de las áreas, que por su ubicación se encuentra más próximas al cuerpo de agua; se caracteriza por presentar una cobertura algo desértica y con material visiblemente limoso o arcilloso. La siguiente imagen hace referencia a las coberturas presentes en este sector

Imagen 16. Cobertura general del área denominada La Estrella con características de suelo visiblemente uniformes.



Los resultados obtenidos del proceso de granulometría para la muestra La Estrella, se presentan en la tabla 10, teniendo en cuenta la clasificación

²⁶ RUCKS, L...[et. al.]. Propiedades físicas del suelo. 3 ed. Montevideo-Uruguay : Dpto de Suelos y Agua, 2004. p.3

internación y MIT dadas en las tablas 11 y 12, obteniendo como resultado la curva granulométrica representada en la gráfica 19.

Tabla 10.Datos procesados posterior al tamizado (muestra La Estrella).

LA ESTRELLA					
No tamiz	Abertura (mm)	peso retenido grs	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% que pasa
8	2.36	70	6.9%	6.9%	93.08%
30	0.6	257	25.4%	32.3%	67.7%
40	0.425	85	8.4%	40.8%	59.2%
60	0.25	112	11.1%	51.8%	48.2%
120	0.125	322	31.8%	83.7%	16.3%
200	0.01	165	16.3%	100.0%	0.0%
		1011	100.0%		

Tabla 11.Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra La Estrella).

Tipo de suelo	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena gruesa	2 - 0.2	524	51.8%
Arena fina	0.2 - 0.02	322	31.8%
Limo	0.02 - 0.002	165	16.3%

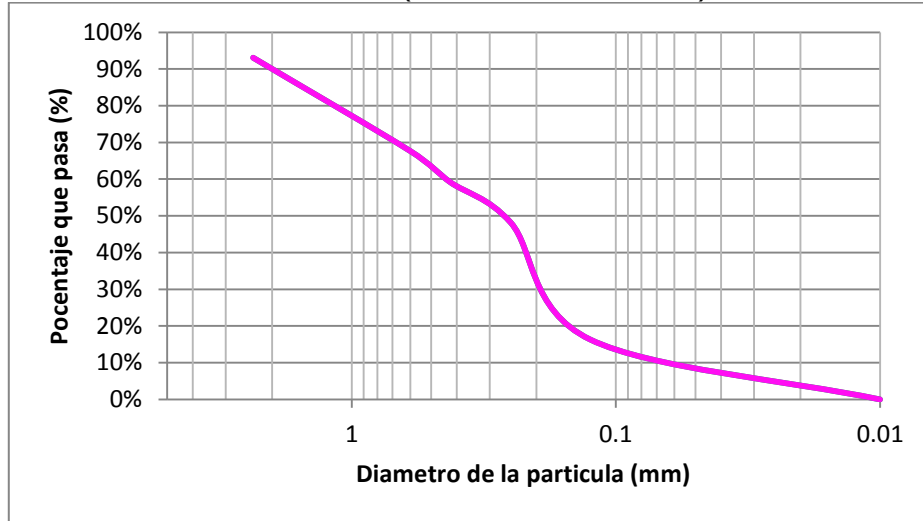
Fuente: Clasificación internacional

Tabla 12.Análisis de textura según la clasificación MIT(muestra La Estrella).

Tipo de suelo		Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena	Gruesa	2 - 0.6	327	32%
	Media	0.6 - 0.2	197	19%
	Fina	0.2 - 0.06	322	32%
Limo	Grueso	0.06 - 0.02	165	16%
	Medio	0.02 - 0.006		
	Fino	0.006 - 0.002		

Fuente: Gilboy,G. adoptada por Massachusetts institute of technology. MIT

Grafica 19. Curva Granulométrica (muestra Rio Grande)



Diámetro	% que pasa
D10	0.07
D30	0.19
D60	0.42

Cu	6.00
Cv	1.23

Coeficiente de uniformidad: El resultado arrojado por este coeficiente indica des uniformidad en las partículas presentes en la muestra, ya que este cociente se encuentra por encima de 3

$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 6.00$$

Coeficiente de curvatura: Valores de C.V. muy diferentes de 1 indican que falta una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y el D60.

$$CV = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}} = 1.23$$

Como resultado se obtiene una textura de suelo **FRANCO-ARENOSO**

Este terreno presenta las mismas características texturales que la muestra de suelos tomada en el área denominada Rio Grande, ya que los coeficientes evaluados arrojaron índices similares.

7.3.1.4. Muestra: La Punta. Se caracteriza por presentar una cobertura arbustiva conformada en su mayor parte por individuos de *E. globulus*, próximos a la vía de acceso directo al cuerpo de agua. La siguiente imagen muestra individuos muy desarrollado de *E. globulus* al igual que individuos propios desarrollados por acciones de regeneración natural.

Imagen 17. Cobertura general del área denominada La Estrella con presencia de individuos de *E. globulus*



Los resultados obtenidos del proceso de granulometría para la muestra La Punta, se presentan en la tabla 13, teniendo en cuenta la clasificación internación y MIT dadas en las tablas 14 y 15, obteniendo como resultado la curva granulométrica representada en la gráfica 20.

Tabla 13.Datos procesados posterior al tamizado (muestra La Punta).

LA PUNTA					
No tamiz	Abertura (mm)	peso retenido grs	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% que pasa
8	2.36	15	1.5%	1.5%	98.50%
30	0.6	107	10.7%	12.2%	87.8%
40	0.425	101	10.1%	22.3%	77.7%
60	0.25	257	25.7%	48.0%	52.0%
120	0.125	295	29.5%	77.5%	22.5%
200	0.01	225	22.5%	100.0%	0.0%
		1000	100.0%		

Tabla 14.Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra La Punta).

Tipo de suelo	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena gruesa	2 - 0.2	480	48.0%
Arena fina	0.2 - 0.02	295	29.5%
Limo	0.02 - 0.002	225	22.5%

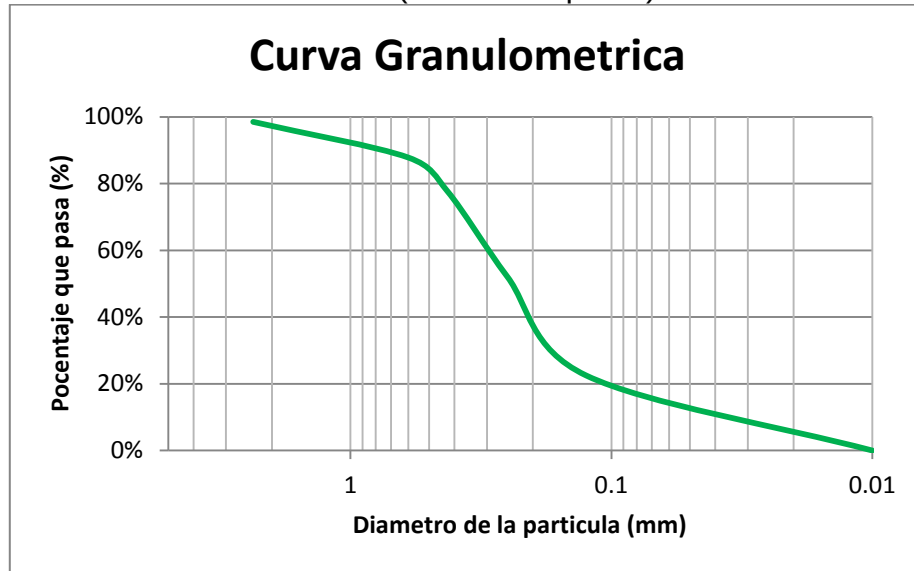
Fuente: Clasificación internacional

Tabla 15.Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra La Punta).

Tipo de suelo		Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena	Gruesa	2 - 0.6	122	12%
	Media	0.6 - 0.2	358	36%
	Fina	0.2 - 0.06	295	30%
Limo	Grueso	0.06 - 0.02	225	23%
	Medio	0.02 - 0.006		
	Fino	0.006 - 0.002		

Fuente: Gilboy,G. adoptada por Massachusetts institute of technology. MIT

Grafica 20. Curva Granulométrica (muestra la punta)



Diámetro	% que pasa
D10	0.04
D30	0.18
D60	0.3

Cu	7.50
Cv	2.70

Coeficiente de uniformidad: El coeficiente de uniformidad indica des igualdad en las partículas retenidas en cada tamiz, ya que este cociente se encuentra por encima de 3.

$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 7.50$$

Coeficiente de curvatura: Valores de C.V. muy diferentes de 1 indican que falta una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y el D60.

$$CV = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}} = 2.70$$

Como resultado se obtiene una textura de suelo **ARCILLA**.

Al igual que las muestras analizadas para las áreas denominadas Rio Grande y la estrella, la muestra de suelo obtenida en el La Punta, reportan características texturales y de uniformidad, propias de un suelo abierto.

7.3.1.5. Muestra: Portugalete. Este terreno se caracteriza por la presencia de actividades agrícolas tales como cultivo de papa, fresa, lechuga entre otros; presenta una pendiente ondulada con cobertura semiboscosa conformada en su mayor parte por individuos de *C.Lusitanica*, *Alnus Jorunllensis* y *Salix sp.*. la imagen 18 fue captada en un terreno con cultivo de papa y funcionamiento de un sistema de riego correspondiente a la zona denominada Portugalete

Imagen 18. Cobertura general del área denominada Portugalete con un sistema de riego tomado directamente del embalse, para el cultivo de papa



Los resultados obtenidos del proceso de granulometría para la muestra Portugalete, se presentan en la tabla 16, teniendo en cuenta la clasificación internación y MIT dadas en las tablas 17 y 18, obteniendo como resultado la curva granulométrica representada en la gráfica 21.

Tabla 16. Datos procesados posterior al tamizado (muestra Portugalete).

PORTUGALETE					
No tamiz	Abertura (mm)	peso retenido grs	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% que pasa
8	2.36	45	4.5%	4.5%	95.49%
30	0.6	243	24.3%	28.9%	71.1%
40	0.425	139	13.9%	42.8%	57.2%
60	0.25	186	18.6%	61.4%	38.6%
120	0.125	169	16.9%	78.4%	21.6%
200	0.01	216	21.6%	100.0%	0.0%
		998	100.0%		

Tabla 17. Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra Portugalete).

Tipo de suelo	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena gruesa	2 - 0.2	613	61.4%
Arena fina	0.2 - 0.02	169	16.9%
Limo	0.02 - 0.002	216	21.6%

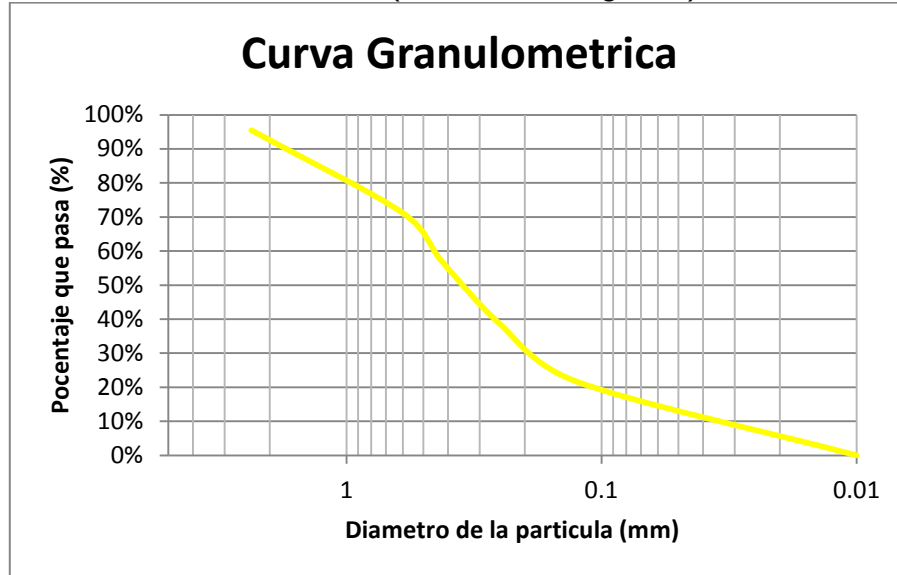
Fuente: Clasificación internacional

Tabla 18. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Portugalete).

Tipo de suelo		Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena	Gruesa	2 - 0.6	288	29%
	Media	0.6 - 0.2	325	33%
	Fina	0.2 - 0.06	169	17%
Limo	Grueso	0.06 - 0.02	216	22%
	Medio	0.02 - 0.006		
	Fino	0.006 - 0.002		

Fuente: Gilboy, G. adoptada por Massachusetts institute of technology. MIT

Grafica 21. Curva Granulométrica (muestra Portugaleta)



Diámetro	% que pasa
D10	0.035
D30	0.2
D60	0.47

Cu	13.43
Cv	2.43

Coeficiente de uniformidad: El coeficiente de uniformidad indica irregularidad en las partículas retenidas en cada tamiz, ya que este cociente se encuentra por encima de 3.

$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 13.43$$

Coeficiente de curvatura: Valores de C.V. muy diferentes de 1 indican que falta una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y el D60.

$$CV = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}} = 2.43$$

Como resultado se obtiene una textura de suelo **ARCILLA**

Como la mayoría de los resultados reportados para el área de estudio, esta textura se asimila a un suelo con buen drenaje y semi pesado con características optimas de aireación.

7.3.1.6. Muestra: Compuerta 1. Este terreno presenta una cobertura boscosa natural con una pendiente pronunciada, además es el lugar donde funciona una de las compuertas que sea activan a la hora de sobresaturación del líquido dentro del embalse, a efectos de accionar un evacuación controlada demostrada en la siguiente imagen.

Imagen 19.Vista del relieve y la compuerta activa en el área denominada Compuerta 1



Los resultados obtenidos del proceso de granulometría para la muestra Compuerta 1, se presentan en la tabla 19, teniendo en cuenta la clasificación internación y MIT dadas en las tablas 20 y 21, obteniendo como resultado la curva granulométrica representada en la gráfica 22.

Tabla 19.Datos procesados posterior al tamizado (muestra Compuerta).

COMPUERTA					
No tamiz	Abertura (mm)	peso retenido grs	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% que pasa
8	2.36	265	28.7%	28.7%	71.26%
30	0.6	385	41.8%	70.5%	29.5%
40	0.425	60	6.5%	77.0%	23.0%
60	0.25	66	7.2%	84.2%	15.8%
120	0.125	51	5.5%	89.7%	10.3%
200	0.01	95	10.3%	100.0%	0.0%
		922	100.0%		

Tabla 20.Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra Compuerta).

Tipo de suelo	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena gruesa	2 -0.2	776	84.2%
Arena fina	0.2 - 0.02	51	5.5%
Limo	0.02 - 0.002	95	10.3%

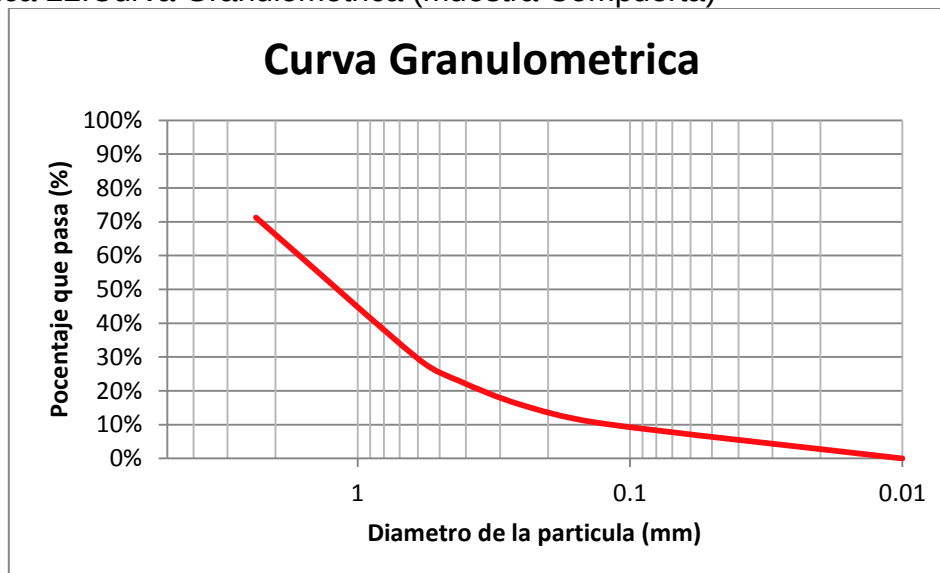
Fuente: Clasificación internacional

Tabla 21. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Compuerta).

