

ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL COMO OPCIÓN
SOSTENIBLE DE LA GANADERÍA BOVINA Y OVINA EN EL CENTRO DE
PRÁCTICAS LA VITRINA DE LA UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
SEDE VILLAVICENCIO.

AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN

MANUEL FELIPE LOPEZ VELA ID 501490

LISETH KATERINE OLIVEROS PABON ID 501382

LINA MARCELA RODRIGUEZ MORALES ID 502831

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

VILLAVICENCIO

META-COLOMBIA

2021

ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL COMO OPCIÓN
SOSTENIBLE DE LA GANADERÍA BOVINA Y OVINA EN EL CENTRO DE
PRÁCTICAS LA VITRINA DE LA UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
SEDE VILLAVICENCIO.

AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN

MANUEL FELIPE LOPEZ VELA ID 501490

LISETH KATERINE OLIVEROS PABON ID 501382

LINA MARCELA RODRIGUEZ MORALES ID 502831

Informe donde se presenta el establecimiento silvopastoril como como opción sostenible de la ganadería bovina y ovina en el centro de prácticas la vitrina de la universidad cooperativa de Colombia en la ciudad de Villavicencio, capital del Meta.

DOCENTE ASESOR: SAULO ANDRÉS OLARTE BURITICÁ

INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

VILLAVICENCIO

META-COLOMBIA

2021

Autoridades Académicas Universidad Cooperativa de Colombia

Dra. Maritza Rondón Rangel

Rectora Nacional

Dr. César Augusto Pérez Londoño

Director de la Sede

Dr. Henry Emiro Vergara Bobadilla

Subdirector Académico de la Sede

Dra. Ruth Edith Muñoz

Directora Administrativa

Ing. Raúl Alarcón Bermúdez

Decano Facultad de Ingeniería Civil

Ing. María Lucrecia Ramírez Suárez

Jefe programa de Ingenierías

Dra. Sandra Patricia Reyes Ortiz

Coordinador de Investigación del Programa de Ingeniería Civil

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Dedicatoria

Dedicamos con todo el corazón el siguiente trabajo de establecimiento de un Sistema Silvopastoril en el centro de prácticas la Vitrina, primero a Dios, el forjador de nuestro camino, nuestro inspirador y alentador.

A nuestros padres: Héctor, Mery, Humberto, Priscila, Alexander y Claudia, por su amor, sacrificio, confianza y el apoyo ofrecido durante la carrera y por supuesto para la conclusión y estímulo satisfactorio de éste, además por habernos forjado para ser las personas que somos hoy en día, por infundir el modelo de esfuerzo y valentía, sin su compañía de ellos no hubiese sido posible este.

A nuestros hermanos: Camila, Becxy, Elizabeth, Liliana y Paula Nathaly, quienes nos animaron a seguir adelante.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios, primeramente, por darnos vida y salud, a nuestras familias: López Vela, Oliveros Pabón y Rodríguez Morales, por la paciencia, consideración y cariño. Al mismo tiempo a la Universidad Cooperativa de Colombia, campus Villavicencio, por acogernos para desarrollar este; por su puesto a nuestro asesor, el Ingeniero Saulo Olarte Buriticá, por el apoyo, consejos y la enseñanza recibida durante el desarrollo de este, además al Dr. Camilo Pacheco y compañeros de Medicina Veterinaria y Zootecnia por su colaboración.

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de Ilustraciones	11
Lista de Ecuaciones.....	16
Lista de Gráficas	17
Lista de Tablas	18
Resumen.....	19
Palabras Claves	19
Abstrack	20
Introducción	21
Planteamiento del Problema	22
Objetivos.....	24
Objetivo General	24
Objetivos Específicos.....	24
Justificación	25
Marco Geográfico	26
Clima.....	26
Precipitación.....	27
Brillo solar.....	27
Temperatura	27
Humedad:	28

Relieve	29
Suelos	30
Uso de suelos	31
Hidrología	31
Marco Teórico.....	32
Los Sistemas Silvopastoriles.....	32
Diagnóstico ambiental.....	34
Mejoramiento de la calidad del suelo:.....	34
Escorrentía.....	35
Topografía.....	35
Altimetría	35
Cota	36
Fotogrametría	36
Ventajas de la fotogrametría	37
Drones	37
Metodología	39
Descripción de Actividades	39
Actividad 1	39
Actividad 2.....	39
Actividad 3.....	40

Actividad 4.....	41
Actividad 5.....	42
Actividad 6.....	43
Actividad 7.....	44
Actividad 8.....	46
Actividad 9.....	47
Actividad 10.....	48
Actividad 11.....	49
Actividad 12.....	50
Actividad 13.....	52
Actividad 14.....	54
Actividad 15.....	57
Actividad 16.....	59
Actividad 17.....	61
Actividad 18.....	65
Resultados.....	68
Modelo digital de Elevaciones.....	68
Modelo Teselado.....	69
Ortomosaico.....	71
Datos del levantamiento.....	72

Calibración de Cámara.....	73
Posiciones de cámaras.....	74
Puntos de control Terrestre	75
Planos a partir del levantamiento Topográfico Convencional	77
Estudio bromatológico	78
Sistema de ecuación para el estudio Bromatológico de los EB'S.....	80
Ecuación para el estudio Bromatológico desde polinómica de segundo grado	82
Modelamiento Tridimensional	82
Puntos de control.....	87
Cantidad de Materiales para Presupuesto	88
Canal De Drenaje	89
Conclusiones	92
Referencias.....	93
Anexos	96
Parámetros de Procesamiento En Agisof	109

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación general. Tomado de (Google Maps, 2020)	26
Ilustración 2 Tomado de (Google Earth Pro, 2020)	26
Ilustración 3 Precipitación de lluvia mensual promedio. Tomado de (Spark, 2020)	27
Ilustración 4 Horas de luz natural y crepúsculo. Tomado de (Spark, 2020)	27
Ilustración 5 Temperatura Máxima y Mínima promedio.	28
Ilustración 6 Representación de la humedad categorizada por el punto de rocío. Tomado de (Spark, 2020).....	28
Ilustración 7 Visualización del relieve que presenta el Centro de Prácticas. Fuente propia	29
Ilustración 8 Curvas de nivel del centro de Prácticas la Vitrina.. Fuente propia	29
Ilustración 9 Suelos del centro de Prácticas. Fuente propia	30
Ilustración 10 Reconocimiento del Drone Phantom 4.....	39
Ilustración 11 Manejo del Drone Phantom 4.....	40
Ilustración 12 Extracción de muestra del terreno	41
Ilustración 13 Evidencia de asistencia al reconocimiento del terreno.....	41
Ilustración 14 Excavación para enterrar los puntos de control	42
Ilustración 15 Levantamiento de fotogrametría con el Drone Phantom 4.....	42
Ilustración 16 Levantamiento topográfico a través de la estación total	43
Ilustración 17 Toma de detalles	43
Ilustración 18 Terreno, finca la Vitrina.....	44
Ilustración 19 Observación del terreno	45
Ilustración 20 Primera toma sobre EB'S	45

Ilustración 21 Planeación del vuelo para llevar a cabo con el Drone.....	46
Ilustración 22 Inicio del plan del Vuelo.....	46
Ilustración 23 Plano Base del levantamiento topográfico con estación total.....	47
Ilustración 24 Segunda toma de control del EB1.....	48
Ilustración 25 Segunda toma del control del EB2.....	48
Ilustración 26 Reunión para el procesamiento de fotografías de los EB'S	49
Ilustración 27 Parámetros planteados a seguir.....	49
Ilustración 28 Ubicación de puntos de control.....	50
Ilustración 29 Levantamiento Topográfico de los puntos de control.....	50
Ilustración 30 Levantamiento fotogramétrico	51
Ilustración 31 Tomas de medidas para dejar enterrados los postes.....	51
Ilustración 32 Posicionamiento de los postes.....	52
Ilustración 33 División del terreno.....	52
Ilustración 34 Ubicación de puntos de control.....	53
Ilustración 35 Cálculo de áreas y orientación de potreros	53
Ilustración 36 Proceso de acotamiento.....	54
Ilustración 37 División del terreno.....	54
Ilustración 38 Ubicación de Postes	55
Ilustración 39 Establecimiento de accesorios.....	55
Ilustración 40 Establecimiento de broches.....	56
Ilustración 41 Se genera el acotamiento.....	56
Ilustración 42 Se inserta las imágenes en el Agisoft.....	57
Ilustración 43 Se genera nube de puntos densa.....	58

Ilustración 44 Se orientan los marcadores en Agisoft.....	58
Ilustración 45 Mapa de profundidad en Agisoft.....	59
Ilustración 46 Se elabora el modelo teselado en Agisoft	59
Ilustración 47 Comparación en AutoCAD del Ortomosaico y el Levantamiento topográfico convencional.....	60
Ilustración 48 Plantaciones a colocar	60
Ilustración 49 Plantación entre el Ortomosaico con el Modelo de AutoCAD	61
Ilustración 50 Plano inicial exportado desde AutoCAD	61
Ilustración 51 Ubicación de cerca eléctrica.....	62
Ilustración 52 Líneas fijas y móviles de los potreros	62
Ilustración 53 Caminos para el paso del ganado en los cambios de potreros.....	63
Ilustración 54 Ubicación de los árboles Yopo.....	63
Ilustración 55 Ubicación de los árboles Yopo y Gualanday.	64
Ilustración 56 Vista en planta de la ubicación de los árboles.....	64
Ilustración 57 Vista del bebedero con el panel solar instalado.	65
Ilustración 58 Taludes apropiados para canales (Z).....	65
Ilustración 59 Máxima velocidad permitida y coeficiente de Manning	66
Ilustración 60 Ecuaciones de la sección trapezoidal. Obtenido de https://hidraulica65.webnode.com.co/paseos/	66
Ilustración 61 Modelo digital de elevaciones.....	68
Ilustración 62 Modelo Digital de Elevaciones con puntos.....	69
Ilustración 63 Vista No. 1 del Modelo Teselado.....	69
Ilustración 64 Vista No. 2 del Modelo Teselado.....	70

Ilustración 65 Vista No. 3 del Modelo Teselado.....	70
Ilustración 66 Ortomosaico	71
Ilustración 67 Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.....	72
Ilustración 68 Gráfico de residuos para FC6310S (8.8mm).....	73
Ilustración 69 Posiciones de cámaras y estimadores de error.	74
Ilustración 70 Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores	75
Ilustración 71 Sistema Silvopastoril.....	77
Ilustración 72 Puntos de Control y Áreas de los potreros	77
Ilustración 73 Plantaciones, Ortomosaico del centro de Practicas	78
Ilustración 74 Vista en planta del Sistema Silvopastoril.....	82
Ilustración 75 Vista frontal del Sistema Silvopastoril.....	82
Ilustración 76 Detalle de cerca con aisladores y tensor.....	83
Ilustración 77 Cercado con ubicación de árboles con vista al bebedero	83
Ilustración 78 Vista bebedero con instalación de panel solar	84
Ilustración 79 Vista simétrica del Sistema Silvopastoril.....	84
Ilustración 80 Vista frontal a potero con ganado	85
Ilustración 81 Vista alzada del ganado en el Sistemah	85
Ilustración 82 Vista frontal del ganado y camellones	86
Ilustración 83 Ubicación de Ortomosaico dentro de la vista en planta	86
Ilustración 84 Vista en planta del Sistema Silvopastoril implementado en el Centro de Prácticas la vitrina.....	87

Ilustración 85 Tabla para determinar el borde libre según caudal. Obtenido de
<http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/mini-curso-de-diseno-de-canales-con-regimen-uniforme-parte-iii-seccion-de-maxima-eficiencia-y-borde-libre/>..... 90

Ilustración 86 Sección transversal del canal..... 91

Ilustración 87 Sección longitudinal del canal..... 91

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1 Sistema para la ecuación del estudio Bromatológico EB1	80
Ecuación 2 Sistema para la ecuación del estudio Bromatológico EB2	80
Ecuación 3 Sistema de ecuación para el estudio Bromatológico de los EB'S.....	80
Ecuación 4 Estudio bromatologico	82

Lista de Gráficas

Gráfica 1 Curva sobre estudio bromatológico del EB1	79
Gráfica 2 Curva sobre estudio bromatológico del EB1	80
Gráfica 3 Sistema De Ecuación Para El Bromatológico	81

Lista de Tablas

Tabla 1 Sistemas silvopastoriles para la producción pecuaria en Colombia, Fuente Adaptado de (Henao, 2007)	33
Tabla 2 Cámaras.....	73
Tabla 3 Coeficientes de calibración y matriz de correlación.	74
Tabla 4 Errores medios de las posiciones de cámaras.....	75
Tabla 5 ECM de puntos de control de calidad.	76
Tabla 6 Puntos de control de calidad.	76
Tabla 7 Estudio bromatológico del EB1	78
Tabla 8 Estudio bromatológico del EB2	79
Tabla 9 Sistema de ecuación para el estudio Bromatológico	81
Tabla 10 Puntos de control del Levantamiento Topográfico con Estación total.....	87
Tabla 11 Puntos de control del Levantamiento Fotogramétrico	88
Tabla 12 Diferencias entre puntos de control de los Levantamientos.....	88
Tabla 13 Cantidad de Materiales.....	88
Tabla 14 Determinación del caudal mediante la intensidad.....	89
Tabla 15 Datos generales para Canal de Drenaje.....	89
Tabla 16 Cálculo de elementos del canal	89
Tabla 17 Cálculo de la altura y el ancho superior del canal.....	90
Tabla 18 Cálculo del área y el volumen de excavación	90

Resumen

El presente documento tiene como finalidad la elaboración de un modelo tridimensional del Centro de Practicas La Vitrina perteneciente a la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio, conociendo de esta forma su estado de manera general. Esta información se obtendrá mediante el uso de implementos solicitados a Los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de Ingeniería tales como Estación Total y sus demás elementos, Nave no Tripulada (Drone) y GPS, teniendo en cuenta las recomendaciones dadas para el manejo adecuado, trazando rutas de vuelo y rutas de trabajo, para el debido reconocimiento y ejecución de estas con el fin de obtener resultados óptimos sin tener ningún tipo de percance.

En el reconocimiento del terreno se establecen diferentes puntos de control teniendo en cuenta que sean puntos fijos y se procede a realizar los respectivos vuelos mediante la aplicación móvil DJI GO 4 configurando los parámetros de vuelo para la toma de imágenes, estas imágenes serán procesadas en el programa Agisoft Metashape en el cual se realizara el respectivo Ortomosaico para la elaboración del modelo tridimensional.

Una vez obtenido el Ortomosaico es necesario realizarle procesos de limpieza con el fin de llegar a resultados mas precisos y de mayor detalle. De esta forma, el modelo tridimensional se exportará y procesará en SketchUP 2020.

Palabras Claves

Sistema, Plantaciones, Topografía, fotogrametría, Drenaje, Terreno.

Abstract

The purpose of this document is to prepare a three-dimensional model of the La Vitrina Practice Center belonging to the Cooperative University of Colombia, Villavicencio headquarters, thus knowing its status in a general way. This information will be obtained through the use of implements requested from the Engineering Learning Practical Environments such as Total Station and its other elements, Unmanned Ship (Drone) and GPS, taking into account the recommendations given for proper handling, tracing routes of flight and work routes, for the due recognition and execution of these in order to obtain optimal results without having any type of mishap.

In the reconnaissance of the terrain, different control points are established taking into account that they are fixed points and the respective flights are carried out through the DJI GO 4 mobile application configuring the flight parameters for taking images, these images will be processed in the Agisoft Metashape program in which the respective orthomosaic will be made for the elaboration of the three-dimensional model.

Once the orthomosaic has been obtained, it is necessary to carry out cleaning processes in order to achieve more precise and detailed results. In this way, the 3D model will be exported and processed in SketchUP 2020. (Google, 2021)

Keywords

System, Plantations, Topography, Photogrammetry, Drainage, Land.

Introducción

A medida que avanzamos en el tiempo, los modelos tridimensionales han evolucionado al punto de ser una tendencia en la presentación de proyectos civiles, ambientales, etc., permitiendo representar y modelar gráficamente objetos tridimensionales en el plano identificando elementos y características, permitiendo un manejo adecuado de las TIC (Cardona, 2017).

Por otra parte, la elaboración de estos modelos a través de naves no tripuladas (Drone) permiten tener múltiples opciones entre las cuales se puede conseguir modelos que brinden información o resultados más precisos y algo importante, en un menor tiempo. Esto es posible obtenerlo mediante la distribución de puntos de apoyo de tal manera que cada punto sirva para minimizar el esfuerzo y el costo del levantamiento.

Cuando las imágenes han sido corregidas y posicionadas en un sistema de referencia, es posible generar un ortomosaico corregido en un proceso de correspondencia de pares, en estos ortomosaicos se encuentran ligados los errores por desplazamiento y elevación a un sistema de referencia por lo que hace de este un proceso más eficiente y el resultado obtenido corresponde a una proyección horizontal del terreno (Waldo Ojeda Bustamante y Jorge Flores Velazquez , 2016).

Sin embargo, la topografía convencional con estación total logra ser un muy buen complemento en cuanto al método anteriormente mencionado, esta topografía logra determinar posiciones relativas de puntos sobre la superficie, mediante la combinación de la distancia, elevación y dirección.

Planteamiento del Problema

Los sistemas silvopastoriles integran la producción de árboles y/o arbustos, de animales y pastos en una parcela, teniendo diferentes formas de uso y ordenamiento de la tierra que permite una mejor productividad, para ello se tiene en cuenta la topografía del terreno siendo esta la inclinación del suelo que se modifica hasta conseguir una pendiente que se plantea previamente para el mejor aprovechamiento del agua de escorrentía, con el fin de que dicha superficie sea la más apropiada para la eficiente aplicación de sistemas de control de drenaje. Esta nivelación creará una escorrentía superficial que describe el flujo libre del agua de lluvia o de riego sobre la tierra, que discurre por la superficie de la misma cuando ha superado la capacidad de infiltración o evaporación. Haciendo referencia a lo mencionado anteriormente, se implementará la técnica de la fotogrametría permitiendo el conocimiento de las dimensiones, formas y posición de objetos en el terreno a través de la intersección de dos o más fotografías, que será complementado con un levantamiento mediante estación total de la cual podremos adquirir datos más precisos permitiéndonos medir ángulos, distancias, niveles y coordenadas de forma sencilla.

El centro de prácticas La Vitrina ubicada en la vereda La Llanerita, Kilómetro 7 vía Puerto López y a 12 Kilómetros entrando por Sunrise presenta dificultades en periodos de verano por la muerte en gran cantidad de semillas en los pastizales y en periodos de invierno perdida de los mismos por la generación de barriales producto del apozamiento de agua debido a la mala nivelación del suelo, es decir, el terreno posee un desequilibrio en el suelo no deseado afectando de esta manera a los animales habitantes de este terreno del cual su alimentación y salud depende de la calidad del pasto.

La reducción de cobertura forestal genera cambios del uso del suelo, que reducen la capacidad de captación y almacenamiento de agua mientras que la demanda de esta se duplica

cada 20 años, dos veces mayor que el crecimiento de la población mundial. Actualmente se experimentan fuertes periodos de verano e invierno, tanto la sequía como el exceso de precipitación son los dos factores más influyentes en el deterioro de la sostenibilidad de los pastizales provocando enfermedades en los animales que dependen de estos, por tanto, que la implementación de los sistemas silvopastoriles es una alternativa de solución.

Con este proyecto se pretende realizar la adecuación de tierras para establecimiento de un sistema silvopastoril como opción sostenible de la ganadería bovina y ovina en el centro de prácticas la vitrina de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio. ¿Los sistemas de cartografía agropecuaria elaborados a partir de aeronaves no tripuladas muestran la misma confiabilidad que la cartografía elaborada a partir de estaciones topográficas?

Objetivos

Objetivo General:

Realizar el diseño cartográfico de un sistema silvopastoril como opción sostenible de la ganadería bovina y ovina en el centro de prácticas la vitrina de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

Objetivos Específicos:

- Elaborar el diseño tridimensional del centro de prácticas la vitrina mediante el uso de fotogrametría con Drones.
- Diseñar las obras de drenaje para el control de agua de escorrentía del terreno del centro de prácticas La Vitrina.
- Realizar la Implementación urbanística del establecimiento de un sistema silvopastoril en el centro de prácticas La Vitrina.

Justificación

Hablar de un sistema silvopastoril, en su sentido más amplio, es referirse a un lugar donde existe una relación recíproca de árboles, matorrales, pastos y animales (bovinos y ovinos). La deficiencia de ordenación hídrica, circunstancias del suelo, las pasturas, el ganado, es lo que genera la implementación de este sistema. Un importante objetivo es alcanzar y corregir la producción a partir de lo económico, social y por supuesto ecológico.

Una de las dificultades más grandes en los sistemas de producción es la degradación de los suelos ya sean por procesos biológicos, físicos o químicos, dados directa o indirectamente. Resulta más competente, eficaz y adecuado un sistema silvopastoril que llevar a lo que hoy en día muchos de los individuos manejan por efecto de rapidez para el fortalecimiento, como son fertilizantes químicos los cuales forma un deterioro más rápido que lo usual.

El Centro de Practicas de la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Villavicencio, La Vitrina, sufre de una variación en el suelo, tanto en tiempo de verano (diciembre a febrero), como de invierno (marzo a noviembre), degradando la alimentación y salud de los bovinos y ovinos que son dependientes de la calidad nutricional del pasto. La mejora de este nos dirige a buscar una nueva estrategia, acudir a la topografía del suelo para conseguir un eficiente control de drenaje para el aprovechamiento del agua de escorrentía, permitiendo planificar los tiempos de rotación de potreros para garantizar la calidad de producción y conservación de las siembras.

Teniendo en cuenta lo anterior de conocer la condición en que se encuentra el suelo, es necesario diseñar un modelo tridimensional a través de fotogrametría mediante drones, complementado con el uso de estación total en la cual obtendremos datos puntuales como son los ángulos, distancias, niveles, coordenadas, y por medio de la técnica de fotogrametría se accederá a las dimensiones, formas y posición de objetos en el terreno.

Marco Geográfico

El proyecto tiene desarrollo en el Centro de Prácticas La Vitrina UCC, finca de 10 hectáreas está ubicado a 19 kilómetros de la capital del Meta, en el kilómetro 7 vía Puerto López y a 12 kilómetros de la carretera central. (Colombia U. C., 2014)

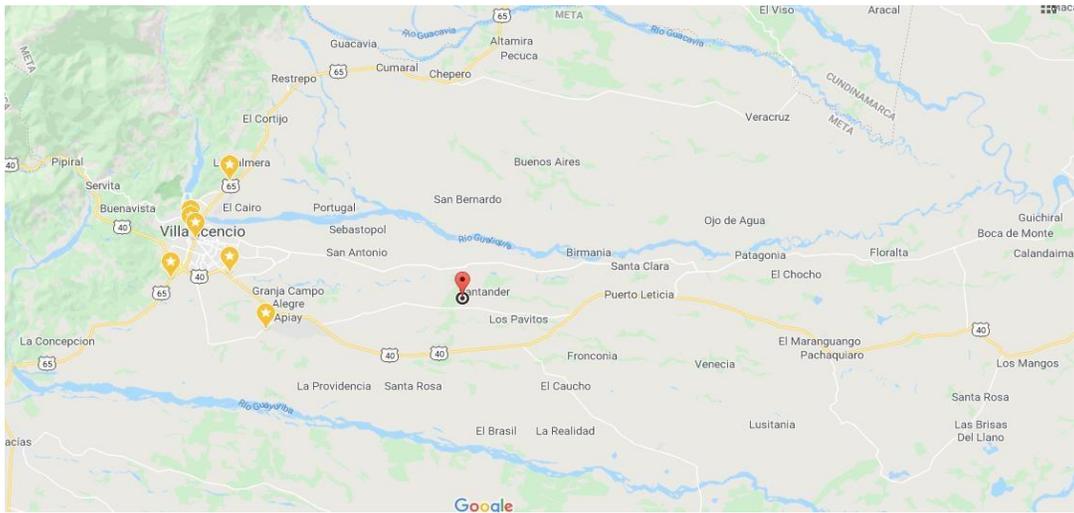


Ilustración 1 Ubicación general. Tomado de (Google Maps, 2020)



Ilustración 2 Tomado de (Google Earth Pro, 2020)

Clima:

Este es cálido y húmedo, tiene elevadas temperaturas entre 20° C – 34° veranos cortos en comparación a los periodos de invierno.