Tipo de suelo		Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena	Gruesa	2 - 0.6	650	70%
	Media	0.6 - 0.2	126	14%
	Fina	0.2 - 0.06	51	6%
Limo	Grueso	0.06 - 0.02	95	10%
	Medio	0.02 - 0.006		
	Fino	0.006 - 0.002		

Fuente: Gilboy, G. adoptada por Massachusetts institute of technology. MIT

Grafica 22. Curva Granulométrica (muestra Compuerta)



Diámetro	% que pasa
D10	0.12
D30	0.5
D60	1.7

Cu	14.17
Cv	1.23

Coefficiente de uniformidad: la irregularidad de los agregados es muy evidente en la muestra, cosa que se refleja con el análisis de uniformidad, cuyo valor está muy por encima de 3.

$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 14.17$$

Coefficiente de curvatura: Valores de C.V. muy diferentes de 1 indican que falta una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y el D60.

$$CV = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} * D_{10}} = 1.23$$

Como resultado se obtiene una textura de suelo **ARCILLA**.

En este tipo de suelo predominan las gravas de tipo arena, las cuales son inertes desde el punto de vista químico, presentan buen drenaje, alta aireación, buena permeabilidad y baja retención de humedad.

7.3.1.7. Muestra: Compuerta 2 Este terreno se encuentra ubicado hacia la parte baja del embalse, presenta un relieve plano y una cobertura de pastos limpios, utilizada en algunos casos como zona de pastoreo; aspectos que se evidencian claramente en la imagen 20.

Imagen 20. Vista lateral y cobertura general del área Compuerta 2.



Los resultados obtenidos del proceso de granulometría para la muestra Compuerta 2, se presentan en la tabla 22, teniendo en cuenta la clasificación internación y MIT dadas en las tablas 23 y 24, obteniendo como resultado la curva granulométrica representada en la gráfica 23.

Tabla 22.Datos procesados posterior al tamizado (muestra Compuerta 2).

COMPUERTA					
No tamiz	Abertura (mm)	peso retenido grs	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% que pasa
8	2.36	12	1.2%	1.2%	98.80%
30	0.6	380	38.0%	39.2%	60.8%
40	0.425	133	13.3%	52.4%	47.6%
60	0.25	207	20.7%	73.1%	26.9%
120	0.125	183	18.3%	91.4%	8.6%
200	0.01	86	8.6%	100.0%	0.0%
		1001	100.0%		

Tabla 23.Análisis de textura según la clasificación Internacional (muestra Compuerta 2).

Tipo de suelo	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena gruesa	2 -0.2	732	73.1%
Arena fina	0.2 - 0.02	183	18.3%
Limo	0.02 - 0.002	86	8.6%

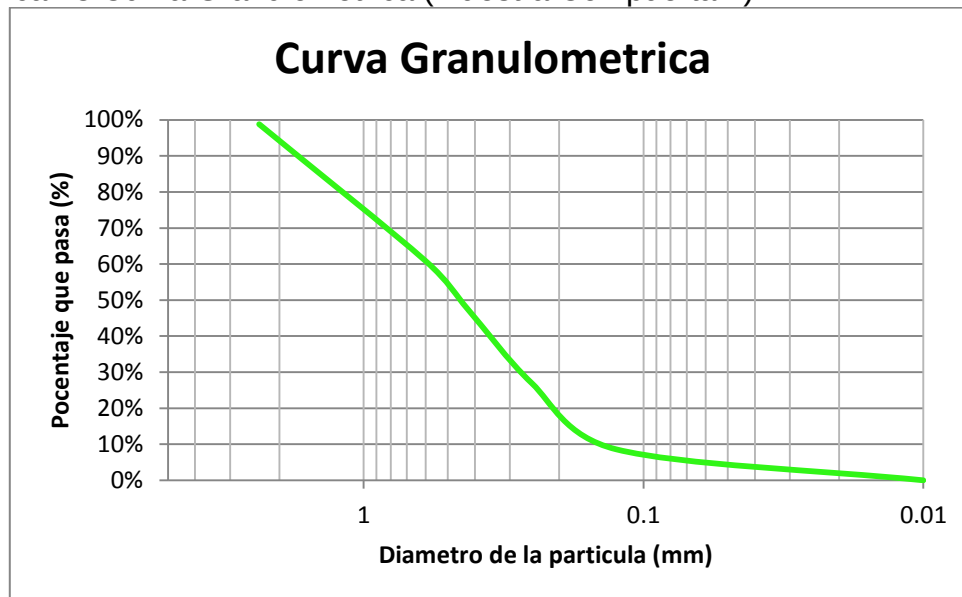
Fuente: Clasificación internacional

Tabla 24. Análisis de textura según la clasificación MIT (muestra Compuerta 2).

Tipo de suelo		Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje de suelo
Arena	Gruesa	2 - 0.6	392	39%
	Media	0.6 - 0.2	340	34%
	Fina	0.2 - 0.06	183	18%
Limo	Grueso	0.06 - 0.02	86	9%
	Medio	0.02 - 0.006		
	Fino	0.006 - 0.002		

Fuente: Gilboy, G. adoptada por Massachusetts institute of technology. MIT

Grafica 23. Curva Granulométrica (muestra Compuerta 2)



Diámetro	% que pasa
D10	0.15
D30	0.29
D60	0.5

Cu	3.33
Cv	1.12

Coeficiente de uniformidad: El coeficiente de uniformidad indica un grado algo elevado en cuanto a la irregularidad de las partículas retenidas por los tamices, ya que este cociente se encuentra por encima de 3.

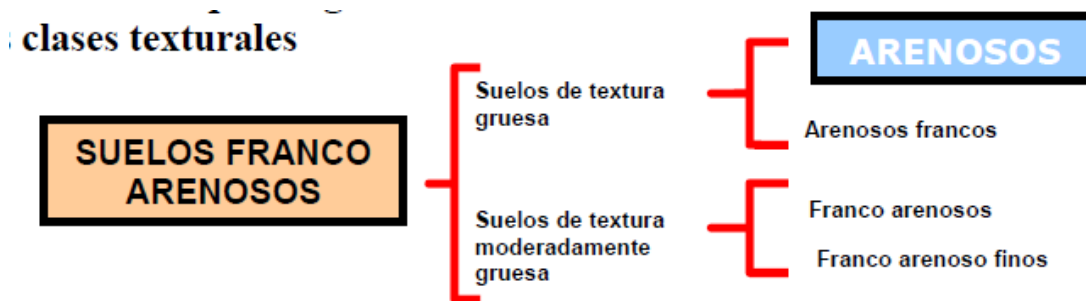
$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 3.33$$

Coeficiente de curvatura: Valores de C.V. muy diferentes de 1 indican que falta una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al D10 y el D60.

$$CV = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}} = 1.12$$

Como resultado se obtiene una textura de suelo **FRANCO-ARCILLOSO**. Estas características texturales son las mismas reportadas por la muestra obtenida en el área de la Compuerta 1, con características texturales arenosas y Capacidad de almacenamiento de nutrientes baja

Grafica 24. Resumen de clases texturales para la muestras analizadas



(Scalone, M. 2005) Las fracciones gruesas consisten principalmente en minerales primarios, entre los que domina el cuarzo (al contrario de lo que sucede en los suelos con textura fina en los que predominan los minerales secundarios). Contribuyen a darle soltura al suelo y son considerados una reserva de elementos nutritivos (**K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺⁺**) los cuales se encuentran en forma insoluble y por lo tanto son inaprovechables por la planta, pero que mediante los procesos de alteración química, se solubilizan y son liberados al

medio. O sea que se las considera inactivas químicamente mientras no son alteradas, lo que hace casi nula su asimilación por las raíces de las plantas.²⁷

7.3.2. Métodos analíticos para análisis de suelos Los análisis químicos presentados a continuación, se realizaron basados en los procedimientos establecidos por **Desamparados, S; Pons, V.: PRACTICAS DE EDAFOLOGÍA Y CLIMATOLOGIA. Primera edición. México. 2004.**

Muestreo

Lo más importante es que la muestra fue representativa para lograr esto se llevaron a cabo los siguientes procesos.

1. Se realizó la zonificación del terreno de interés según lo muestra la figura y hacer el muestreo en zig-zag en los puntos indicados
2. Se utilizó las herramientas adecuadas:
 - Azadón
 - Pala
 - Machete o cuchillo
 - Balde limpio
 - Bolsas plásticas sin usar
 - Hojas blancas para información
3. Se raspó bien la superficie del suelo donde se tomó la muestra
4. Se cavó un hueco en "V" del ancho de la pala y con una profundidad de 25 cm aproximadamente
5. Se sacó una tajada de suelo con la misma pala de 2 a 3cm de ancho, tomar una faja de la tajada de suelo con el machete, de 3 a 5cm de ancho
6. Se repitió los pasos del 3 al 6 según los puntos indicados en el croquis y a manera de zig-zag por lo menos en 12 lugares diferentes.
7. Se revolvió en el balde muy bien todas las pequeñas muestras, quebrar los terrones, tomar aproximadamente 1Kg de la muestra y depositarlo en la bolsa plástica limpia. Desechar el sobrante.

²⁷ SCALONE, Miguel.Op.cit.p.8.

8. Se identificó la muestra llenando la hoja de información con los datos correspondientes

Nombre del propietario

Nombre de la finca

Extensión del terreno

Ubicación

Fecha de muestreo

Cultivo a desarrollar

Preparación de la muestra para el análisis

Se extendió la muestra sobre papel tan pronto llega al laboratorio, secarla al aire en lugar seco y a la sombra.

Se rompió los agregados de suelo por molienda en un mortero grande, evitando moler las partículas de gravilla o arena primaria.

Se pasó la muestra por un tamiz de 2mm desechando los fragmentos gruesos que no pasen por este.

Se realizó la operación de cuarteo: dividir la muestra en cuatro partes iguales, tomar dos diagonales y desechar las otras dos, llevar a cabo este procedimiento varias veces hasta obtener aproximadamente 100g de muestra.

Se almacenó la muestra en un recipiente debidamente rotulado.

7.3.2.1. Determinación de PH en suelo

Potenciómetro

Equipo y Reactivos utilizados

1. Potenciómetro

2. Soluciones estándar tampón de pH 4,01 y 6,87.

Procedimiento

1. Se calibró el potenciómetro con las soluciones tampón de pH conocido.
2. Se pesó 40g de suelo seco y preparado en un vaso de 100 ml.
3. Se adicionó 40mL de agua destilada y hervida en el vaso que contienen la muestra de suelo
4. Se agitó la suspensión agua: suelo en el agitador magnético durante 3 minutos para homogeneizarla.
5. Se dejó en reposo 1 hora después de agitada la suspensión y leer el pH directamente en el potenciómetro.
6. Se lavó y secar el electrodo terminada la lectura.

A continuación se muestran las soluciones utilizadas en el laboratorio para la determinación del ph en cada una de las muestras, ilustradas en las imágenes 21,22 y 23

Imagen 21. Soluciones estándar tampón de ph 4, 7 y 10



Imagen 22.Ubicación de cada una de las muestras en erlenmeyer de 25 ml



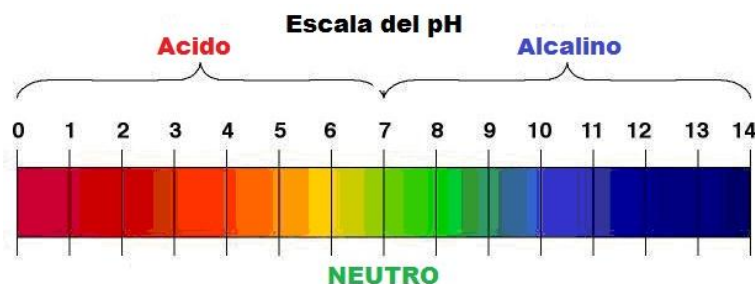
Imagen 23.Lectura de PH con ayuda del Phmeter



(Sainz, H. 2007)El PH del suelo es una de las propiedades químicas más relevantes ya que controla la movilidad de iones, precipitación y disolución de minerales, las reacciones redox, el intercambio catiónico, la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes. La remoción de bases (calcio, magnesio,potasio) sin reposición de las mismas, conlleva una disminución en la saturación del complejo de intercambio y acidificación de suelos.²⁸ En la gráfica 24 se demuestra temáticamente la variación del ph según su clasificación numérica y el gradiente de colores.

²⁸ SAINZ, H... [et, al...]. Niveles de materia orgánica y PH en suelos agrícolas .En: Información Agronómica.Febrero,2007.vol.4,no.2,.p.6

Grafica 25.Escala de PH



Fuente: <http://www.mundobonsai.net/t7109-control-de-la-alcalinidad-del-agua-de-riego>

Los resultados de ph obtenidos para cada una de las muestras de suelo tomadas para este estudio se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 25. Resultados de PH según las lectura del PHmeter para el total de muestras analizadas

MUESTRA	PH
DON TITO	5,2
ESTRELLA	4,9
PORTUGALETE	5,4
COMPUERTA 1	4,9
PUNTA	4,7
COMPUERTA 2	5,2
RIO GRANDE	5,8

7.3.2.2. Determinación de textura del suelo

Equipo y reactivos

- 1 Hidrómetro
2. Probetas de Bouyoucos.
3. Agente dispersante Disolver 71,4g de hexametáfosfato de sodio en 50 mL de agua destilada caliente En otro recipiente disolver 16g de carbonato de sodio en 300 ml de agua destilada Nota: Mezclar las dos soluciones lentamente, con agitación y en la cabina extractara de gases.
- 4 .Alcohol amílico G A

Actividades realizadas para la determinación de textura del suelo

1. Se pesó 50g de suelo en un vaso plástico.
2. Se depositó la muestra de suelo en el vaso de una batidora, se agregó 15ml de agente dispersante y 100ml de agua destilada.
3. Se batió mecánicamente durante 10 minutos.
4. Se pasó la suspensión a la probeta de Bouyoucos y se completó a volumen con agua (1000mL).
5. Se agitó durante un minuto el cilindro, se introdujo el hidrómetro e inmediatamente se agregó dos gotas de alcohol amílico para eliminar la espuma.
6. Se llevó la altura del hidrómetro a los 40s y se dejó en reposo hasta la segunda lectura.
9. Se leyó nuevamente la altura del hidrómetro a las dos horas exactas.

Cálculos

$$\% \text{ Arena} = 100 (2 \times P1)$$

$$\% \text{ Arcilla} = 2 \times P2$$

$$\% \text{ Limo} = 100 - (\% \text{ Arena} + \% \text{ Arcilla})$$

Donde, P1= Lectura del hidrómetro a los 40s.

P2= Lectura del hidrómetro a las 2 horas.