Precipitación:

Grafica 1. Precipitación de lluvia mensual promedio

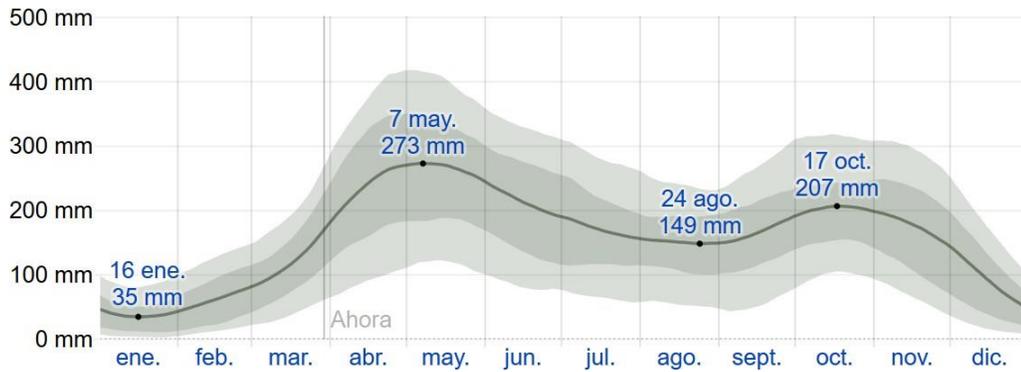


Ilustración 3 Precipitación de lluvia mensual promedio. Tomado de (Spark, 2020)

La línea solida representa la lluvia promedio.

Brillo solar:



Ilustración 4 Horas de luz natural y crepúscula. Tomado de (Spark, 2020)

La línea negra representa la cantidad de horas reales de sol.

Temperatura:

En promedio la temporada de verano o calurosa dura 3 meses del año estos son: enero, febrero y marzo alcanzando elevadas temperaturas, el resto del año mantiene unas temperaturas variables.

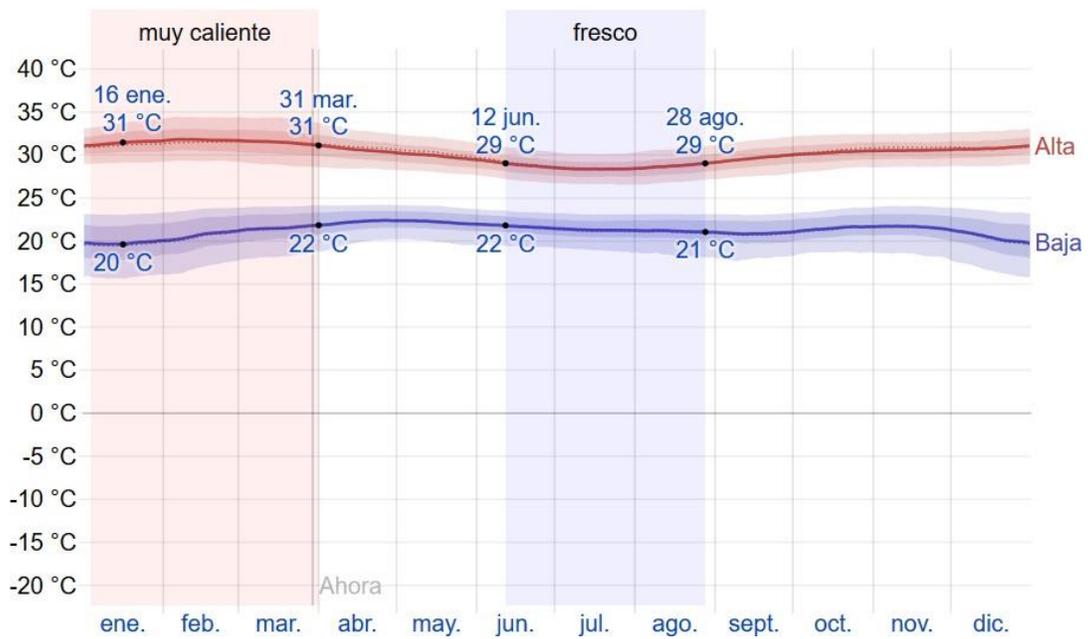


Ilustración 5 Temperatura Máxima y Mínima promedio.

La línea roja representa las temperaturas máximas y la línea azul las temperaturas mínimas. Tomado de (Spark, 2020)

Humedad:

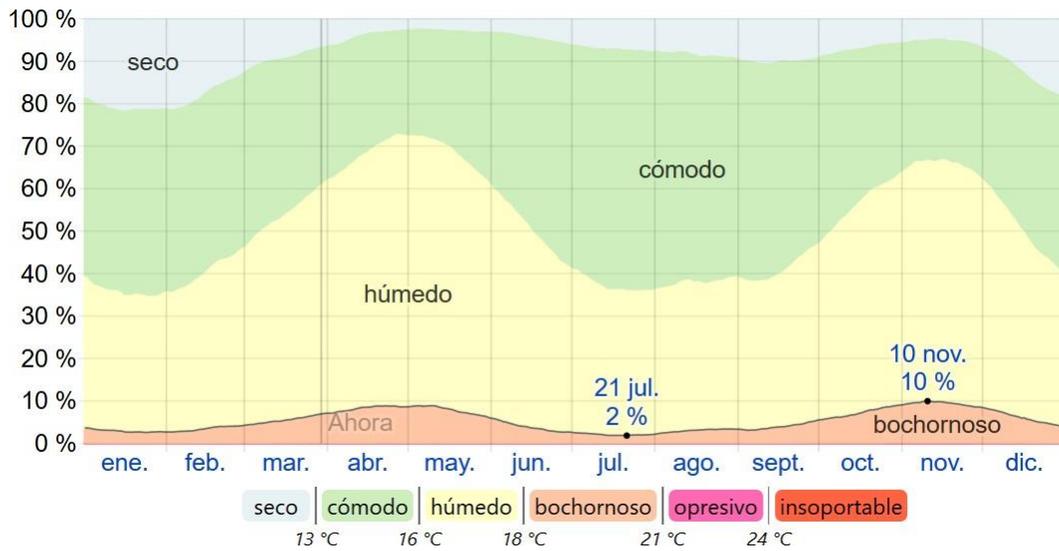


Ilustración 6 Representación de la humedad categorizada por el punto de rocío. Tomado de (Spark, 2020)

Relieve:



Ilustración 7 Visualización del relieve que presenta el Centro de Prácticas. Fuente propia

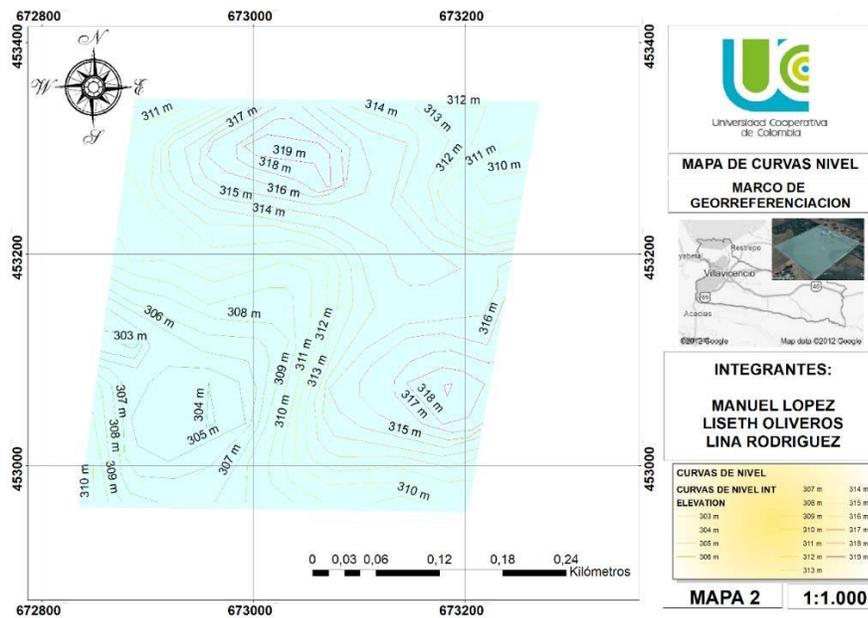


Ilustración 8 Curvas de nivel del centro de Prácticas la Vitrina.. Fuente propia

Las curvas de nivel en el terreno que se considera plano, estas varias solamente entre 303m a 319 m.

Suelos:

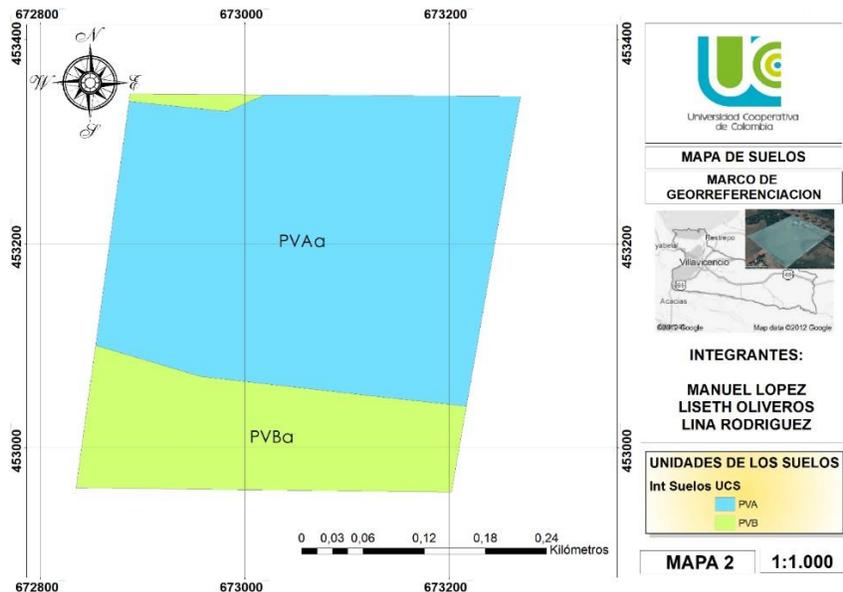


Ilustración 9 Suelos del centro de Prácticas. Fuente propia

Cuenta con una planicie aluvial de Piedemonte mixto su paisaje se encuentra en la base de la cordillera Oriental con un tipo de relieve plano a ligeramente ondulado, es decir, su relieve es de terrazas, con pendientes que oscilan entre el 0-7%. Se presentan varios niveles de origen tectónico y el terreno se encuentra afectado por escurrimiento difuso generalizado. Cuenta además con sedimentos finos aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas medianamente alterados.

- **PVA:** Se caracterizan por ser profundos con texturas moderadamente finas o finas que son bien drenados pero con ácidos en un rango de fuerte a extremadamente. Además cuentan con fertilidad baja y toxicidad por aluminio.
- **PVB:** Se caracterizan por ser profundos a superficiales, con texturas de media a finas, bien a pobremente drenados, el rango de ácidos es de fuerte a muy fuertemente, con una fertilidad baja y toxicidad por aluminio. (IGAC, s.f.)