El proceso de laboratorio realizado en la Universidad Industrial de Santander para determinar la textura de las muestras analizadas se evidencia en la imagen 24, con el respectivo resultado dado en la tabla 26.

Imagen 24. Ubicación de las muestras de suelos en los tubos de ensayo aforados



Tabla 26. Resultados texturales según el método de Bouyucos

MUESTRA	P 1	P 2	% ARENA	% ARCILLA	% LIMO	TEXTURA
DON TITO	38	26	24	52	24	ARCILLA
ESTRELLA	12	10	76	20	4	FRANCO-ARENOSO
PORTUGALETE	39	22	22	44	34	ARCILLA
COMPUERTA 1	40	26	20	52	28	ARCILLA
PUNTA	48	31	4	62	34	ARCILLA
COMPUERTA 2	27	16	46	32	22	FRANCO-ARCILLOSO
RIO GRANDE	23	13	54	26	20	FRANCO ARCILLO ARENOSO

Este proceso se realizó para confirmar las texturas obtenidas en el laboratorio de granulometría ya que es imposible determinar el porcentaje de fracciones finas correspondientes a las partículas de arcillas en el tamizado.

7.4. ANALISIS QUIMICOS DE SUELOS

Según los análisis químicos del suelos, estos reportan condiciones adecuadas para la plantación de especies forestales en general, lo que se recomendó fue la nivelación de pH con la cal dolomita para absorción de nutrientes, mejoramiento de estructura para mantener humedad y permitir

desarrollo radicular con la incorporación de materia orgánica, algo de nitrógeno para agilizar desarrollo, magnesio para dar estructura y transferencia de energía en la planta, y por ultimo elementos menores para cubrir necesidades de las plantas, lo ideal es reforzar el primer año con elementos menores. El resumen de los correctivos a aplicar se encuentran registrados en la tabla 27.

Tabla 27. Interpretación de análisis químico de suelos

Parte Alta 63905				
Nombre Comercial	Cantidad por Hectárea	Época de aplicación	Sitio de aplicación	Comentario
Cal Dolomita	1000 Kilos	Antes de la siembra	Incorporada al hueco	Lo ideal es que la Cal y la urea se apliquen antes de realizar trasplante de material, el suelo debe mantener humedad para agilizar proceso de desagregacion hasta las labores de siembra. La materia orgánica no debe ser derivada de gallinazas para evitar infección por hongos y bacterias.
Urea	150 kilos	Antes de la siembra	Incorporada al hueco	
Sulfato de Magnesio	50 kilos	En la Siembra	Incorporada al hueco	
Nutricoljap	50 Kilos	En la Siembra	Incorporada al hueco	
Materia Orgánica	500 Kilos	En la Siembra	Incorporada al hueco	

Parte Alta 63906				
Nombre Comercial	Cantidad por Hectárea	Época de aplicación	Sitio de aplicación	Comentario
Cal Dolomita	1000 Kilos	Antes de la siembra	Incorporada al hueco	Lo ideal es que la Cal y la urea se apliquen antes de realizar trasplante de material, el suelo debe mantener humedad para agilizar proceso de desagregacion hasta las labores de siembra. La materia orgánica no debe ser derivada de gallinazas para evitar infección por hongos y bacterias.
Urea	200 kilos	Antes de la siembra	Incorporada al hueco	
Sulfato de Magnesio	50 kilos	En la Siembra	Incorporada al hueco	
Nutricoljap	75 Kilos	En la Siembra	Incorporada al hueco	
Materia Orgánica	800 Kilos	En la Siembra	Incorporada al hueco	

Para una idea más acertada de los análisis químicos de suelos, ver Anexo H.

7.5. CARACTERIZACIÓN DE FLORA

Basados en el levantamiento de la cota, se realizó la determinación de las áreas a muestrear con ayuda del procesamiento de imágenes satelitales, y

mediante sus respectivas propiedades de reflectancia se crearon polígonos de muestreo, se calcularon sus áreas y se determinó su localización, para que con ayuda del equipo topográfico se ubicaran en campo.

Este proceso se desarrolló de manera tradicional con arreglos de tablas donde se consignaron las especies e individuos de latizal a fustal con características de protección hídrica, siendo esta la función más importante de muestreo conservando el principio de similaridad dentro del carácter de alinderamiento con el embalse y los demás predios, además se llevó a cabo la base de datos con su respectiva evidencia fotográfica. Como el resultado de la ubicación y procesamiento de las áreas de muestreo, se procesaron datos para 19 polígonos dados a continuación.

Tabla 28. Polígonos y áreas evaluadas para llevar a cabo la caracterización de flora.

POLIGONOS DE MUESTREO		
Numero	Área (m2)	Área (ha)
0	13488,836	1,349
1	1761,068	0,176
2	12498,044	1,250
3	14265,989	1,427
4	7268,418	0,727
5	4168,754	0,417
6	4498,771	0,450
7	9865,256	0,987
8	49615,936	4,962
9	40500,141	4,050
10	49911,281	4,991
11	49129,840	4,913
12	8597,067	0,860
13	4454,188	0,445
14	3778,788	0,378
15	3404,743	0,340
16	1791,083	0,179
17	3183,460	0,318
18	248557,328	24,856
	530738,991	53,074

Alrededor del perímetro levantado se digitalizaron un total de 18 áreas de muestreo, correspondientes a 53,074 ha de terreno con características de cubierta forestal uniforme. Así mismo es posible visualizar que dentro del perímetro inundable existen seis (6) áreas de cobertura forestal homogéneas, que debido a los regímenes cortos de precipitación han venido ganando terreno propio del espejo de agua.

7.5.1. Identificación taxonómica de las especies más representativas en el área: Las especies más representativas registradas (en función de las características protectoras del recurso hídrico) dentro de los procesos de muestre fueron los siguientes. Para una asimilación de los individuos con su nombre vulgar, científico y respectiva familia, ver la siguiente tabla.

Tabla 29. Especies forestales más encontradas en el área de influencia directa al embalse La Copa

Nombre Vulgar	Nombre científico	Familia
Lechero	<i>Ficus Soatensis</i>	<i>Moraceae</i>
Loqueto	<i>Escallonia péndula</i>	<i>Escalloniaceae</i>
Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	<i>Oleaceae</i>
Divi divi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	<i>Caesalpinaceae</i>
Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	<i>Myrsinaceae</i>
Sururo	<i>Eugenia sp</i>	<i>Myrsinaceae</i>
Yatago	<i>Trichanthera gigantea</i>	<i>Acanthaceae</i>
Sarno	<i>Toxicodendron striatu</i>	<i>Anacardiaceae</i>
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	<i>Myrñaceae</i>
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Cupressaceae</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Myrñaceae</i>
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	<i>salicaceae</i>
Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	<i>Fabaceae</i>

7.6. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Este proceso se realizó basado en los datos climatológicos obtenidos de las estaciones meteorológicas de La Chorrera, La Copa y San Cristóbal, ya que estas son las únicas que cuentan con datos completos de Precipitación y temperatura requeridos para los cálculos de evapotranspiración potencial (ETP) y finalmente para el balance hídrico (BH), el cual clasifico a manera de intervalos la ubicación de las especies según los excesos o déficit hídricos reportados. (Ver anexo D)

7.6.1. Isoyetas: Este método consistió en trazar curvas (Curvas Isoyetas) de igual precipitación a partir de los datos puntuales reportados por las estaciones meteorológicas para un periodo elegido; en este caso la profundidad de la precipitación fue promediada anualmente a un incremento de tiempo de 10 años.

Estación La Copa

Cod: 24035040

Coordenadas. X= 1096242,856; Y= 1108770,321

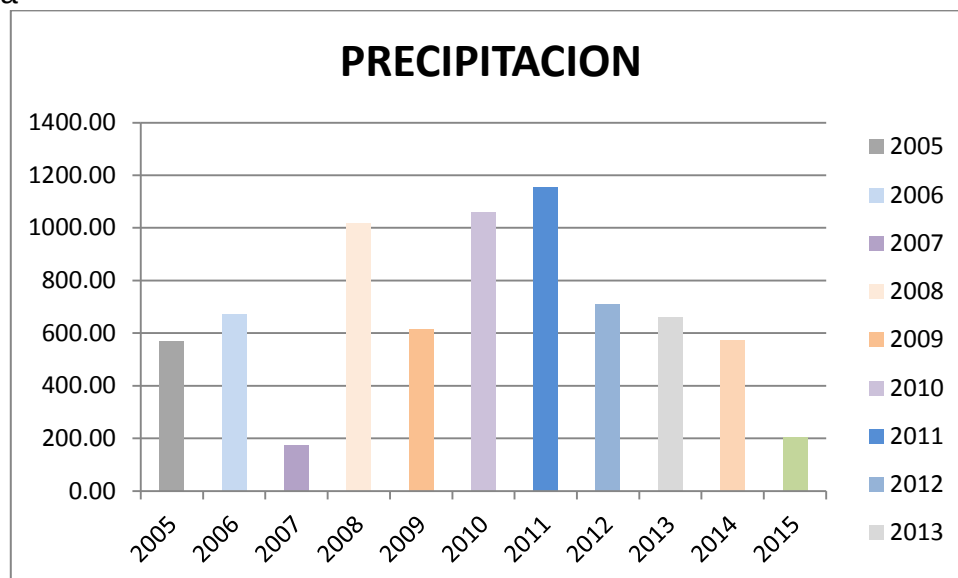
Elevación: 2700 m.s.n.m.

Los datos meteorológicos de precipitación para la estación 24035040 La Copa se encuentran tabulados en la tabla 30, y procesados temáticamente mediante la gráfica de barras número 25.

Tabla 30. Registros de precipitación total anual para el municipio de Toca según la estación 24035040 La Copa

AÑO	PRECIPITACION
2005	568,40
2006	671,90
2007	172,40
2008	1017,20
2009	614,50
2010	1059,10
2011	1152,80
2012	708,50
2013	659,50
2014	573,70
2015	203,00

Grafica 26. Precipitación anual registrada por la estación meteorológica La Copa



Estación La Chorrera

Cod: 24037590

Coordenadas. X= 1100944,698; Y= 1113631,485

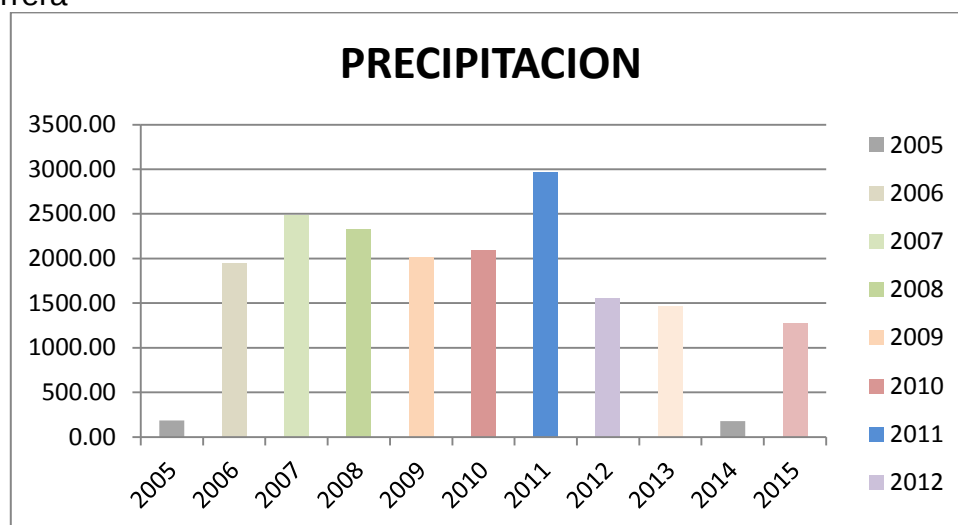
Elevación: 2700 m.s.n.m.

Los datos meteorológicos de precipitación para la estación 24037590 La Chorrera se encuentran tabulados en la tabla 31 y procesados temáticamente mediante la gráfica de barras número 26.

Tabla 31. Registros de precipitación total anual para el municipio de toca según la estación 24037590 La Chorrera

AÑO	PRECIPITACION
2005	184,13
2006	1944,75
2007	2487,01
2008	2326,28
2009	2008,93
2010	2086,95
2011	2964,90
2012	1552,73
2013	1466,40
2014	176,20
2015	1275,60

Grafica 27. Precipitación anual registrada por la estación meteorológica La Chorrera



Estación San Cristóbal

Cod: 24035300

Coordenadas. X= 1098579,174; Y= 1110739,998

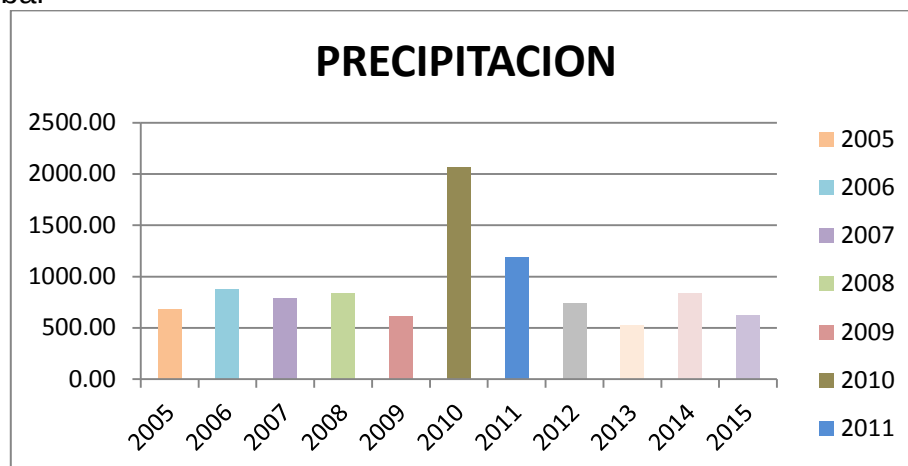
Elevación: 2700 m.s.n.m.

Los datos meteorológicos de precipitación para la estación 24035300 San Cristóbal se encuentran tabulados a continuación y procesados temáticamente mediante la gráfica de barras número 27.

Tabla 32. Registros de precipitación total anual para el municipio de toca según la estación 24035300 San Cristóbal

AÑO	PRECIPITACION
2005	685,10
2006	878,10
2007	788,10
2008	838,30
2009	607,80
2010	2068,46
2011	1187,93
2012	737,10
2013	520,40
2014	837,10
2015	620,40

Grafica 28. Precipitación anual registrada por la estación meteorológica San Cristóbal



7.6.2. Isotermas: Para el caso de las isotermas, al igual que en las isoyetas, se realizó una demarcación mediante líneas que sobre la cota levantada, une los puntos que tienen la misma temperatura según los datos obtenidos por el ideam.

Los promedios de temperatura, dados para el municipio de Toca oscilan para cada una de las estaciones en rangos de aproximadamente un grado centígrado (1°C) así:

Tabla 33. Registros de temperatura para cada una de las estaciones

Temperatura	Estación	Cod. Estacion
19,6700	La Chorrera	24037590
20,180	La Copa	24035040
18,96	San Cristóbal	24035300

7.6.3. Evapotranspiración potencial (ETP): (Holdridge, citado por Alvarado, J.; et al. 2008) la evapotranspiración potencial tiene un significado diferente a la de Penman, puesto que considera a la vegetación natural (Máxima pérdida de agua por evaporación y transpiración bajo un óptimo contenido de humedad en el suelo). Siendo calculada como sigue:

$$Etp = 58.93 \times \text{Temperatura biológica en mm}$$

Para el cálculo de la evapotranspiración real, se calcula primero la relación de evapotranspiración potencial como la relación entre esta y el valor de la precipitación media anual.²⁹

7.6.4. Balance hídrico: (Pereira et al., 2002 citado por Lozada, B; Senthelas, P. 2003). El balance hídrico climatológico (BHC) es la contabilización del agua del suelo, resultante del principio de conservación de la materia en un determinado volumen de suelo con vegetación, y representa el balance entre el agua que entró y la que salió de dicho ámbito. Este puede ser calculado con valores medios o normales climatológicos y se le denomina BHC normal, o con valores secuenciales a lo largo de uno o varios años, denominado BHC secuencial o seriado.³⁰

El balance hídrico normal no considera la variación interanual del clima, específicamente de la precipitación. En ese sentido, (Pascale y Damario 1977) señalan que el balance hidrológico climático normal es insuficiente cuando se requiere conocer las probabilidades de ocurrencias de déficits o excesos de una determinada región, sugiriendo como solución el uso del balance hidrológico seriado.³¹ Según los parámetros analizados en el Software Arcgis v.10. y con el procesamiento de datos de precipitación, temperatura y basados en el levantamiento topográfico de la cota de plantación, se diseñaron capas o Shapes en coordenadas Magna Colombia

²⁹ HOLDRIDGE, citado por ALVARADO, J... [et, al...] Evaluación y caracterización del clima para la micro zonificación ecológica y económica de la cuenca alta y media del río sisa. Lima- Perú.: ITDG, 2008.p.16.

³⁰ LOZADA, B; SENTELHAS, P. Relaciones entre deficiencias y excedentes hídricos estimados a partir de los balances hídricos normal y secuencial. En: Biagro. Septiembre, 2003. vol. 15, no. 3, p.12

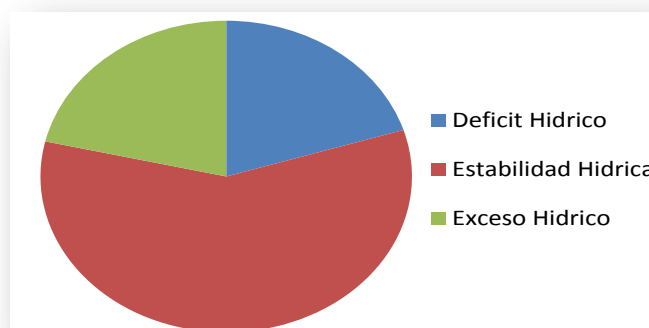
³¹ PASCALE, A. J. Y E. A. DAMARIO. El balance hidrológico seriado y su utilización en estudios agroclimáticos. En: Revista de la Facultad de Agronomía, Marzo, 1977. vol.2, no.3.p. 15

Bogotá, a fin de evaluar el área de influencia directa a la plantación, se ubicaron las coordenadas de cada una de las estaciones y los promedios de precipitación y temperatura según su correspondencia, dando como resultado una estabilidad hídrica del 58% del terreno ubicado hacia el norte del embalse y tan solo un 20,17 % de déficit hídrico correspondientes a 175,75 ha, hacia la parte sur del mismo, es decir, que un 79,83% del terreno equivalente a 695,072 ha, se presentan características climáticas favorables para el establecimiento o plantación de cualquier tipo de material vegetal. Según esto, y según los estudios de suelos ya presentados, es posible realizar una recomendación más acertada acerca de las especies a plantar como cerca viva, correctivos, sugerencias nutricionales y ubicación espacial sobre la cota. Para una representación temática del balance hídrico en hectáreas y porcentaje ver la tabla 34 y grafica 28

Tabla 34. Balance hídrico en superficie (m2) para el embalse la Copa

Balance Hidrico	Superficie (m2)	Porcentaje
Deficit Hidrico	1756515,495	20,17%
Estabilidad Hidrica	5088917,176	58,44%
Exceso Hidrico	1861807,773	21,38%
TOTAL	8707240,444	100%

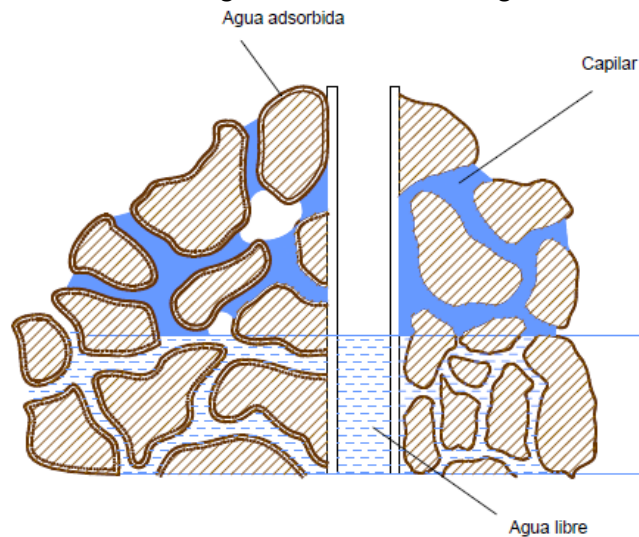
Grafica 29. Balance hídrico en porcentaje para el embalse la copa



7.7. RECOMENDACIÓN DE ESPECIES

Según los análisis texturales y granulométricos de suelos, se obtuvieron muestras con una des uniformidad considerable en función de la disposición de cada uno de los agregados, es decir, más allá de su clase textural estos suelos se caracterizan por presentar buena aireación y percolación ya que por la cantidad de diámetros evaluados en el D10, D30 y D60 se clasificaron como suelos bien graduados, los cuales pueden asimilar de manera potencial el agua presente en el suelo en todas sus formas. A continuación de da una idea del comportamiento del agua en los suelos con catacteristicas de agregados óptima.

Grafica 30. Disponibilidad de agua en suelos bien graduados



Además de facilitar el desarrollo radicular de cualquier material vegetal. Por otro lado, la muestra analizada para el sector denominado Compuerta 2, según su coeficiente de uniformidad $CU = 1,05$, demuestra que varios tamices sucesivos no retuvieron material, lo que evidencia que la variación de tamaños es escasa, por ende existe una mayor cohesión entre partículas, las cuales impiden la aireación del sustrato y las cualidades derivadas de

esta característica, tales como el desarrollo radicular y percolación de agua dificultando el desarrollo radicular del material vegetal.

Tomando como referencia el balance hídrico realizado, se puede apreciar que la mayor parte del área correspondiente a la cota de plantación presenta una equidad de entradas y salidas en función del recurso hídrico, es decir la especie o especies que se planten en esta zona tendrán beneficios hídricos considerables; en cuanto a las áreas con déficit y exceso hídrico, se recomendarán especies acordes con los rangos de precipitación arrojados, de tal manera que los individuos se desarrollen de la mejor manera posible.

Por otro lado, se tuvieron en cuenta los requerimientos dados por la empresa UsoChicamocha, la cual en sus directrices establecieron el siguiente imposición.

Que las especies plantadas mantuviesen un porte arbustivo a una densidad de plantación amplia con el fin de permitir la visibilidad del espejo de agua, ya que este se caracteriza por ser una zona turística, entonces, según esto, se planteó y ejecuto el siguiente diseño

Las especies seleccionadas para la plantación del embalse La Copa a manera de cerca viva son las siguientes

CAUCHO (*Ficus soatensis*)

Nombre Común: CAUCHO

Nombre Científico: (*Ficus soatensis*)

Familia: Moráceae

Morfología: Bartholomaeus, citado por Hurtado y Quinto, 2011. Árbol de 15 metros de altura aproximadamente. Tronco grueso de corteza lisa con gránulos; la ramificación empieza a los 2 metros. Copa de forma arqueada; follaje verde oscuro brillante; hojas lisas de 9 centímetros, alternas, quebradizas, de borde entero y peciolo acanalado. Las flores y los frutos se

encuentran dentro de un receptáculo común, redondo, rosado en la madurez, con múltiples semillas.

Distribución Geográfica. Especie originaria de la cordillera Oriental Colombiana; actualmente se encuentra en el norte de Suramérica. En Colombia se ha observado entre 1800 y 3000 m.s.n.m.

Propagación

Por semilla y estaca. Las semillas se dejan en agua 24 horas y luego se siembran en semillero a 5 milímetros de profundidad, a 2 milímetros entre sí, en líneas separadas 10 centímetros. Posteriormente se cubren con una muy delgada capa de paja y se riegan 2 veces al día. El trasplante se efectúa cuando la plántula alcanza 20 centímetros. Soporta suelos arcillosos.

Usos

Se puede encontrar en riberas y también se planta a lo largo de ellas para protegerlas. Presenta una exudación lechosa y pegajosa al arrancar las ramas y las hojas, y su fruto es consumido por la avifauna.³²

ACACIA JAPONESA (*Acacia melanoxylon*)

Nombre Común: Acacia japonesa

Nombre científico: *Acacia melanoxylon*

Características Sobresalientes: El género *Acacia* reúne especies que se destacan por su gran plasticidad para adaptarse a diferentes ambientes y por sus distintos usos potenciales. Estos van desde el control de la erosión, la conservación de suelos, la producción de forraje, estacas, taninos, pulpa y madera aserrada de alto valor comercial; esto último se refiere al aroma australiano (*Acacia melanoxylon*), cuya madera de alta calidad lo hace ser una de las latifoliadas más apreciadas del mundo.

³² HURTADO, Dione ; QUINTO, Leydi . Caracterización de especies forestales de la finca San Jose, vereda Matecaña, corregimiento de Caña Dulce, municipio Piendamó, departamento del Cauca. Trabajo de grado Ingeniera Agroforestal. Popayán: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Programa Ingeniería Agroforestal, 2011. p. 69-70

Distribución: Especie originaria de Australia; actualmente se encuentra en centro y sur América. En Colombia se ha observado en 2000 y 2800 msnm.

Descripción botánica: Árbol de 15 mts de altura aproximadamente. Tronco con corteza agrietada; la ramificación empieza a los 2 mts. Copa de forma ovalada piramidal; follaje verde blaucuzco; hojas de 6 cm., alternas de borde entero y nervioso y paralela. Flores redonda de color crema agrupadas; frutos en legumbre pardusca enroscada de 7 cm.

Usos Y Particularidades: La madera es utilizada para postes de cerca y para madera de leña. Es una especie fijadora de nitrógeno y sirve para recuperación de suelos y control de erosión. Proporciona sombrío y es útil como barrera corta vientos y cerca viva.

Tiene dos formas de hoja: en los retoños y plantas jóvenes es recompuesta, convirtiéndose en simple en su etapa adulta. Las hojas simples jóvenes presentan una punta rojiza. Sus raíces producen retoños.

Factores Limitantes: Pinilla citado por Flores, Umaña, 2006. Esta especie se presenta como alternativa forestal para ocupar sectores marginales no utilizados por las especies tradicionales y ofrecer al mismo tiempo, una mayor diversidad de productos. Actualmente no es posible enfrentar en forma continua la demanda mundial con grandes volúmenes de productos de alta calidad y valor agregado, debido por una parte a la no existencia de superficies importantes plantadas con esta especie, y al desconocimiento de los antecedentes de crecimiento y rendimiento que permitan su uso bajo esquemas de manejo y para planificación a todo nivel.

ACACIA NEGRA (Acacia decurrens)

Nombres Comunes: Acacia negra, gris

Nombre científico: Acacia decurrens

Características sobresalientes: Escobar. L citado Florez; Umaña. 2006. En estudios preliminares con Acacia negra (*Acacia decurrens*), se ha encontrado que esta especie puede tener potencial para el desarrollo en sistemas silvopastoriles en clima frío, debido a su buena adaptación. Así por ejemplo, presenta 97% de supervivencia después de 5 meses de transplante, posee un acelerado crecimiento, además de su alta producción de biomasa comestible de alta calidad.

Distribución: Especie originaria de Australia; actualmente se encuentra en centro y sur América. En Colombia se ha observado en 2000 y 2800 msnm.

Descripción botánica: Árbol de 10 mts de altura aproximadamente. Tronco con corteza lisa y oscura; la ramificación empieza a 1 mt. Copa de forma redondeada; follaje verde mate con manchas claras; hojas recompuestas de 6 cm, alternas, con glándulas en el espinazo central; flores redondas amarillas, agrupadas; fruto en legumbre pardo rojiza de 5 cm, con varias semillas.

Requerimientos Ambientales: La Acacia negra muestra una adaptación edafoclimática a zonas de clima frío (arriba de 2 500 msnm) con los siguientes parámetros dasométricos: sobrevivencia del 96 por ciento y altura de 3,21 m a los 14 meses de edad; producción de materia seca fina (MSF) o fracción comestible por los animales entre 784 y 2 223 g/árbol para cortes a 1 m de altura a los 12 y 24 meses de edad, respectivamente.

Usos y particularidades: Giraldo citado por Flores y Umaña, 2006. Es una especie fijadora de nitrógeno, apta para recuperación de suelos y control de erosión. También sirve como forrajes en tiempos de escasez y su madera se utiliza como leña. Sus ramas jóvenes son angulosas y produce retoños de raíz. Hay otra especie de acacia (*mearnsii*) que también ha sido introducida al país; es muy parecida a la *A. decurrens*, y se caracteriza por un alto

contenido de tanino en su corteza y su producción en plantaciones comerciales.

Plagas y enfermedades: Villegas citado por Flores y Umaña, 2006. En vivero, se conocen los daños ocasionados por un hongo aún no identificado. Reporta tres ataques importantes a árboles por parte de tres especies diferentes; dos de ellas del orden lepidóptero y una del orden coleóptero: *Leucolopsis* pos. *Vagula* y *Oxidya olivata* (ambas de la familia geometridae) y *Bothynodontes* sp. (Coleóptero: curculionidae).

El *Oxidya Olivata* ocasiono en 1983 una defoliación en una plantación de 10 hectáreas de aliso, en el municipio de Villamaría (caldas), cuyos árboles se refoliarón. El ataque no se ha repetido. Se encontraron los siguientes enemigos naturales de la plaga:

Patógenos: un virus sin identificar, y un hongo del genero *Metarrhizium*, que controlan pupas.

Parásitos: dos especies diferentes de *Telenomus*, como parásitos de huevos, y una mosca *Tachinidae* (*Xantoepalpus* pos. *Exoristini*), como parasito de larvas.

Depredadores: se observa un control por pájaros, de larvas y adultos, como los chinches, así como Hymenopteros que controlaban larvas.

Giraldo citado Flores y Umaña, 2006. En la sabana de Bogotá las plantaciones son atacadas por un gusano conocido como *Halisiota texta* (H.S), que lo defolia y cuyo ataque se intensifica en noviembre y diciembre. En los últimos años en Bogotá se ha presentado el ataque de un chinche chupador, que ocasiona la caída del follaje.

Hongos: Antracnosis Son enfermedades de origen fúngico localizadas principalmente a nivel de follaje, tallos jóvenes o frutos, con una sintomatología típica a base de manchas necróticas o chancros oscuros y

rebordeados a lo largo de los tejidos y órganos anteriormente citados. Además de los síntomas anteriormente mencionados, la enfermedad suele estar asociada a una larga fase de latencia.