Uso de suelos:

Este terreno se caracteriza por tener una Actividad de suelo Rural, pues está destinado para uso agrícola, ganadero o forestales y no está apto para actividad urbana.

Hidrología:

Este pertenece a la Cuenca del caño Pachaquiario y además cuenta con una Franja de Retiro de Fuentes Hídricas que corresponde a una faja paralela a la línea de mareas máximas o ala del cauce del caño, hasta de treinta (30) metros de conformidad. (Alcaldía de Villavicencio, 2017)

Marco Teórico

Los Sistemas Silvopastoriles

Consisten en una biotecnología que garantiza alternativas sustentables y sostenibles donde interactúan árboles arbustos, pastos y animales (bovinos). La implementación de estos crea múltiples beneficios, tales como: “regulación hídrica, mejoramiento de las condiciones del suelo, las pasturas, el ganado; la biodiversidad y el ecosistema” (*CRIALES, 2015*).

Estas estrategias forestales hacen parte de una alternativa que proporciona conservación, recuperación y restauración del suelo, es decir, protección ecológica, “mejoran la calidad de vida de los productores y de las familias que dependen de las fincas ganaderas para su sostenimiento” (Henaó, 2007). Por tal motivo los Sistemas Silvopastoriles son ajustados a las condiciones que requiere para su adecuado desarrollo en cada lugar, clima y productor, pues, “dado el carácter de propósito múltiple de los árboles (alimentación, leña, madera, aporte de materia orgánica, sombra, entre otros), los Sistemas Silvopastoriles ofrecen una alternativa sustentable para aumentar los niveles de producción animal” (Henaó, 2007). Esto incrementa el valor en la nutrición del ganado y además “la hojarasca de los árboles estimula el ciclaje de nutrientes, protege el suelo y mejora su fertilidad” (Ibrahim et al., 2006; Pagiola et al., 2007).

La adecuada densidad del estrato arbóreo genera un incremento en la productividad de las pasturas reduciendo la competencia por luz, agua y nutrientes (Casaubon, 2013).

Se encuentran cinco grupos de SSP para la producción pecuaria en Colombia:

Tabla 1 Sistemas silvopastoriles para la producción pecuaria en Colombia, Fuente Adaptado de (Henao, 2007)

SISTEMAS SILVOPASTORILES	DESCRIPCION
Sistemas silvopastoriles en ganadería extensiva	Sistemas de transición en los que el ganado penetra en los bosques y consume múltiples especies del sotobosque. En muchos casos preceden al establecimiento definitivo de las praderas. Los parámetros productivos son muy bajos y los impactos ambientales muy fuertes.
Plantaciones forestales con pastoreo de ganado	Son plantaciones forestales comerciales combinadas con ganadería, muchas veces la alta densidad de árboles, la tecnología utilizada para el cultivo y los terrenos pendientes limitan el uso de animales asociados a plantaciones. La invasión de gramíneas incrementa los costos de mantenimiento y ante la iliquidez de la producción de madera, el pastoreo de ganado salva financieramente la inversión.
Cercos vivos, barreras contra el viento, linderos arborizados, corredores biológicos y espacios para el sombrero de animales.	Siembras lineales de arbustos o arboles utilizados para soportar el alambre de púas o eléctrico de una cerca; en algunos casos también cumplen la función de barreras rompe viento y de producción de leña, madera, frutos o forraje.

Sistemas silvopastoriles con uso de la sucesión vegetal dirigida.

Este sistema consiste en no utilizar practicas agresivas para la eliminación de la vegetación (quemadas, herbicidas) y permitir el poblamiento de las praderas con especies que son consumidas por el ganado y diseminadas. Después se realizan podas selectivas y entresacas de madera hasta conformar de dos a tres estrados de vegetación compatibles con los pastos.

Nuevos sistemas para ganadería intensiva y otras especies animales; silvopastoriles de alta densidad arbórea.

Son una solución para intensificar la ganadería por vías naturales por medio del uso de técnicas como la rotación entre potreros con cerca eléctrica, cargas elevadas y suplementación con subproductos y sistemas de corte y acarreo.

Diagnóstico ambiental:

Su objetivo es determinar los impactos ambientales por medio de sistemas de evaluación generado por muestras y mediciones directas o bien por el uso de sistemas analógicos de comparación con eventos o entidades similares, identificando aspectos ambientales para un proyecto, obra, empresa o industria, la legislación ambiental que se debe cumplir y determinar las posibles soluciones correctas para mitigar impactos adversos. (Cerquera, 2013)

Mejoramiento de la calidad del suelo:

La ganadería presenta ciertos escenarios negativos sobre el suelo generado por el pisoteo de las vacas provocando una compactación en el suelo. La técnica Silvopastoril concede mitigar esta problemática con la introducción de árboles en las pasturas del terreno y “la utilización de

sistemas de corte y acarreo que permiten la semiestabilización liberando así áreas compactadas” (Arias, 2007). Además podría incluir la protección de mini-cuencas creando estabilidad contra la erosión especialmente donde se presenta mayores pendientes (Henaó, 2007)

Escorrentía:

Se define la escorrentía como lámina de agua que circula por una cuenca que representa la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida que se extiende de manera uniforme cuando el agua deja de estar contenida dentro de la atmósfera, para luego convertirse en precipitación. Por otro lado, el agua puede ser parte del proceso de evapotranspiración; cuando el agua se convierte en vapor desde el suelo, o es liberada a través de las plantas de esta misma forma. También puede ser infiltrada para ser parte de las aguas freáticas o subterráneas. Así, las aguas que se mantienen en movimiento sobre la superficie terrestre se concretan como agua de escorrentía. (Benavides, 2017)

Topografía

A través del tiempo se han desarrollado tecnologías como los teodolitos consecutivamente las estaciones totales; que logran obtener medidas precisas del terreno para representar modelos 3D a entornos 2D.

Altimetría:

Es una rama de la topografía que estudia y determina la cuota y la altura de cada punto respecto a un plano referencial. Es una gran herramienta al elaborar un mapa con curvas de nivel ya sea utilizando imágenes de satélite o de drones.

Cota:

Consiste en la altura comprendida desde un punto sobre el nivel del mar a un plano de nivel, donde se usa comúnmente para la representación de planos topográficos. *Florencia (2011)*.

Curvas de nivel

La curva de nivel se utiliza en el ámbito de la topografía y es aquella línea que se forma por aquellos puntos del terreno que se sitúan a la misma altura. (Collazos, 2018)

Nube de Puntos.

Se define como un conjunto de vértices en un sistema de coordenadas que se caracterizan regularmente como X, Y, y Z representando la superficie externa de un objeto en un plano tridimensional. (Collazos, 2018)

Fotogrametría

“Consiste en la toma de imágenes con alto nivel de detalle de zonas, las cuales, son usadas para obtener la cartografía del sitio en estudio” (Nieto1, Saucedo, Magdaleno, & Toral, 2016). Esta técnica permite un mejoramiento en productividad para la topografía, pues, permite cubrir grandes extensiones de terreno en un corto tiempo comparado con la técnica tradicional de un levantamiento, por tal motivo se genera un ahorro de recursos significativo. Para el uso en el campo de la geología se encuentran mayores ventajas para adquirir información, para realizar el cálculo y el análisis de diferentes parámetros que puede presentar la superficie terrestre, dicho de otra forma el estudio de las formas del terreno, entre otros. (Nieto1, Saucedo, Magdaleno, & Toral, 2016)

Ventajas de la fotogrametría

- Seguridad. Libera a los usuarios de la responsabilidad de llevar personalmente el equipo a lugares arriesgados debido a que su trayecto es aéreo.
- Mayor cobertura en menor tiempo. Logra acceder a lugares difíciles para las personas y equipos terrestres, logrando un resultado de obtención de datos en menor tiempo.
- Más contenido de información. A diferencia de un levantamiento tradicional permite determinar una serie de puntos que sirven para crear un plano preciso, por el contrario, el levantamiento topográfico de un dron captura millones de puntos añadiéndole la información de color correspondiente a las fotografías, con esto, logra nubes de puntos de alta resolución que muestran la apariencia real del terreno. (Nieto1, Saucedo, Magdaleno, & Toral, 2016)

Drones

Los drones son conocidos como “sistemas aéreos no tripulados”, es decir, aeronaves que tienen la capacidad de volar sin tripulación a bordo y de modo autónomo. (*Mandujano, Mulero-Pázmany, & Rísquez-Valdepeña, 2017*). Los primeros drones fueron desarrollados en el campo militar que actualmente siguen desarrollándolo y liderando en este campo tecnológico.

Desventajas que se pueden presentar en el uso del dron

El tiempo de vuelo es la mayor de las desventajas que se puede presentar debido a que este es limitado normalmente por la batería del dron. Otros factores pueden ser los climáticos por lluvias y fuertes vientos o la cobertura del área.

¿En qué consiste?

Los Drones cuentan con equipos de medición tales como: cámaras de fotos y/o video, equipos de medición como sistemas de posicionamiento global (GPS), sensores infrarrojos, cámaras de alta resolución y controles de radares. (Nieto1, Saucedo, Magdaleno, & Toral, 2016).

Tipos de Drones:

1. Dron de ala fija: Son todos los que sus alas no tienen movimiento propio, sino que están unidas al resto de la aeronave.
2. Dron de ala rotativa: En estos como su nombre los describe sus alas o hélices tienen un sistema de rotación propio que les permite girar sobre su propio eje, normalmente tiene de 4 a 8 hélices.

Metodología

Descripción de Actividades

Actividad 1:

Fecha: 12/Feb/2020

Hora: 08:00 am – 9:00 am

Lugar: Biblioteca – Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

Encuentro con el tutor a cargo del proyecto de investigación de la parte ingenieril Saulo Andrés Olarte Buriticá, retroalimentación acerca de los temas a trabajar en el proyecto “Establecimiento de un sistema silvopastoril como opción sostenible de la ganadería bovina y ovina en el centro de prácticas La Vitrina de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio.”

Actividad 2:

Fecha: 19/Feb/2020

Hora: 09:00 am -12:00 m

Lugar: Cancha de Futbol, Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

Reconocimiento y manejo de dron manual y automático mediante las aplicaciones Dji Go 4 y DroneDeploy con fines de fotogrametría.



Ilustración 10 Reconocimiento del Drone Phantom 4



Ilustración 11 Manejo del Drone Phantom 4

Actividad 3:

Fecha: 21/Feb/2020

Hora: 08:00 am- 11:00 am

Lugar: Visita a Campo, Finca la Vitrina UCC, Vereda La Llanerita, Kilometro 7 vía Puerto López y Kilometro 12 entrando por Sunrise.

Observación del terreno, planeación de ruta de trabajo, levantamiento de actas una vez acordado las áreas a trabajar por parte de cada programa (Ingeniería Civil – Medicina Veterinaria y Zootecnia), extracción de muestra del terreno para una vista preliminar de sus características, revisión de los patrones de las heces de los bovinos obteniendo así un posible factor de deshidratación de estos. Posibles mejoras en las condiciones llevando a cabo un sistema silvopastoril



Ilustración 12 Extracción de muestra del terreno

Para lograr evitar la formación de morichales se plantea sembrar dos tipos de árboles, Gualanday y Yopo, siendo estos dos potentes absorbentes de agua, proporcionando protección a los bovinos de la luz solar. Finalmente se deja constancia de la asistencia al reconocimiento del terreno.



Ilustración 13 Evidencia de asistencia al reconocimiento del terreno

Actividad 4:

Fecha: 24/Feb/2020

Hora: 02:00 pm,

Lugar: Ambiente APA, Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

Capacitación de reconocimiento y calibración de la Estación Total y RTK, bajo la instrucción del Tutor, Auxiliares de Laboratorio y manuales de uso.

Actividad 5:

Fecha: 04/Marzo/2020

Hora: 8:00am a 4:00pm

Lugar: Trabajo de Campo, Finca la Vitrina UCC, Vereda La Llanerita, Kilometro 7 vía Puerto López y Kilometro 12 entrando por Sunrise

Se escogieron los puntos de control los cuales fueron enterrados, se tomaron sus respectivas coordenadas de localización. Se procedió a realizar el plan de vuelo y el levantamiento por fotogrametría usando el dron Phantom 4 propiedad del campus universitario.



Ilustración 14 Excavación para enterrar los puntos de control



Ilustración 15 Levantamiento de fotogrametría con el Drone Phantom 4

Actividad 6:

Fecha: 17/Marzo/2020

Hora: 8:00am a 4:00pm

Lugar: Trabajo de Campo, Finca la Vitrina UCC, Vereda La Llanerita, Kilometro 7 vía Puerto López y Kilometro 12 entrando por Sunrise

Una vez establecidos los puntos de control, se procedió a tomar los detalles que existen dentro del terreno a estudiar, tomando estructuras, arboles, cajas, transformadores y postes, se tomaron un aproximado de 150 puntos o detalles.



Ilustración 16 Levantamiento topográfico a través de la estación total



Ilustración 17 Toma de detalles

Se realizó el plan de vuelo sobre el terreno el cual está siendo la base de la investigación, con una duración aproximada de siete (7) minutos en el que se obtuvieron en un aproximado 270 imágenes logrando así la cobertura total del terreno.



Ilustración 18 Terreno, finca la Vitrina

Actividad 7:

Fecha: 18/Marzo/2021

Hora: 8:30am a 4:20pm

Lugar: Trabajo de Campo, Finca la Vitrina UCC, Vereda La Llanerita, Kilometro 7 vía Puerto López y Kilometro 12 entrando por Sunrise

De nuevo, se hace observación del terreno para notar su variación, por parte de Medicina Veterinaria y Zootecnia, determinan dos cercamientos que se llaman EB1 Y EB2, con el fin de visualizar el porcentaje de proteína y tiempo de recuperación de los pastales para así de esta forma determinar los tiempos de rotación del ganado. Esto se realizará mediante fotografías tomadas cada tercer día durante 28 días y seguidamente diariamente hasta presenciar una curva de descenso del porcentaje de proteína. Estas fotografías serán tomadas por parte de los estudiantes de Ingeniería Civil con ayuda de Drone.



Ilustración 19 Observación del terreno

Luego de tener definidos los cerramientos, se toman las respectivas coordenadas a los cuatro postas que conforman cada EB. Se procedió a realizar la primera toma sobre cada EB'S.



Ilustración 20 Primera toma sobre EB'S

Se realizo de nuevo el plan de vuelo sobre el terreno el cual está siendo la base de la investigación, con una duración aproximada de siete (7) minutos en el que se obtuvieron 263 imágenes logrando así la cobertura total del terreno.



Ilustración 21 Planeación del vuelo para llevar a cabo con el Drone



Ilustración 22 Inicio del plan del Vuelo

Actividad 8:

Fecha: 20/Marzo/2021- 29/Abril/2021

Hora: 10:30am a 11:40am

Lugar: Residencia de los integrantes del proyecto

Se exportan los datos obtenidos desde la estación total al computador, luego son procesados en AutoCAD, obteniendo un plano base con los detalles del terreno.



Ilustración 23 Plano Base del levantamiento topográfico con estación total

Actividad 9:

Fecha: 23/Marzo/2021- 29/Abril/2021

Hora: 10:30am a 11:40am

Lugar: Trabajo de Campo, Finca la Vitrina UCC, Vereda La Llanerita, Kilometro 7 vía Puerto López y Kilometro 12 entrando por Sunrise

Se hacen las respectivas tomas de los EB'S para notar la variación del porcentaje de proteína del pasto. Estas fotografías fueron tomadas con ayuda del Drone. Segunda toma de control de los EB'S.

EB1



Ilustración 24 Segunda toma de control del EB1.

EB2



Ilustración 25 Segunda toma del control del EB2

Nota: Las demás evidencias de las tomas de control del EB1 Y EB2 se encuentran en anexos.

Actividad 10:

Fecha: 23/Abril/2021

Hora: 8:30am a 4:20pm

Lugar: Trabajo de Campo, Finca la Vitrina UCC, Vereda La Llanerita, Kilometro 7 vía Puerto López y Kilometro 12 entrando por Sunrise

Se procesan las fotos tomadas durante los 28 días por medio del Drone sobre los EB'S en el software ganadero.



Ilustración 26 Reunión para el procesamiento de fotografías de los EB'S

Actividad 11:

Fecha: 13/Agosto/2021

Lugar: Oficina Dr. Camilo Pacheco.

Se realiza una reunión de los asesores del proyecto junto con los auxiliares de investigación por parte Medicina Veterinaria y Zootecnia e Ingeniería Civil, estableciendo parámetros a seguir para la continuidad del proyecto.

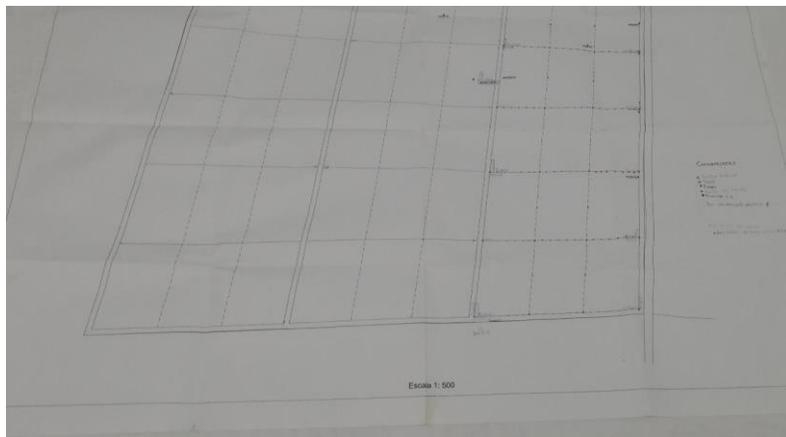


Ilustración 27 Parámetros planteados a seguir.

Actividad 12:

Fecha: 20/Agosto/2021

Lugar: Trabajo de Campo, Finca la Vitrina UCC, Vereda La Llanerita, Kilometro 7 vía Puerto López y Kilometro 12 entrando por Sunrise

Se ubicaron cinco (5) puntos de control en puntos estratégicos del centro de practicas la vitrina.



Ilustración 28 Ubicación de puntos de control

Estos fueron levantados con la estación total tomando de esta manera sus coordenadas y su altitud con respecto al nivel del mar.



Ilustración 29 Levantamiento Topográfico de los puntos de control.

Se realizo el levantamiento fotogramétrico con el Drone para ubicar de igual manera estos tipos de control y de esta forma amarrar los levantamientos y georreferenciarlos



Ilustración 30 Levantamiento fotogramétrico

Se procesaron algunas imágenes para mostrar el procedimiento a realizar a los auxiliares de MVZ y se dejaron enterrados los postes del potrero occidental de la parte alta y baja de este, para así luego delimitarlo.



Ilustración 31 Tomas de medidas para dejar enterrados los postes



Ilustración 32 Posicionamiento de los postes

Actividad 13:

Fecha: 21/Agosto/2021 – 24/Agosto/2021

Lugar: Trabajo de oficina.

Se tiene inicialmente la división del terreno en 3 potreros generales.



Ilustración 33 División del terreno

Una vez realizada esta división, se ubicaron los puntos de control tomados en campo.



Ilustración 34 Ubicación de puntos de control

Seguidamente se nombraron estos potreros según su orientación y se calculó el área general de estos.



Ilustración 35 Cálculo de áreas y orientación de potreros

Por último, se realizó el proceso de acotamiento.

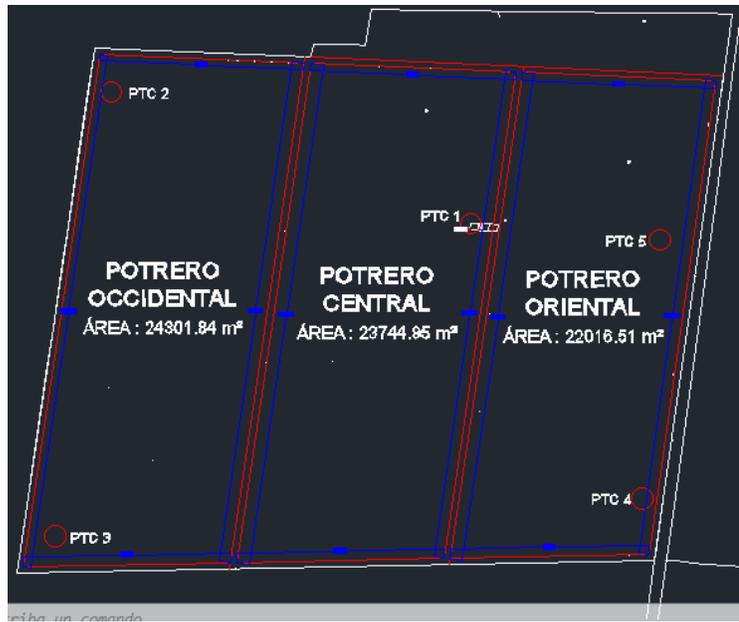


Ilustración 36 Proceso de acotamiento

Actividad 14:

Fecha: 20/Agosto/2021 – 24/Agosto/2021

Lugar: Trabajo de oficina.

Se realiza la respectiva división del terreno en 45 lotes, teniendo en cuenta el estudio bromatológico realizado de manera conjunta con los auxiliares de Medicina Veterinaria y Zootecnia, se nombran y se calcula el área de estos. En las líneas internas o divisorias, se instalarán varillas de ½ pulg. permitiendo que sean movibles para la rotación de los bovinos.

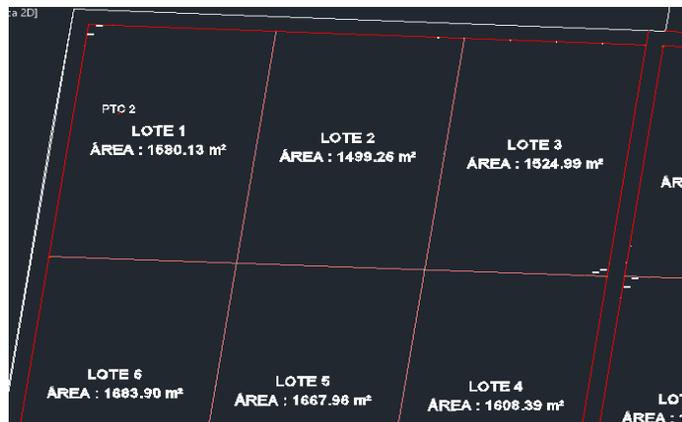


Ilustración 37 División del terreno

Posteriormente se realiza la ubicación de los postes para la colocación de las cercas que delimitarán estos lotes, estos postes estarán ubicados a una distancia de 4 metros entre sí.