Las lesiones causadas en los brotes foliares en esta fase de la enfermedad pueden confundirse con aquellas derivadas del frío (heladas tardías). Estas patologías son consecuencia del desarrollo de episodios infectivos del año anterior, en donde el hongo abandona la fase de latencia favorecidos por condiciones climáticas húmedas y frescas. Si las condiciones de temperatura y humedad siguen siendo favorables al crecimiento e infectividad del patógeno en verano, puede producirse una cuarta fase en la enfermedad, que se traduce en ataque foliar más o menos severo con formación de áreas necróticas en hojas desarrolladas, sobre todo a nivel de las venaciones principales. En lo referente a nuestras latitudes, las epidermis de antracnosis en ésta y otras frondosas ornamentales no suelen comportar daños irreversibles, ya que las condiciones climáticas que determinan los aumentos en la infectividad de las fases latentes del hongo no suelen presentarse muy a menudo, con lo que los pies afectados suelen recuperarse cuando la humedad y régimen de precipitaciones decrecen al comienzo del verano. El patógeno suele sobrevivir al invierno en forma de micelio o peritecios (órganos productores de esporas sexuales) inmaduros en el interior de las ramas necrosadas y sobre todo en hojas y ramas caídas. Según esto, los órganos de reproducción sexual son utilizados por el agente causal de la enfermedad como estructuras de resistencia al invierno, que al comienzo de la siguiente primavera producirán ascosporas responsables de la infección primaria en yemas y ramitas jóvenes, mientras que las formas anamórficas (asexuales) son encontradas durante la fase de expansión de la enfermedad, principalmente en la primavera.

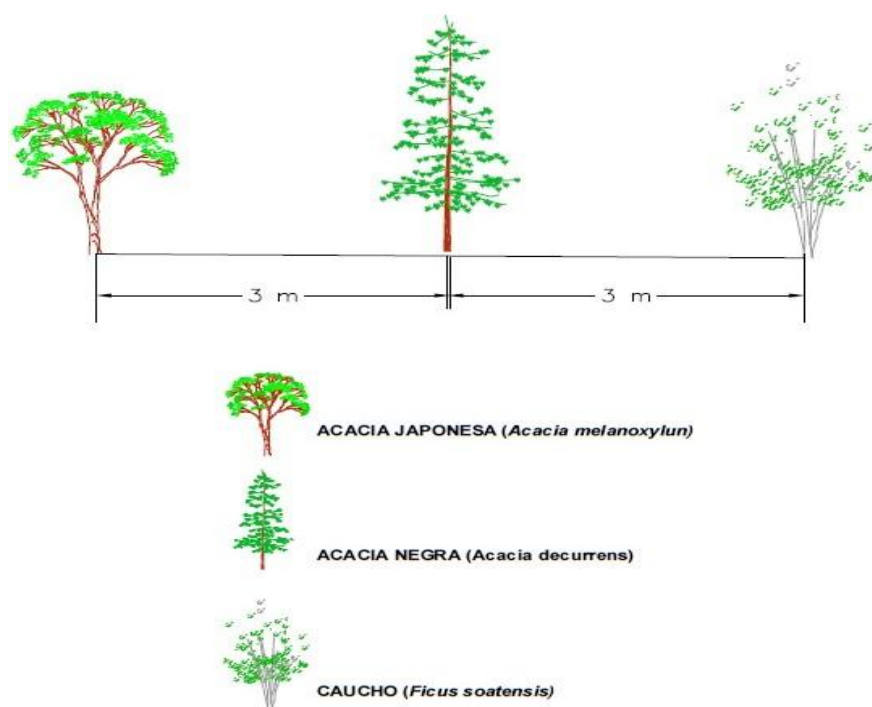
Tratamiento y prevención: Las medidas de control que se han revelado como más eficaces en episodios de antracnosis están relacionadas con la sanidad e higiene de las plantaciones.

Así, en plantaciones de tipo ornamental, los ramos y hojas caídas deben ser retiradas y quemadas de las inmediaciones de todos los pies de planta. Una cirugía arbórea no muy intensiva (podas someras a nivel de las ramitas infectadas), suele dar resultados bastante buenos. Aunque los tratamientos con fungicidas no suelen ser muy rentables ni efectivos en plantas maduras o en condiciones forestales, las plantaciones ornamentales jóvenes pueden ser tratadas con algunos productos sistémicos como el benomilo, dodine, zineb, ciclopronazol, etc., preferentemente al final del invierno.³³

7.8. DISEÑO DE PLANTACIÓN

El diseño de plantación se realizó teniendo en cuenta las siguientes medidas

Grafica 31. Diseño de plantación para la cerca viva del embale La Copa



³³ FLOREZ, Angela ; UMAÑA, Jhon . Evaluación de la adaptación, comportamiento y efecto en la Pradera de la acacia negra (*acacia decurrens*), de la acacia Japonesa (*acacia melanoxylon*), y del aliso (*alnus acuminata*), como Cerca viva en un sistema de producción de ganado de leche en el trópico alto colombiano, departamento del Cauca. Trabajo de grado Ingeniera Agroforestal. Bogotá DC.: Universidad La Salle. Facultad de Zootecnia. Departamento de Agroforestería. 2006. p.51-57

7.9. PLANTACIÓN

La plantación se realizó según los términos acordados, teniendo en cuenta las características de suelos y climáticas analizadas por este estudio. Para una apreciación más acertada de las acciones culturales previas y posteriores a la plantación, ver el rango de imágenes 25 a 29

Para llevar a cabo la distribución de especies en campo, se tuvo en cuenta las características de suelo y climáticas analizadas por este estudio. Para una descripción detallada de la distribución de especies sobre la cota de llenado, ver anexo G.

Según esto, los metros lineales de plantación con las respectivas especies, fueron:

7084 metros lineales correspondientes al área del embalse con exceso hídrico, allí se plantaron un total de 2028 individuos de Acacia decurrens y 333 individuos de Ficus Soatensis; estos últimos en el sector denominado compuerta 2 al Noroccidente del embalse ya que por sus cualidades protectoras, por la geometría de sus hojas y por su poca evapotranspiración, ocasionara una menor cantidad de salidas de agua del suelo, aprovechando de mejor manera este recurso en comparación con las demás especies.

4000 metros lineales plantados con 1333 individuos Ficus Soatensis en el área reportada con déficit hídrico, con la variación de que como proceso cultural, se agregaron 5 gr de Hidroretenedor por planta, con el fin de mejorar sus posibilidades de hidratación.

En la mayor parte del embalse correspondiente a una caracterización climática de Estabilidad hídrica, se plantaron 5309 individuos de Acacia melanoxylon en 15927 metros lineales de perímetro

En total fueron 9003 individuos plantados como cerca viva, sobre la cota 2673,5 determinada como cota máxima de llenado del embalse UsoChicamocha

Imagen 25. Plateo y ahoyado como labores previas a la plantación.



Imagen 26. Determinación de la densidad de plantación



Imagen 27. Transporte de correctivos y fertilizantes



Imagen 28. Plantación de individuos sobre la cota de levantamiento.



Imagen 29. Labores culturales de riego como proceso posterior a la plantación



8. CONCLUSIONES

Debido al PH reportado por los análisis, se consideró pertinente agregar dosis de 500 gr de cal, mezclados con el sustrato empleado para plantación, a fin de actuar como un correctivo de acidez evitando posibles afecciones por excesos de materia orgánica.

Los promedios de precipitación para el periodo de tiempo evaluado de 10 años, arrojo un balance hídrico positivo, siendo este un 58,44% del mismo, seguido de un 21,38% de exceso hídrico y el restante 20,17% un déficit del recurso dentro del objeto de plantación.

Los análisis granulométricos de suelos reportaron des uniformidad para todas las muestras de suelos trabajadas, a excepción del sustrato tomado en el sector denominado Compuerta 2, ya que este índice se encuentra por debajo de 3, indicando la uniformidad de las partículas retenidas por cada tamiz; esto quiere decir que las muestras con alto grado de irregularidad se caracterizan por ser suelos bien graduados, ya que los agregados presentes en ellas cuentan con diferente diámetro, cosa que facilita el desarrollo radicular del material vegetal plantado, mientras que la muestra con granulometría uniforme favorece la cohesión de las partículas y por ende impide la infiltración de agua.

Para el área con suelo uniforme, es decir el área denominada Compuerta 2, se recomendó la especie ficus soatensis, ya que cuenta con un sistema radicular fuerte, el cual puede penetrar el carácter cohesivo propio de la estructura del sustrato, además del hecho de que estos individuos se caracterizan por pertenecer al orden protector del recurso hídrico, favorecen su interacción con el medio biofísico receptor.

Para el área con déficit hídrico, al momento de la plantación, se aplicaron 5 gr de Hidro-retenedor, cuya principal función será la de brindarle periódicamente agua a la planta por procesos de osmosis, además de aumentar la aireación del suelo, percolación del agua y desarrollo radicular.

Los individuos de *ficus soatensis* se plantaron en el área con déficit hídrico, ya que por sus cualidades protectoras, por la geometría de sus hojas y por su poca evapotranspiración, ocasionara una menor cantidad de salidas de agua del suelo, aprovechando de mejor manera este recurso en comparación con las demás especies.

9. RECOMENDACIONES

En épocas de invierno, cuando la precipitación sea excesiva, es conveniente realizar labores culturales de drenaje para el área del embalse que figura con exceso hídrico, ya que es muy posible que este se presente a manera de escorrentía al momento de saturar los poros del suelo, ocasionando encharcamientos y posteriormente la pudrición radicular de los individuos plantados sobre el área.

Si llegase a presentarse periodos extensos de sequía, se recomienda evaluar la posibilidad de realizar labores culturales de riego que pueda mantener activas las funciones del hidro retenedor.

Se recomienda realizar un seguimiento periódico al comportamiento fisiológico de la plantación y determinar si el efecto de acidez se vio corregido por la aplicación del compuesto, o en caso contrario, realizar nuevamente otra aplicación.

BIBLIOGRAFIA

AGUILA, Rogelio, AGUILAR, Araceli y ROMERO, Patricia. Modelación del Comportamiento de las Isotermas, Isoyetas y cálculo de radiación solar para el estado de Puebla durante el mes de Enero de 2005. Trabajo de Grado Geotecnista. Puebla.: Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ingeniería. Escuela de Climatología, 2005. 217 p.

ANGELONE,S...[et. al.] . Geología y Geo tecnología. Argentina.: Continental, 2006.78 p.

CAMPILLO, R ;SADZAWKA,R. Problemática de la acidez de los suelos de la IX región. II.Manejo del encalado y sus implicancias. En: Serie Carillanca. Agosto, 1993. vol. 2,No. 38, 69 p.

CENTRO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN EN AGROFORESTERÍA. Recomendaciones para la implementación de cercas vivas y barreras rompe: Sistemas silvopastoriles. España. :ICRAF, 2014. 48p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. LEY 41 (25,Enero, 1993). Por la cual se organiza el subsector de adecuación de tierras y se establecen sus funciones. Modificado por el Decreto 1300 de 2003, publicado en el Diario Oficial No. 45.196 (23, Mayo, 2003) "Por el cual se crea el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, INCODER y se determina su estructura". Diario Oficial No. 40.731.Bogota. D.C.: El Ministerio.38 p.

COLOMBIA.INSTITUTO COLOMBIANO DE DESARROLLO RURAL. RESOLUCION N° 16-08. (18,Octubre, 2014).Por la cual se declara de utilidad pública e interés social la adquisición de la franja de terreno, mejoras, construcciones y anexidades de propiedad particular o de entidades públicas

ubicadas dentro de la zona de embalse de la represa la copa. Tunja.: El Ministerio, 2014. 9 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA .Decreto 1449 (27, Junio, 1977) Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974. EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, en ejercicio de las facultades que le confiere el artículo 120 ordinal 3 de la Constitución Nacional. Bogotá. D.C.: El Ministerio, 1977. 27 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. Levantamientos Topográficos – Planimetría .En: Serie técnica N° 56. Roma: FAO, 2010. 167 p.

FLOREZ, Angela ; UMAÑA, Jhon . Evaluación de la adaptación, comportamiento y efecto en la Pradera de la acacia negra (acacia decurrens), de la acacia Japonesa (acacia melanoxylon), y del aliso (alnus acuminata), como Cerca viva en un sistema de producción de ganado de leche en el trópico alto colombiano, departamento del Cauca. Trabajo de grado Ingeniera Agroforestal. Bogotá DC.: Universidad La Salle. Facultad de Zootecnia. Departamento de Agroforesteria. 2006. 142 p.

GONZALES, Hanoi. ...[et. al.]. El método del hidrómetro. base teórica para su empleo en la determinación de la distribución del tamaño de partículas de suelo. En: Ciencias Técnicas Agropecuarias .Junio, 2007.vol. 16, no. 33, 32 p.

GUZMÁN, Bravo. ...[et. al.]. Probabilidad y estadística. 1ed. México. D.F: UAM, 2012. 23 p.

HERNANDEZ, Max. Manejo Integrado de Agua y Áreas Costeras Balance Hídrico. En: Curso Sub Regional (1 22-24, Junio: San Salvador, El Salvador) .El Salvador.: PNUMA, 2010.87 p

HOLDRIDGE, citado por ALVARADO, J... [et. al.] Evaluación y caracterización del clima para la micro zonificación ecológica y económica de la cuenca alta y media del río sisa. Lima- Perú.: ITDG, 2008. 86 p.

HURTADO, Dione ; QUINTO, Leydi . Caracterización de especies forestales de la finca San Jose, vereda Matecaña, corregimiento de Caña Dulce, municipio Piendamó, departamento del Cauca. Trabajo de grado Ingeniera Agroforestal. Popayán: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Programa Ingeniería Agroforestal, 2011. 137 p.

JIMENEZ,Fernando. ...[et. al.].Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales[on line]. Costa Rica.:CATIE,2001.[Citado 6 Diciembre 2015].Disponible en <https://books.google.com.co/books?id=jpYOAQAIAAJ&pg=PA63&lpg=PA63&dq=funci%C3%B3n+de+protecci%C3%B3n+de+las+cercas+vivas&source=bl&ots=zf5y6SWQaP&sig=P0qwMwili0oTO-II0H-Csp3Y4CE&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwig3YjZlqDLAhXCbR4KHdqFCfwQ6AEIVDAJ#v=onepage&q=funci%C3%B3n%20de%20protecci%C3%B3n%20de%20las%20cercas%20vivas&f=false>

LOZADA, B; SENTELHAS, P. Relaciones entre deficiencias y excedentes hídricos estimados a partir de los balances hídricos normal y secuencial. En: Biagro. Septiembre, 2003. vol. 15, no. 3, 29 p.

Martínez, L;... [et. al.] Principios de Botánica Sistemática: Trabajo de grado Doctorado en Ciencias Biológicas. Valle: Universidad Nacional del Rosario. Facultad de ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Escuela de Biología. 2008. 79 p.

OSPINA, A. ...[et. al.] Aproximación a la caracterización agroforestal. En: ACOSOC .Pensamientos y experiencias, aportes a la agroecología Colombiana. Mayo, 2004. vol. 2,no .2, 27p.

PASCALE, A. J. Y E. A. DAMARIO. El balance hidrológico seriado y su utilización en estudios agroclimáticos. En: Revista de la Facultad de Agronomía, Marzo, 1977. vol.2, no.3, 22 p.

PASCUAL, Raquel; VENEGAS, Sara. Materia Orgánica del Suelo. Papeles de los microorganismos.2 ed. Sevilla.: SONO, 2011. 112 p.

RANGEL y VELÁSQUEZ. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán del Puracé. Citado por CANTILLO, E,... [et, al...].Caracterización florística, estructural, diversidad y ordenación de la Vegetación, en la reserva forestal Cárpatos, Guasca, Cundinamarca. Trabajo de grado Ingeniero Forestal. Bogotá.D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente. Coordinación general de grados 2007.163 p.

REYMOND, Bois. Isotermas y Curvas Isotermaticas. 1ed.USA.: McBain, 1981.9 p.