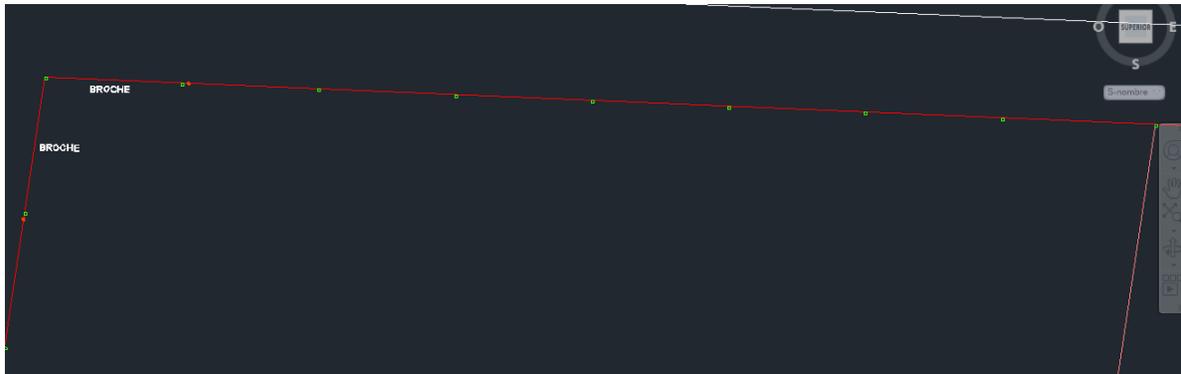


Ilustración 38 Ubicación de Postes

Junto con los postes, se colocan los accesorios de la cerca, tales como aisladores y tensores.

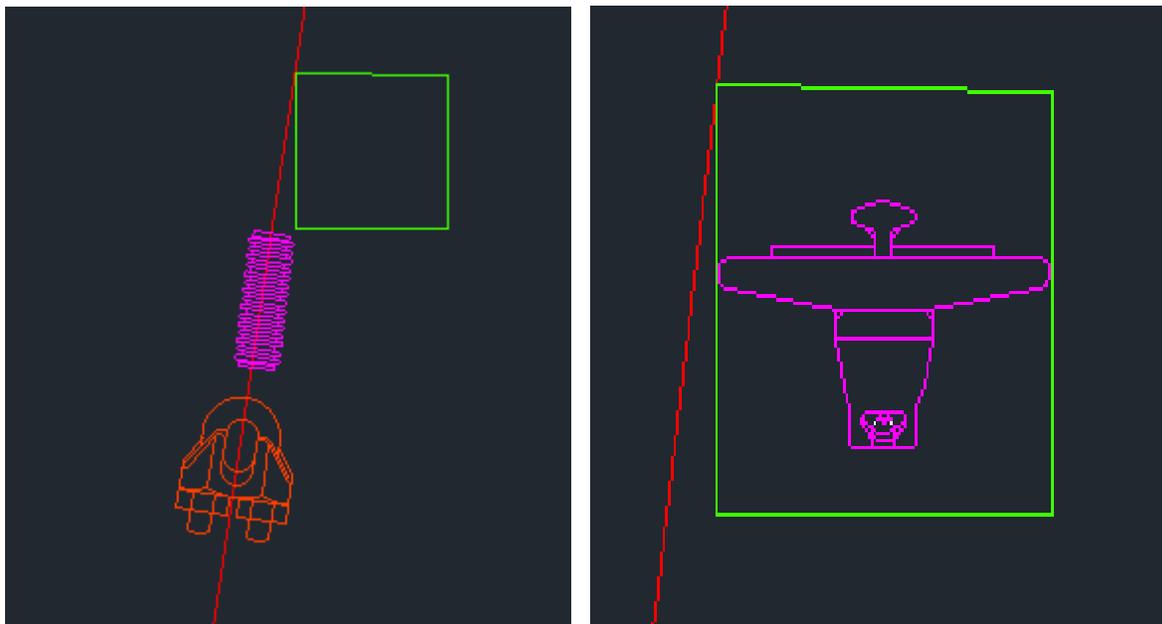


Ilustración 39 Establecimiento de accesorios

Una vez ubicados estos accesorios, se establece la ubicación de los broches para el movimiento de los bovinos, permitiendo la rotación de estos.

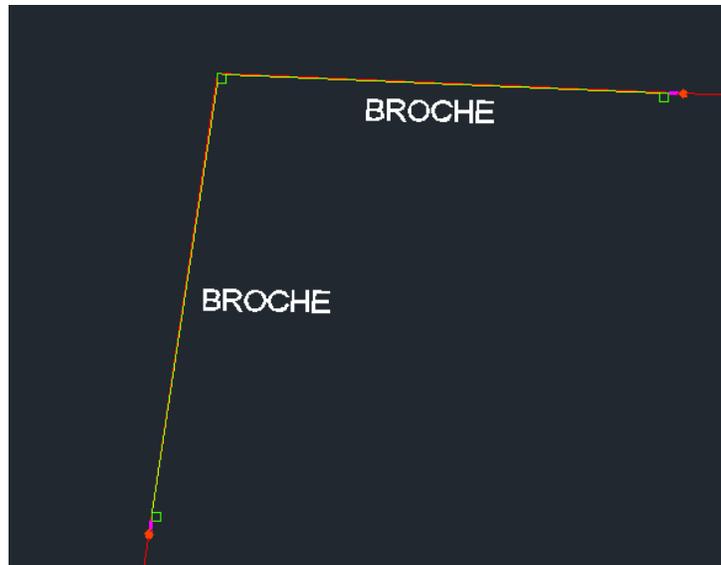


Ilustración 40 Establecimiento de broches

Una vez culminada la ubicación de los accesorios de la cerca y los broces, se colocarán las plantaciones de yopo y gualanday en el terreno. Estas plantaciones irán intercaladas entre las dos especies a usar teniendo en cuenta que en los perimetrales se ubicarán cada 5 metros y las divisiones internas cada 4 metros.



Ilustración 41 Se genera el acotamiento

Actividad 15:

Fecha: 20/Agosto/2021 – 24/Agosto/2021

Lugar: Trabajo de oficina.

Se inserta en el programa Agisoft las imágenes obtenidas del levantamiento por medio del drone para así obtener el Modelo tridimensional.

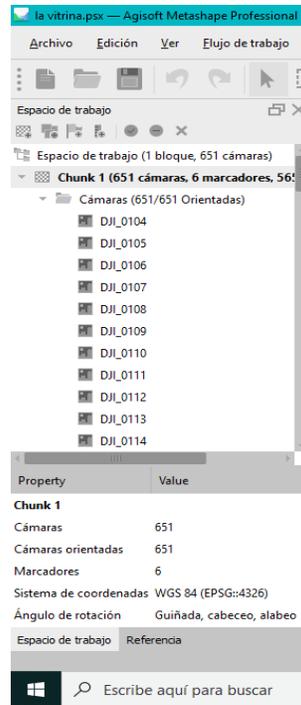


Ilustración 42 Se inserta las imágenes en el Agisoft

Una vez insertas las imágenes al software Agisoft se procede a realizar el proceso para llegar al modelo digital de elevaciones y al Ortomosaico.

Se inicia por una calibración de cámaras, que es una orientación de las fotos, luego, generar una nube de puntos, definir los puntos, luego un mapa de profundidad y modelo teselado