RUBIO, Ana. La densidad Aparente de los Suelos Forestales del Parque Natural de los Alcornocales. Trabajo de Grado Ingeniero Técnico Agrícola. Sevilla: Universidad de Sevilla. Facultad de Ingeniería. Departamento de Recursos Naturales y Agro biología, 2010. 67 p.

RUCKS, L...[et. al.]. Propiedades físicas del suelo. 3 ed. Montevideo-Uruguay : Dpto de Suelos y Agua, 2004.18 p

SAINZ, H... [et. al.]. Niveles de materia orgánica y PH en suelos agrícolas. En: Información Agronómica. Febrero, 2007. vol.4, no. 2, 18 p.6

SCALONE, Miguel. Propiedades físico químicas de los suelos. 2 ed. Argentina: Instituto de Agrimensura, 2005. 76 p.

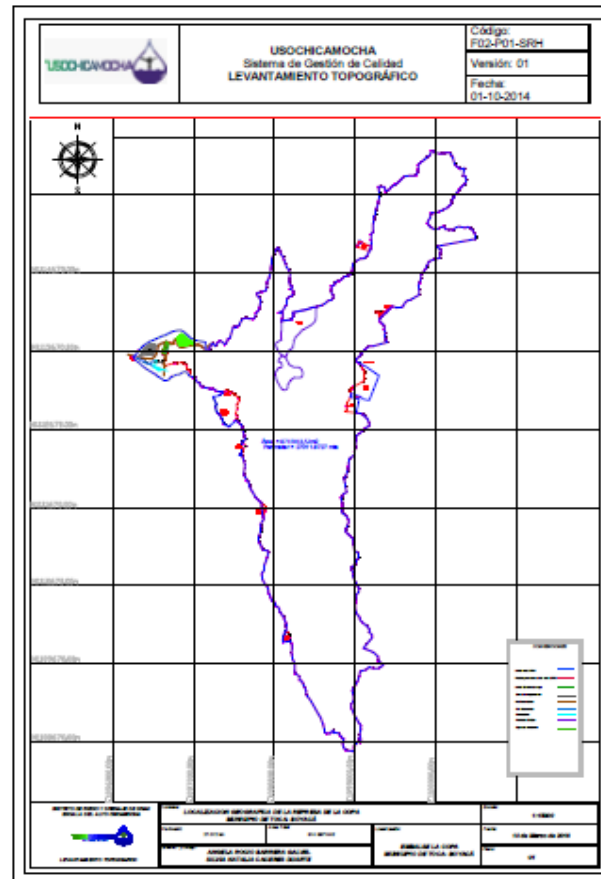
SELVA, Miguel. Manual de Trazados de Curvas a Nivel. Montevideo. 4 ed. Managua.: La prensa, 2004. 154 p.

STANDARD TEST METHOD FOR SIEVE ANALYSIS OF FINE AND COARSE AGGREGATES. Laboratorio de materiales de construcción: Departamento de Mecánica Estructural. ASTM C 136 – 01.1 ed. El Salvador: UCA, 1996. 62 p.

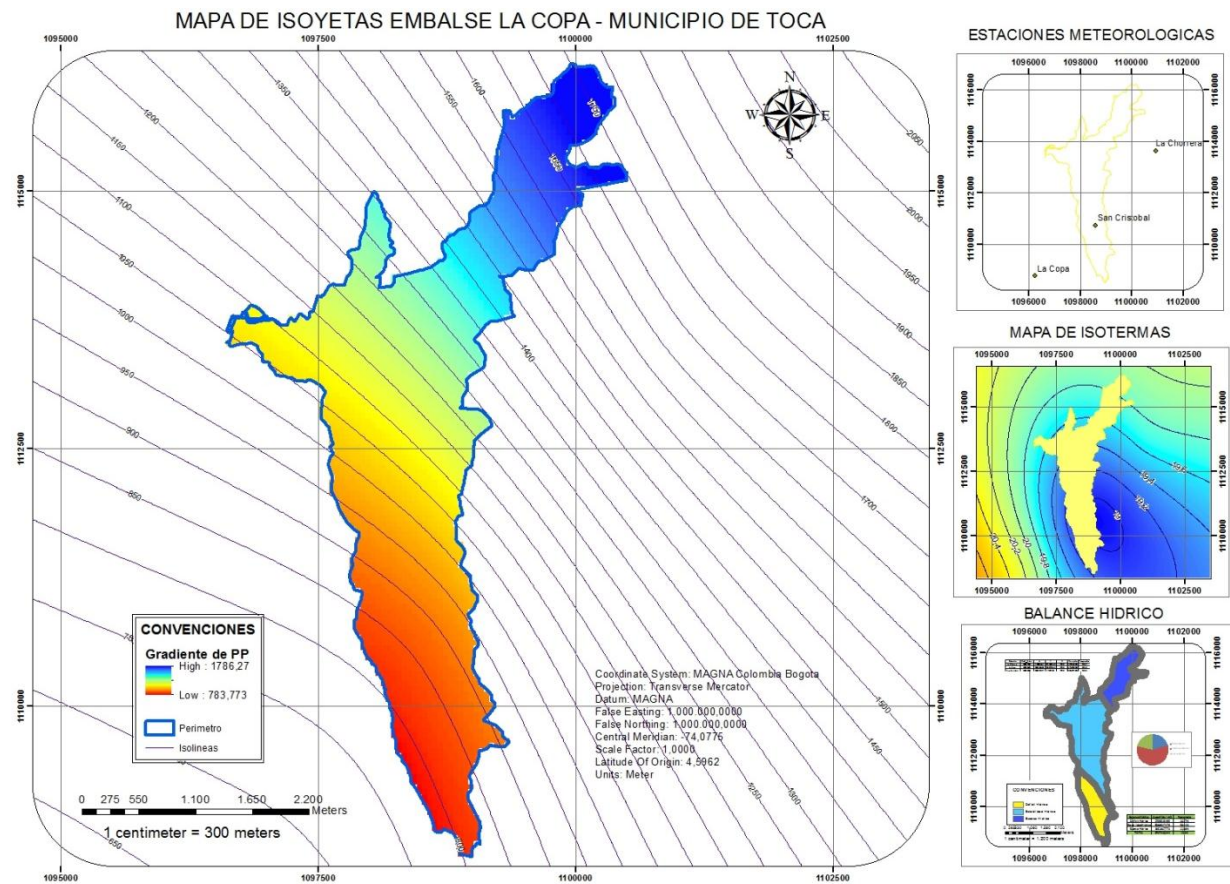
VILLANUEVA, C.... [et. al.]. Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos . En: Serie técnica. Marzo, 2008. Vol.1, no. 372, 12 p.

ANEXOS

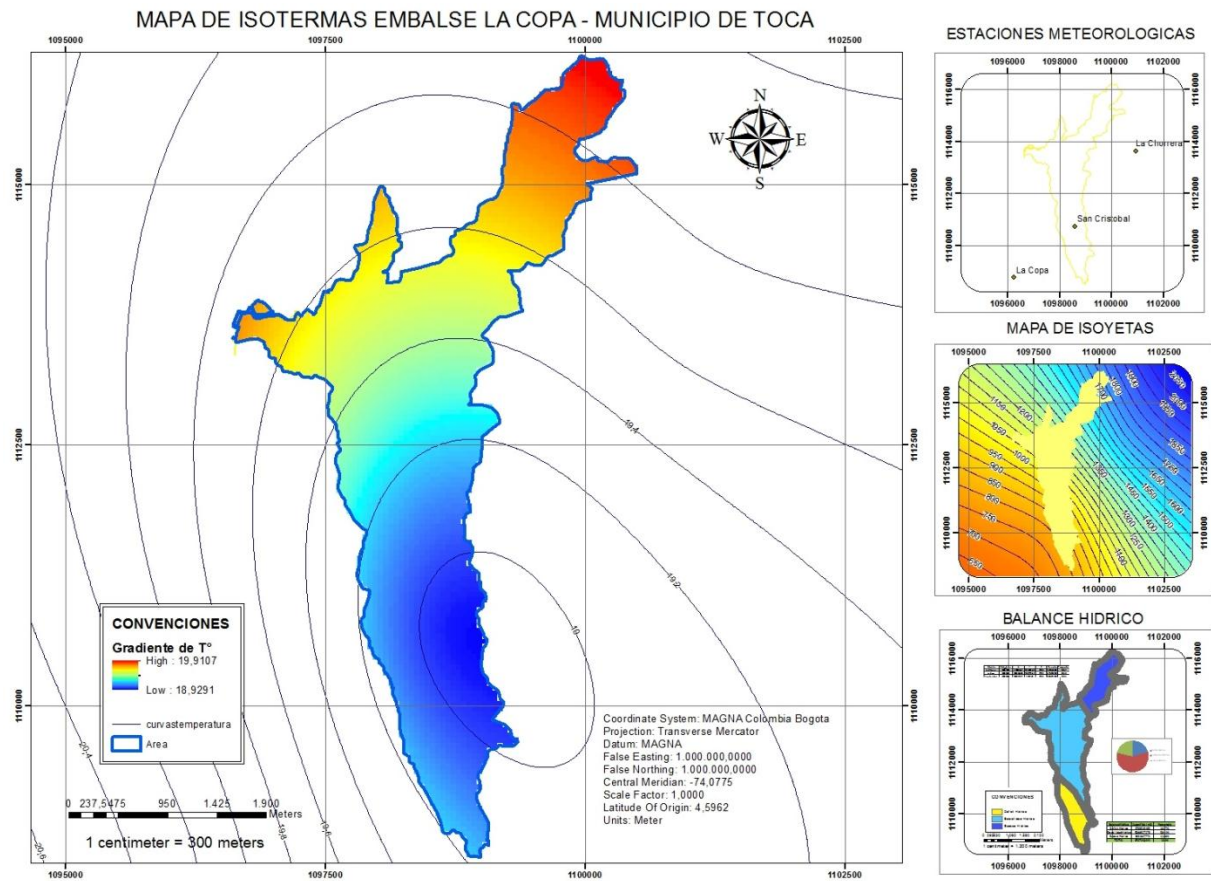
Anexo A. Levantamiento topográfico de la cota de plantación



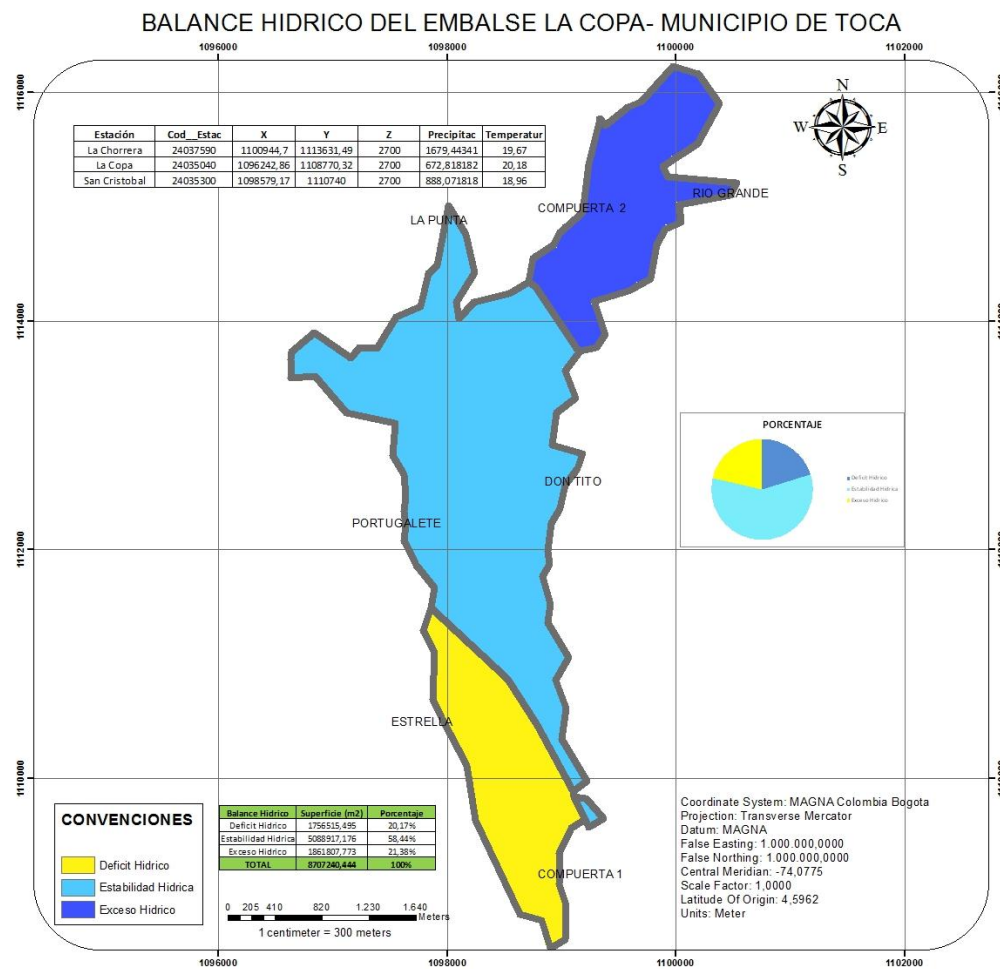
Anexo B. Mapa de Isoyetas embalse La Copa



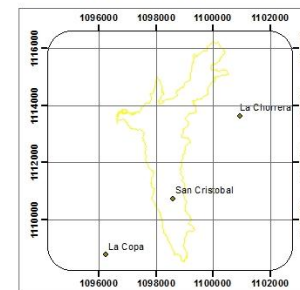
Anexo C. Mapa de Isotermas embalse La Copa



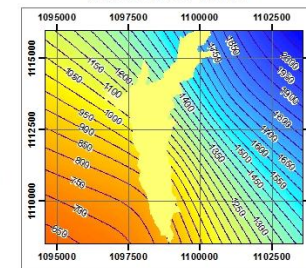
Anexo D. Mapa de Balance Hídrico secuencial para el embalse La Copa



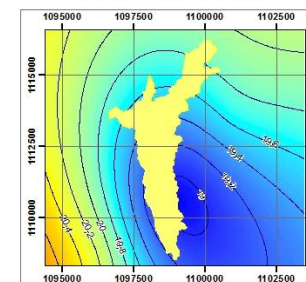
ESTACIONES METEOROLOGICAS



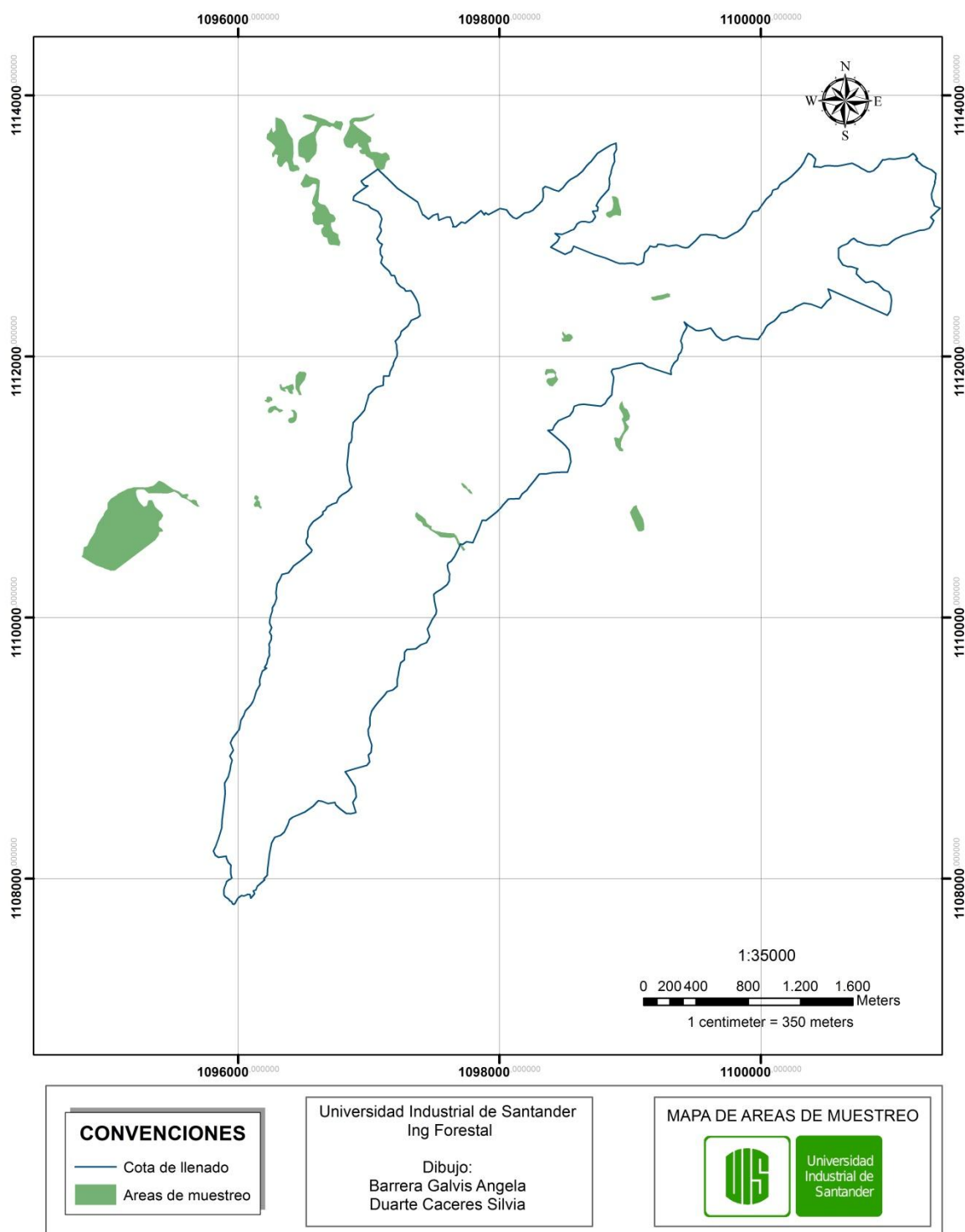
MAPA DE ISOYETAS



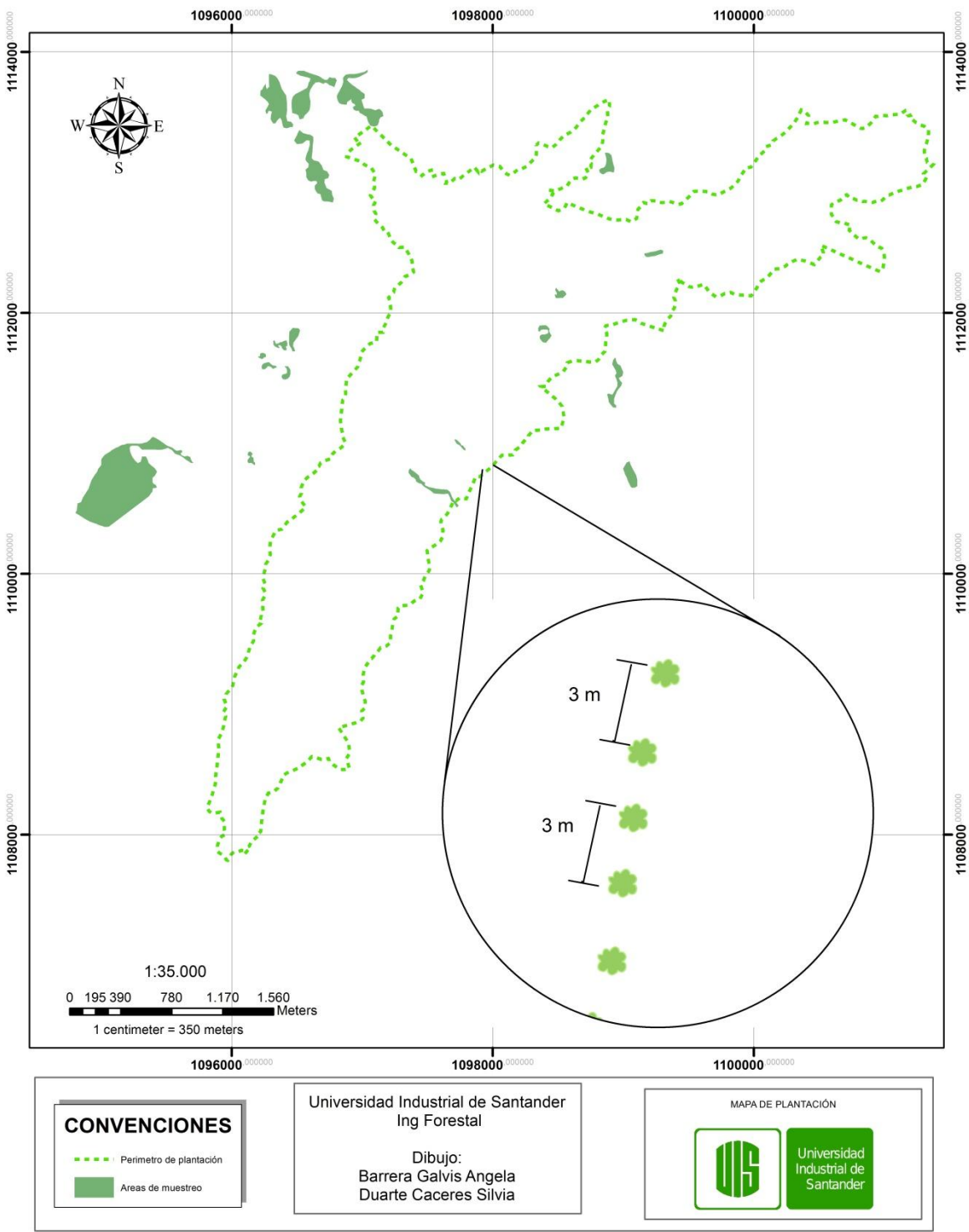
MAPA DE ISOTERMAS



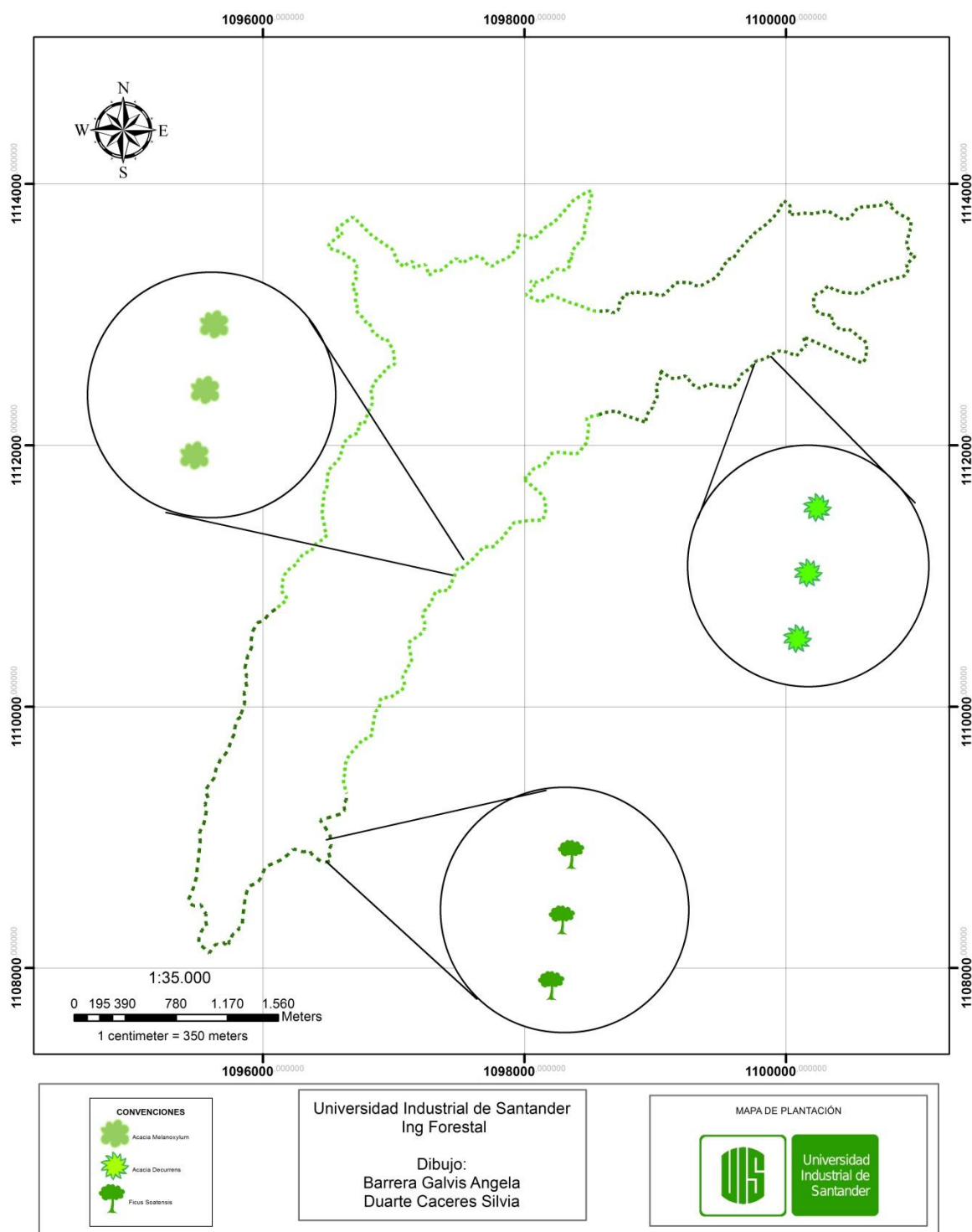
Anexo E. Mapa de unidades de Muestreo



Anexo F. Mapa de plantación



Anexo G. Distribución de especies sobre la cota de plantación



Anexo H. Modelo de encuestas aplicada a la población



Encuesta estructurada, que será aplicada al 100% de la comunidad con características de alinderamiento, como fuente de información primaria.

DETERMINACION E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION MEDIANTE CERCA VIVA EN EL EMBALSE LA COPA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE TOCA DEPARTAMENTO DE BOYACA COLOMBIA

Fecha: _____ hora: _____ vereda(s): _____

Nombre del propietario: _____

Nombre de la finca: _____

Área de la finca que lindera con el embalse: _____

1. ANIMALES EXISTENTES			
ANIMALES DOMESTICOS	SI	NO	CANTIDAD
Bovinos			
Cerdos			
Camuros			
Ovejas			
Gallinas			
Peces			
Caballos			
Perros			
Gatos			
Están encerrados			

2. INGRESOS Y EGRESOS

A cuánto ascienden sus ingresos mensuales (S.M.M.V.): 1_____2_____
3_____4_____5_____6_____ De donde proviene: _____

A cuánto ascienden sus gastos mensuales: _____

3. TENENCIA DE LA TIERRA

Vive en la finca: Si _____ No _____ Aparcero: _____ arrendatario: _____
 propietario: _____ Otro: _____

4. TAMAÑO DE LOS PREDIOS	CANTIDAD	8. DISPONIBILIDAD DE AGUA EN VERANO	TOMA EL AGUA DE:
Área quebrada		Alta	
Área ondulada		Media	
Área plana		Baja	

5. FUENTES DE AGUA									
cantidad (LPS)	acueducto veredal		Embalse de la copa		Captación de aguas lluvias		transporte manual		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	

6. SERVICIO DE LA VIVIENDA										
n° de viviendas	batería sanitaria		pozo séptico		cocina con leña		cocina con gas		Energía eléctrica	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1										

7. TIPO DE VIVIENDA							
Pisos		Cubierta		Paredes		n° de habitaciones	
Tierra		teja de barro		tapia pisada		1	
baldosín				Ladrillo		2	
cemento		Zinc		Cemento		3	
Madera				bahareque		Cuántas?	

OBSERVACIONES:

2. DEMOGRAFIA:

1. POBLACION: _____

2. HABITANTES PERMANENTES		
EDAD EN AÑOS	HOMBRES	MUJERES
menores de 12 años		
12 - 18 años		
19 - 40 años		
40 - 60 años		
mayores de 60 años		

3. EDUCACION		
NIVEL EDUCATIVO	Nº	ESTUDIA ACTUALMENTE
Ninguno		
Primaria		
secundaria		
Otros		
Cuáles?		

4. ALIMENTACION

Productos de la vereda cuáles? _____

Productos que se consumen? _____

5. ENFERMEDADES FRECUENTES:

Niños _____ Hombres _____ Mujeres _____

6. PLAGAS EXISTENTES		
PLAGA	SI	NO
Cucarachas		
Chinches		
Roedores		
Piojos		
Zancudos		
Mosquitos		

7. TRATAMIENTO DE BASURAS		
TRATAMIENTO	SI	NO
foso de abono o compostera		
quema de basura		
alimento de animales		
arrojadas al medio ambiente		
entierran las basuras		

8. PARTICIPACION DEL PROPIETARIO EN LA ORGANIZACIÓN COMUNITARIA.

NOMBRE	PERTENECE	G d participación de 1 a 5
Grupo de amistad		
Asociación usuario acueducto.		
Junta de acción comunal		
Corporación sin ánimo de lucro		
Grupo ecológico		
Grupo religioso		
Otros		

9. FUENTES DIRECTAS DE CONTAMINACION DEL EMBALSE

Contaminante	descarga al cauce		nacimiento	
	SI	NO	arriba	abajo
excreciones humanas				
excreciones animales				
sedimentos por erosión				
Minería				
Fungicidas				
Insecticidas				
Herbicidas				
Abonos				

OBSERVACIONES:

Anexo I. Análisis químicos de suelos.