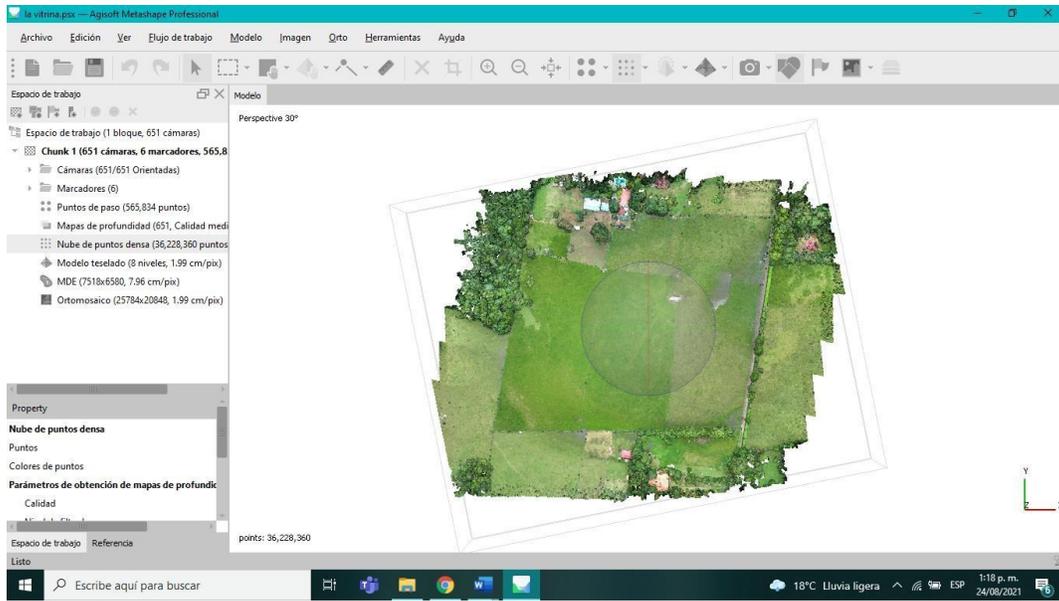


Ilustración 43 Se genera nube de puntos densa

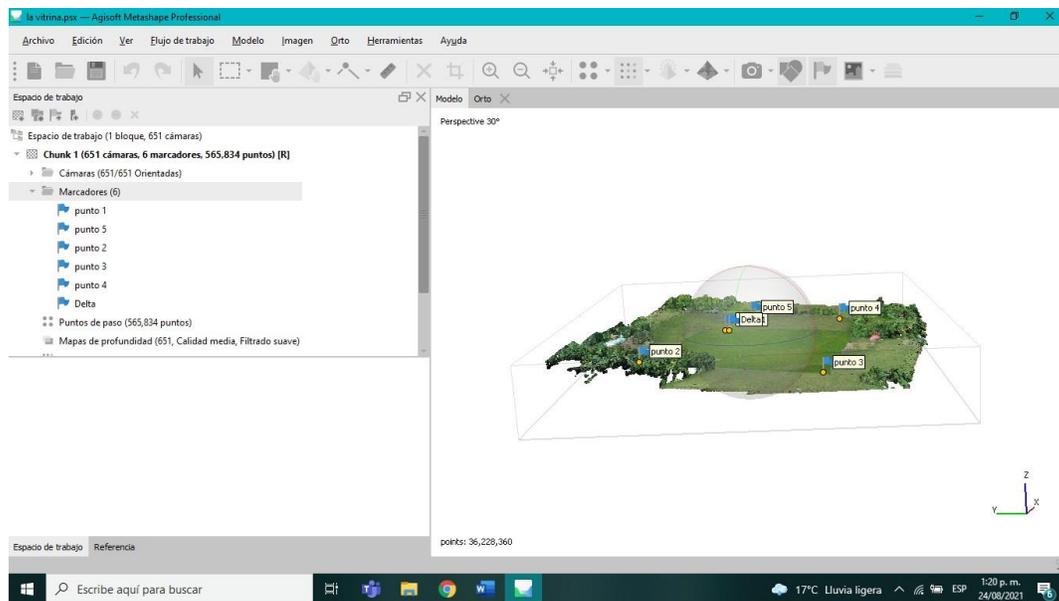


Ilustración 44 Se orientan los marcadores en Agisoft

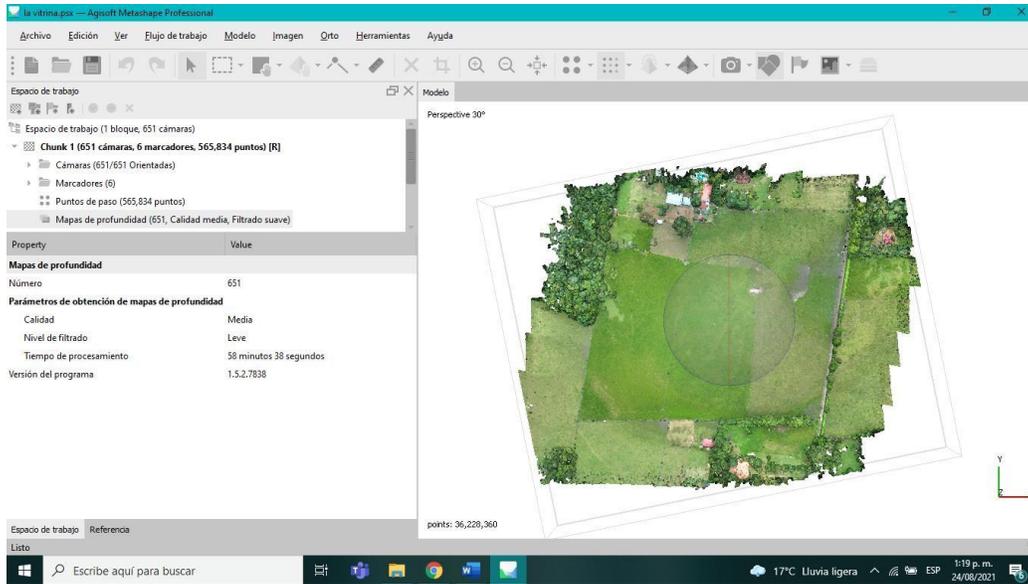


Ilustración 45 Mapa de profundidad en Agisoft

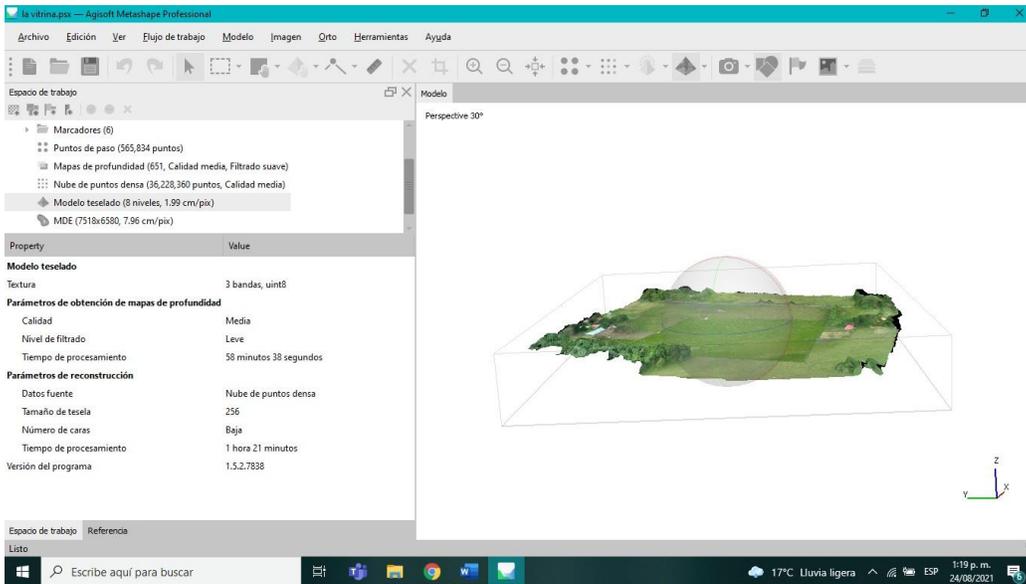


Ilustración 46 Se elabora el modelo teselado en Agisoft

Actividad 16:

Fecha: 20/Agosto/2021 – 24/Agosto/2021

Lugar: Trabajo de oficina.

Se inserta en el programa Autodesk AutoCAD la imagen del Ortomosaico extraída del programa Agisoft una vez procesadas las imágenes tomadas por el levantamiento fotogramétrico a través del Drone.

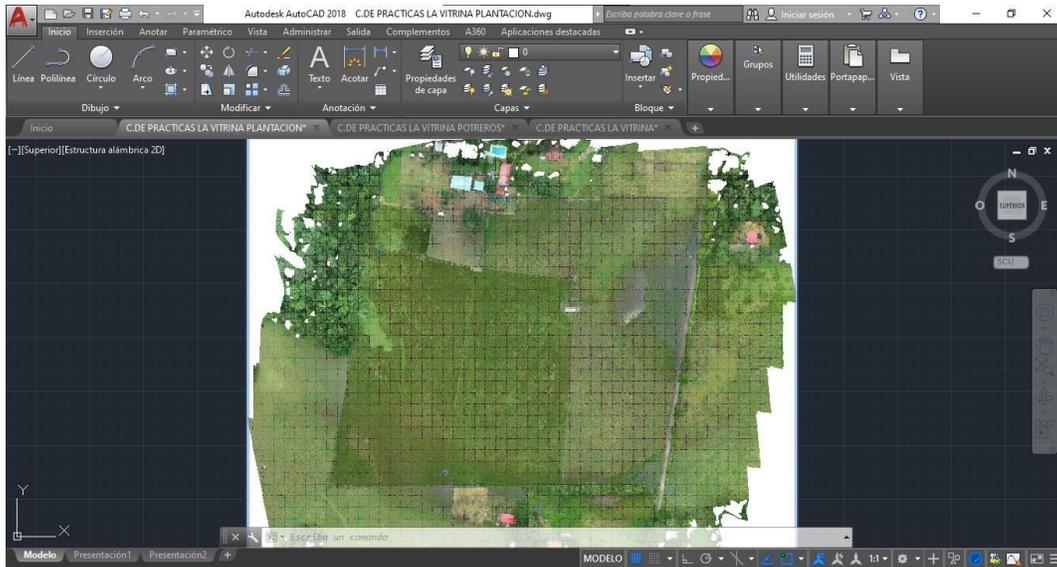


Ilustración 47 Comparación en AutoCAD del Ortomosaico y el Levantamiento topográfico convencional

A este archivo se le insertan las plantaciones a colocar teniendo en cuenta planos anteriores, junto a estos las divisiones de los lotes y perimetrales.

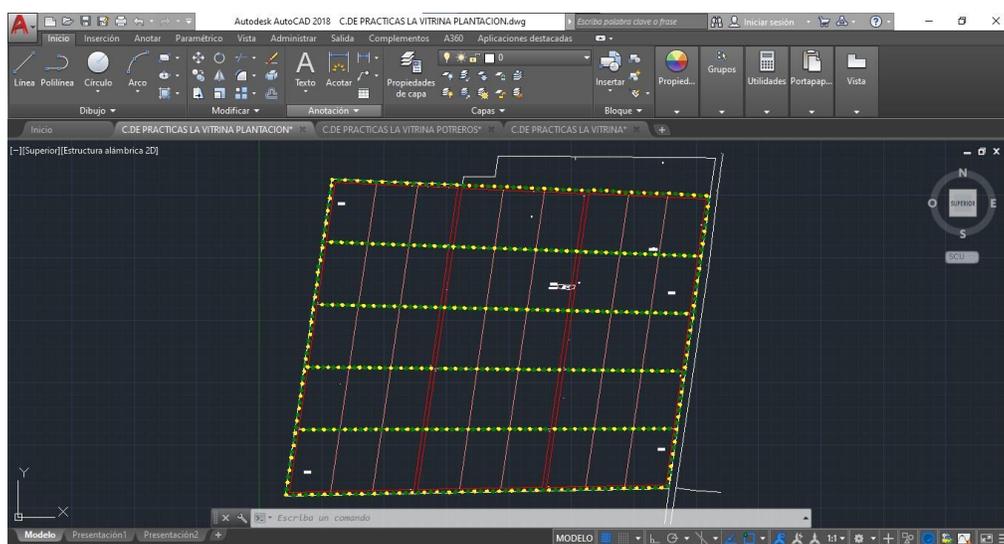


Ilustración 48 Plantaciones a colocar

Por último, se sobrepone la plantación insertada y la imagen del Ortomosaico, se escala la imagen del Ortomosaico a la medida real del terreno, permitiendo apreciar de esta manera, la visualización del terreno con la plantación ya implementada.

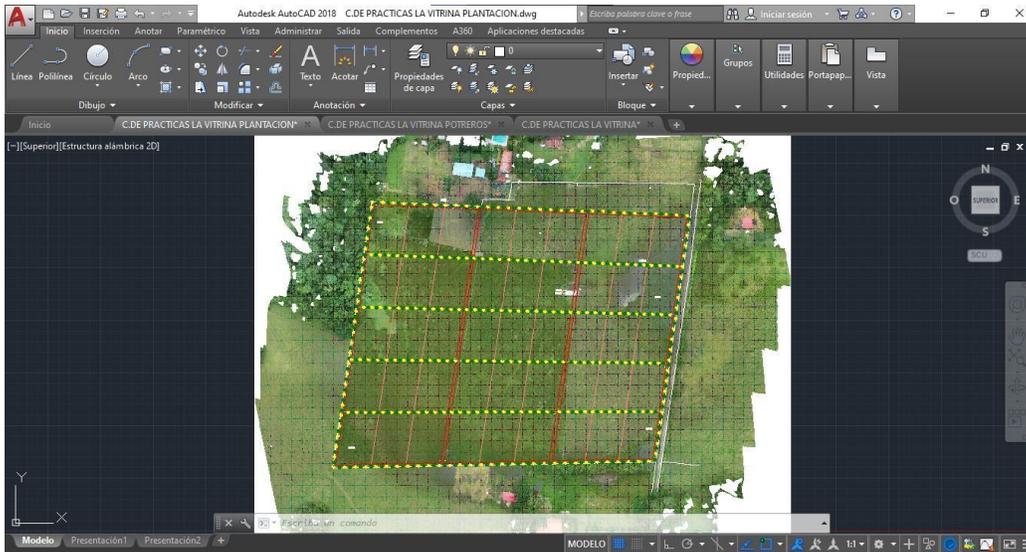


Ilustración 49 Plantación entre el Ortomosaico con el Modelo de AutoCAD

Actividad 17:

Fecha: 20/Agosto/2021 – 24/Agosto/2021

Lugar: Trabajo de oficina.

Desde un plano general de las divisiones de los potreros realizado en AutoCAD se comienza el trazo del diseño en un modelo tridimensional en Sketchup.

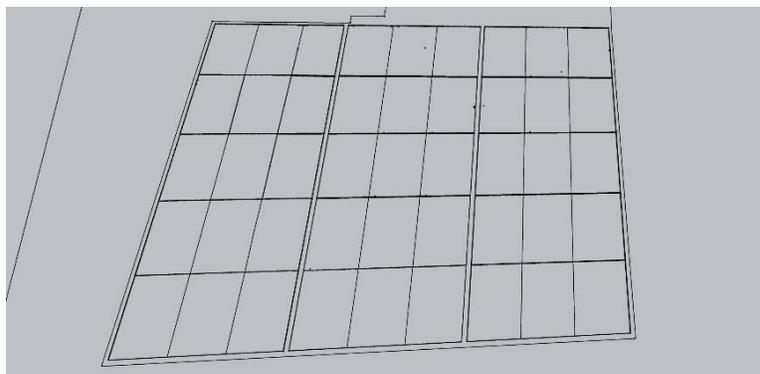


Ilustración 50 Plano inicial exportado desde AutoCAD

Se inició con la ubicación de los postes plásticos con cuatro metros de distancia entre cada uno en las líneas fijas dentro del Sistema Silvopastoril y que son fundamentales en la estructura de la cerca eléctrica, posterior a eso se sitúan de manera apropiada lo que sería el alambre que cerca cada potrero, así mismo lo acompañan unas varillas con una cinta que simulan la limitación del potrero y el paso en las líneas asignadas como móviles. Para finalizar esta primera fase se agregan detalles como los postes de energía eléctrica, el bebedero y los broches en los potreros.