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO		F-LAB-138/V7 MRI-V	
No. de Laboratorio		63905	
Fecha de Recepcion	2015	2	16
Fecha de Envio	2015	2	27
INFORMACION DEL CLIENTE			
Agricultor/Entidad:	USOCHICAMOCHA		
Departamento:	BOYACA		
Dirección:			
Telefono:	3193760211		
Representante	JOSE ROBERTO OCHOA		
Municipio:	TOCA		
INFORMACION DE LA MUESTRA			
Muestra:	PARTE ALTA		
Cultivo/ Variedad:	AVENA		
Tipo Análisis:	ANÁLISIS SUELOS C. E. INTERCAMBIABLE CON RECOMENDACIÓN		
INFORMACION DE LA FINCA			
Finca:	LA COPA		
Municipio de Ubicación:	TOCA		
Altura Nivel Mar:	-		
			
Cra 49A No 94 - 11 Barrio la Castellana Tel: 6234333 / 5331791			
laboratorio@agrosoil.com.co www.agrosoil.com.co			

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

No. de Laboratorio **63905**

Fecha de Recepción 2015 2 18
Fecha de Resultado 2015 2 27

FLAB-03017
MPPH

TEXTURA BOUYOUCCOS

Arena - %
Limo - %
Arcilla - %

TEXTURA AL TACTO

F

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA - dS/m
DENSIDAD APARENTE - g/cm³
CAP. INTERCAMBIO CATIONICO EFECTIVA 6,843176 meq/100g
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO - meq/100g

Arenoso	A
Arenoso Franco	A F
Franco Arenoso	F A
Franco	F
Franco Limoso	F L
Franco Arcilloso	F Ar
Franco Arcilloso Limoso	F Ar L
Franco Arcillo Arenoso	F Ar A
Arcilloso	Ar
Arcillo Arenoso	Ar A
Arcillo Limoso	Ar L

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	INTERPRETACION		
			RANGO ADECUADO		RESULTADOS
pH	4,51	-	-	-	-
MATERIA ORGA.	6,27	%	-	-	-
NITROGENO (N)	0,31	%	0,25	0,50	MEDIO
FOSFORO (P)	47,33	ppm	20,00	30,00	ALTO
POTASIO (K)	0,89	meq/100g	0,30	0,60	ALTO
MAGNESIO (Mg)	0,58	meq/100g	1,20	1,80	BAJO
CALCIO (Ca)	3,86	meq/100g	3,00	6,00	MEDIO
ALUMINIO (Al)	1,39	meq/100g	0,10	1,00	ALTO
SODIO (Na)	0,13	meq/100g	0,10	1,00	MEDIO
AZUFRE (S)	22,88	ppm	10,00	15,00	ALTO
HIERRO (Fe)	177,50	ppm	20,00	50,00	ALTO
BORO (B)	0,42	ppm	0,30	0,60	MEDIO
COBRE (Cu)	2,89	ppm	2,00	4,00	MEDIO
MANGANESO (Mn)	45,18	ppm	10,00	15,00	ALTO
ZINC (Zn)	6,69	ppm	3,00	6,00	ALTO
RELACIONES CATIONICAS					
Ca/Mg	6,70		3,00	6,00	ALTO
Ca/K	4,33		15,00	30,00	BAJO
Mg/K	0,65		10,00	15,00	BAJO
(Ca+Mg)/K	4,97		20,00	40,00	BAJO
% Sat. De Na	1,89		5,00	15,00	BAJO
% Sat. De K	13,03		2,00	3,00	ALTO
% Sat. De Ca	96,41		50,00	70,00	MEDIO
% Sat. De Mg	8,42		10,00	20,00	BAJO
% Sat. De Bases	79,74		35,00	50,00	ALTO
% Sat. De Aluminio	20,25		10,00	50,00	MEDIO

Aluminio Intercambiable * Expresado en términos de ácidos
Azufre
Boro
Bases de cambio
Capacidad de Intercambio catiónico
Conductividad Eléctrica
Fósforo disponible
Micronutrientes
Materia Orgánica
pH
Textura

MÉTODOS ANALITICOS
Valoración ácido base, Método de Yung (HCl)
Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio
Valoración ácido base, Extracción con acetato de amonio
Electrométrico, extracto de saturación
Colorimétrico, Bray II
Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio
Walkley Black
Potenciométrico, relación 200 agua 1:1
Al Textura Bouyoucos según Bouyoucos



Cra 49A No 94 - 11 Barrio la Castellana Tel: 6234333 / 533 1791
laboratorio@agrosoil.com.co - www.agrosoil.com.co

AURA MARCELA NIÑO R.
QUÍMICA PG 2006 - JEFE DE OPERACIONES

GLORIA STELLA GUZMAN G.
QUÍMICA PG 1486 - GERENTE DE LABORATORIO

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

No. de Laboratorio

FLAB-138v7
URRV

63905

Fecha de Recepción

2015

2

16

Fecha de Resultado

2015

2

27

OBSERVACIONES GENERALES

Fecha de Recepción			Observaciones	
2015	2	16	Suelo extremadamente ácido	Presenta niveles medios de materia orgánica
Fecha de Resultado			Suelo con capacidad de retención y suministro de nutrientes y agua media	
2015	2	27		-
				-
ELEMENTOS MAYORES				
NITROGENO	Los contenidos normales de Nitrógeno van a favorecer el crecimiento rápido de la planta			
FOSFORO	Los excesos de Fósforo pueden afectar la asimilación del Zinc.			
POTASIO	Los excesos de Potasio pueden ocasionar desbalance con el Ca y el Mg			
ELEMENTOS SECUNDARIOS				
MAGNESIO	Los bajos contenidos de Magnesio afectarán la formación de clorofila			
CALCIO	Los contenidos normales de Calcio favorecen la asimilación de otros nutrientes			
AZUFRE	Los excesos pueden ocasionar muerte de hojas			
ALUMINIO	Los altos contenidos de Aluminio se relacionan con la acidez del suelo			
ELEMENTOS MENORES				
HIERRO	Los altos contenidos pueden generar manchas en las hojas.			
BORO	Los contenidos óptimos de Boro favorecerán el transporte de azúcares.			
COBRE	Los contenidos normales permiten un desarrollo óptimo			
MANGANESO	Los excesos de Mn pueden ocasionar manchas color café			
ZINC	Los excesos de Zn pueden ocasionar escasa formación de raíces			

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION PARA EL CULTIVO

Consecutivo	EL SIGUIENTE PLAN DE FERTILIZACION HA SIDO DISEÑADO, CON BASE EN LOS RESULTADOS ANALITICOS REPORTADOS POR EL ANALISIS DE SUELOS. PUEDE SER MODIFICADO EN CONSIDERACIÓN A VARIACIONES PUNTUALES DE LA ZONA.		
63905	AVENA	PRODUCTO	CANTIDAD/HA
	Incorporar 30 días antes de la siembra	CAL DOLOMITA	1000 kg
	Como fertilización de arranque, al momento de la siembra, repetir cada año	GRADO 15-15-15 UREA AGRIMINS	(75 kg) 1 1/2 Bultos (25 kg) 1/2 Bulto (46 kg) 1 Bulto
	Aplicar después la anterior, en condiciones de suelo húmedo.	UREA PRODUMAG	(50 kg) 1 Bulto (50 kg) 1 Bulto
	FERTILIZACION FOLIAR		
	Para complementar la fertilización al suelo se pueden realizar aplicaciones a los 30 y 45 días después de la germinación de la semilla.	NUTRIFOLIAR COMPLETO	1 lt/ha

Cualquier duda en relación al plan de fertilización, consultar al Ingeniero Agrónomo en los teléfonos de contacto.

Cra 49A No 94 - 11 Barrio la Castellana Tel: 6234333 / 5331791

laboratorio@agrosoil.com.co - www.agrosoil.com.co

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO

F-LAB-138/V1
MD-V

No. de Laboratorio

63905

Fecha de Recepción

2015

2

16

Fecha de Envío

2015

2

27



MARTHA ROCÍO HIGUERA V.

INGENIERO AGRÓNOMO 16206 -203040 - ASESOR TÉCNICO



Cra 49A No 94 - 11 Barrio la Castellana Tel: 6234333 / 5331791

laboratorio@agrosoil.com.co - www.agrosoil.com.co

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

No. de Laboratorio

F-LAB-138/V7
MRHV

63906

Fecha de Recepción	2015	2	16
Fecha de Envío	2015	2	27

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Agricultor/ Entidad: USOCHICAMOCHA

Departamento: BOYACA

Dirección:

Teléfono: 3193760211

Representante JOSE ROBERTO OCHOA

Municipio: TOCA

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Muestra: PARTE BAJA

Cultivo/ Variedad: AVENA

Tipo Análisis: ANÁLISIS SUELOS C. F. INTERCAMBIABLE CON RECOMENDACIÓN

INFORMACIÓN DE LA FINCA

Finca: LA COPA

Municipio de Ubicación: TOCA

Altura Nivel Mar:



agrosoillab
con ciencia por el agro

Cra 49A No 94 - 11 Barrio la Castellana Tel: 6234333 / 5331791

laboratorio@agrosoil.com.co - www.agrosoil.com.co

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

P-LAB-128/V7
URHV

No. de Laboratorio

63906

Fecha de Recepcion

2015

2

16

Fecha de Resultado

2015

2

27

OBSERVACIONES GENERALES

Fecha de Recepcion	Observaciones
2015 2 16	Suelo muy fuertemente ácido. Presenta niveles bajos de materia orgánica.
2015 2 27	Suelo con capacidad de retención y suministro de nutrientes y agua baja.
ELEMENTOS MAYORES	
NITROGENO	Los bajos contenidos de Nitrógeno pueden ocasionar crecimiento lento y amarillamientos.
FOSFORO	Los excesos de Fósforo pueden afectar la asimilación del Zinc.
POTASIO	Los excesos de Potasio pueden ocasionar desbalance con el Ca y el Mg.
ELEMENTOS SECUNDARIOS	
MAGNESIO	Los bajos contenidos de Magnesio afectarán la formación de clorofila.
CALCIO	Los bajos contenidos de Calcio pueden ocasionar malformaciones en la planta.
AZUFRE	Los excesos pueden ocasionar muerte de hojas.
ALUMINIO	Los altos contenidos de Aluminio se relacionan con la acidez del suelo.
ELEMENTOS MENORES	
HIERRO	Los altos contenidos pueden generar manchas en las hojas.
BORO	Los contenidos óptimos de Boro favorecerán el transporte de azúcares.
COBRE	Los bajos contenidos afectan la formación de hojas.
MANGANESO	Los excesos de Mn pueden ocasionar manchas color café.
ZINC	Las deficiencias de Zn pueden ocasionar malformaciones en el tallo.

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION PARA EL CULTIVO

Consecutivo	EL SIGUIENTE PLAN DE FERTILIZACION HA SIDO DISEÑADO, CON BASE EN LOS RESULTADOS ANALITICOS REPORTADOS POR EL ANALISIS DE SUELOS. PUEDE SER MODIFICADO EN CONSIDERACION A VARIACIONES PUNTUALES DE LA ZONA.		
63906	AVENA	PRODUCTO	CANTIDAD/HA
	Incorporar 30 días antes de la siembra	CAL DOLOMITA	800 kg
	Como fertilización de arranque, al momento de la siembra, repetir cada año	GRADO 15-15-15 UREA AGRIMINS	(75 kg) 1 1/2 Bultos (50 kg) 1 Bulto (46 kg) 1 Bulto
	Aplicar despues la anterior, en condiciones de suelo humedo:	UREA PRODUMAG	(50 kg) 1 Bulto (50 kg) 1 Bulto
	FERTILIZACION FOLIAR		
	Para complementar la fertilizacion al suelo se pueden realizar aplicaciones a los 30 y 45 días despues de la germinacion de la semilla.	NUTRIFOLIAR COMPLETO	1 lt/ha



Cualquier duda en relación al plan de fertilización, consultar al Ingeniero Agrónomo en los teléfonos de contacto.

Cra 49A No 94 - 11 Barrio la Castellana Tel: 6234333 / 5331791

laboratorio@agrosoil.com.co - www.agrosoil.com.co

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO

F-LAB-13847
MRHV

No. de Laboratorio

63906

Fecha de Recepción

2015

2

16

Fecha de Envío

2015

2

27



MARTHA ROCIO HIGUERA V.

INGENIERO AGRÓNOMO 19209-20340 - ASesor TÉCNICO



Cra 49A No 94 - 11 Barrio la Castellana Tel: 6234333 / 5331791
laboratorio@agrosoil.com.co - www.agrosoil.com.co

Anexo J cuadro resumen determinación e implementación de un sistema de protección mediante cerca viva en el embalse la copa ubicada en el municipio de Toca departamento de Boyacá Colombia

DETERMINACION E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION MEDIANTE CERCA VIVA EN EL EMBALSE LA COPA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE TOCA DEPARTAMENTO DE BOYACA COLOMBIA	
OBJETIVO GENERAL	Diseñar e implementar un sistema de cerca viva como protección al embalse la Copa ubicado en el municipio de Toca Boyacá, realizando las prácticas silviculturales adecuadas según las características del sitio.
OBJETIVOS ESPECIFICOS	Diseñar e implementar un sistema de cerca viva como protección al embalse la Copa ubicado en el municipio de Toca Boyacá, realizando las prácticas silviculturales adecuadas según las características del sitio.
	Delimitar topográficamente la cota superior y zona de amortiguación del embalse ya que sobre 2.673,5 se plantara las especies para la cerca viva.
	Recomendar las especies apropiadas que cumplan los requerimientos edáficos, protección al embalse y características para formar cerca viva.
	Realizar los estudios físicos químicos del suelo en el área de trabajo para determinar las especies a plantar.
	Adecuar el suelo según los resultados del estudio para realizar una posterior plantación con las especies seleccionadas.
METODOLOGIA	Reconocimiento preliminar del terreno, con identificación de las características climáticas, sociales y topográficas relevantes
	Levantamiento Topográfico
	Caracterización edáfica
	Caracterización de Flora
	Caracterización climática
	Recomendación de Especies
	Diseño de Plantación
RESULTADOS	Aplicación de correctivos al sustrato
	Se llevaron a cabo encuestas con el fin de obtener información primaria brindada directamente por los habitantes del sector y así conocer las actividades socioeconómicas desarrolladas por los mismo en el area de influencia directa al embalse, la encuesta estructurada, se aplicó al 100% de la población las cuales se identificaron por sus características de alinderamiento con las áreas directas del embalse. Se obtuvo como resultado No de predios 109 de los cuales 3 tiene casas abandonadas, 78 Habitadas y 28 No tiene casa para tener una población total de 213 habitante.
	El levantamiento topográfico se realizó gracias a la colaboración del personal presente en Usochicamocha, quienes de manera directa asistieron con la prestación y manipulación de los equipos necesarios para delimitar la cota máxima de llenado 2673.5 por donde se ejecutó la plantación dando un perímetro total de 27011 metros y un área máxima inundable de 871.59 has.
	Debido a la extensión del perímetro del embalse y a la desigualdad tanto del relieve como se duelos se tomaron siete (7) muestras de suelo catalogadas como representativas, según características visibles de color y pendiente, la

	textura predominante fue la de arcilla con una des uniformidad considerable en el tamaño de sus agregados , lo cual indica buena infiltración y aireación dentro del sustrato; por parte de los análisis químicos, se obtuvo que los componentes nutricionales presentes en el suelo, son apropiados para llevar a cabo la plantación de especies forestales, siempre y cuando se tenga en cuenta la aplicación de algunos correctivos: Cal Dolomita, Urea, Sulfato de Magnesio, Nutricoljap y Materia Orgánica.
	Con el objeto de conocer la viabilidad de las especies a recomendar y su presencia en el área de influencia directa, se levantaron áreas de muestreo sobre las coberturas más visibles mediante la utilización de imágenes satelitales y observaciones de campo.
	Como resultado del análisis hídrico del terreno, se obtuvo que para la mayor parte del embalse se reporta una estabilidad hídrica con un 58,44% equivalentes a 508 ha y de perímetro 15927 m, un exceso hídrico con un 21.38% equivalentes a 186 ha y de perímetro 7084 m y un déficit hídrico con un 20.17% equivalente a 175 ha y de perímetro 4000 m.
	Posterior al proceso de caracterización de flora y los correspondientes análisis de suelos químicos y texturales, se recomendaron las especies de CAUCHO (<i>Ficus soatensis</i>) ACACIA JAPONESA (<i>Acacia melanoxylon</i>) ACACIA NEGRA (<i>Acacia decurrens</i>)
	La distancia de plantación fue de 3m con el fin de mantener un densidad protectora y servir como una barrera contra los vientos en épocas de verano, teniendo en cuenta la caracterización climática se plantó: exceso hídrico: 2028 individuos de <u><i>Acacia decurrens</i></u> 333 individuos de <u><i>Ficus Soatensis.</i></u> .. Estabilidad hídrica: 5309 individuos de <u><i>Acacia melanoxylon.</i></u> .. Déficit hídrico: 1333 individuos <u><i>Ficus Soatensis.</i></u> .. total de plantas: 9004 plantas