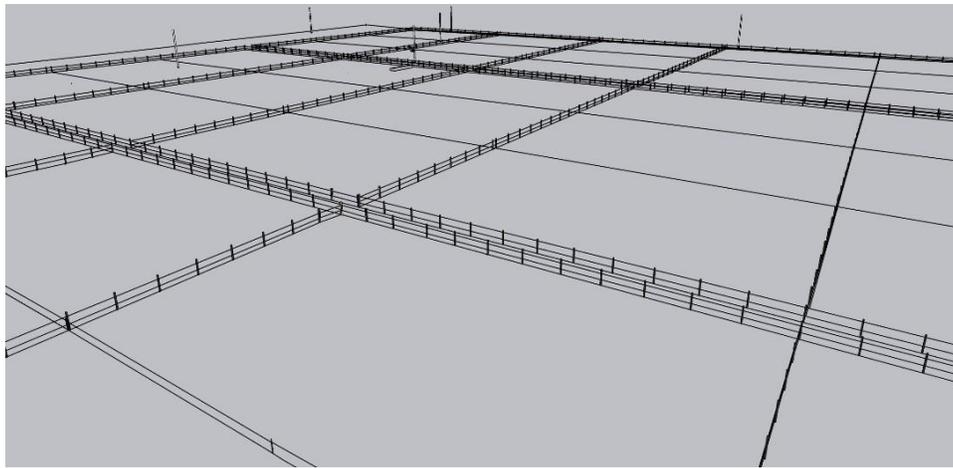


Ilustración 51 Ubicación de cerca eléctrica

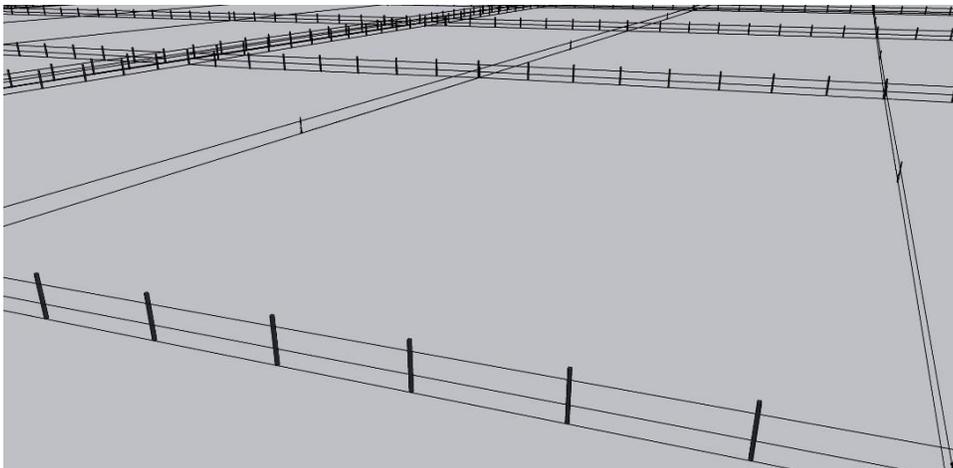


Ilustración 52 Líneas fijas y móviles de los potreros.

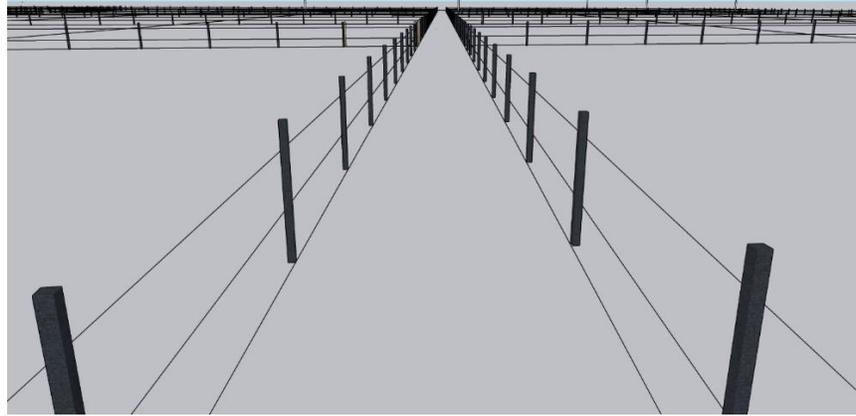


Ilustración 53 Caminos para el paso del ganado en los cambios de potreros.

En una segunda fase se agregan las líneas de árboles Yopo y Gualanday intercaladamente, las cuales están ubicadas en el perímetro del terreno separados por cinco metros de distancia y en las líneas fijas horizontales de los potreros un árbol por cada poste plástico.



Ilustración 54 Ubicación de los árboles Yopo.

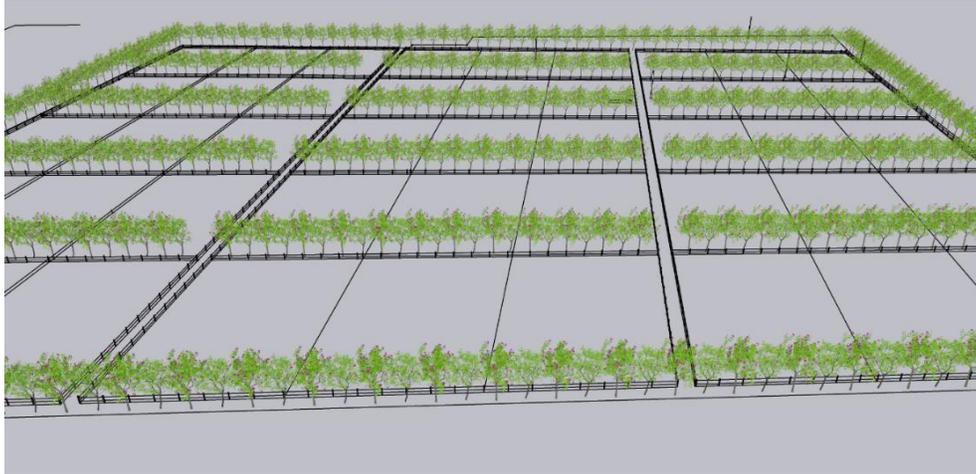


Ilustración 55 Ubicación de los árboles Yopo y Gualanday.

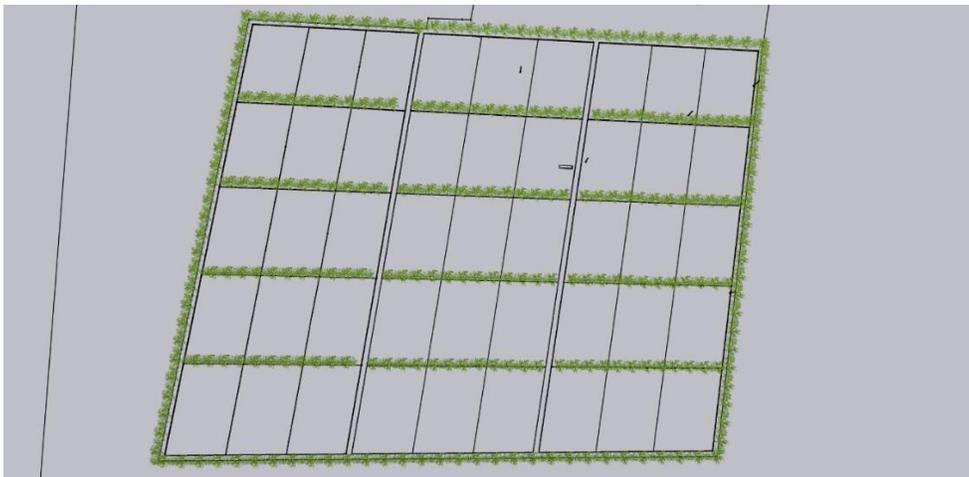


Ilustración 56 Vista en planta de la ubicación de los árboles.

Para una tercera y última fase se agregan los detalles que le dan realismo al modelamiento tridimensional, es decir, lo que acompaña en la vida cotidiana al terreno, como los colores, el pasto, el ganado, materiales, texturas y cualquier clase de detalles.

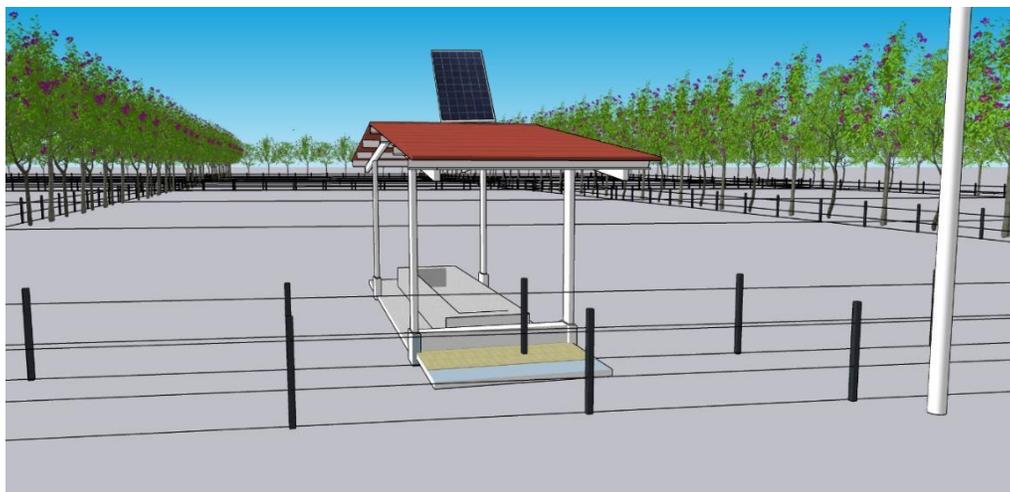


Ilustración 57 Vista del bebedero con el panel solar instalado.

Actividad 18:

Fecha: 20/Agosto/2021 – 24/Agosto/2021

Lugar: Trabajo de oficina.

Se escogieron los valores que más se ajustaban al terreno del centro de prácticas para poder determinar las medidas de diseño para el canal que permitirá evacuar el agua de manera eficiente evitando los apozamiento. Con esto se determinó un talud de tierra para canales pequeños, la velocidad permitida y el coeficiente de Manning.

<u>MATERIAL</u>	<u>TALUD</u> (horizontal: vertical)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1 : 1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1 : 1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2 : 1
Greda arenosa o arcilla porosa	3 : 1

Ilustración 58 Taludes apropiados para canales (Z)

Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación

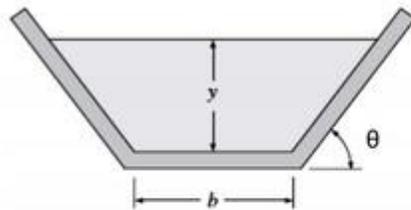
MATERIAL DE LA CAJA DEL CANAL	"n"	Velocidad (m/s)		
	Manning	Agua limpia	Agua con partículas coloidales	Agua transportando arena, grava o fragmentos
Arena fina coloidal	0.02	0.45	0.75	0.45
Franco arenoso no coloidal	0.02	0.53	0.75	0.6
Franco limoso no coloidal	0.02	0.6	0.9	0.6
Limos aluviales no coloidales	0.02	0.6	1.05	0.6
Franco consistente normal	0.02	0.75	1.05	0.68
Ceniza volcánica	0.02	0.75	1.05	0.6
Arcilla consistente muy coloidal	0.025	1.13	1.5	0.9
Limo aluvial coloidal	0.025	1.13	1.5	0.9
Pizarra y capas duras	0.025	1.8	1.8	1.5
Grava fina	0.02	1.5	1.5	1.13
Suelo franco clasificado no coloidal	0.03	1.13	1.5	0.9
Suelo franco clasificado coloidal	0.03	1.2	1.65	1.5
Grava gruesa no coloidal	0.025	1.2	1.8	1.95
Gravas y guijarros	0.035	1.8	1.8	1.5

Fuente: Krochin Sviatoslav." Diseño Hidráulico", Ed. MIR, Moscú, 1978

Ilustración 59 Máxima velocidad permitida y coeficiente de Manning

El caudal es determinado por medio de los registros e Intensidad de precipitación que registra el sector considerando coeficientes de escorrentía teóricos según el uso del terreno y su pendiente.

Siguiendo las ecuaciones determinadas para una sección trapezoidal en un canal se realizan los cálculos para lograr obtener las medidas de la sección y el comportamiento del agua dentro de este, es decir, la determinación del valor de la base menor, el ancho superior total del canal, el tirante de agua, el radio hidráulico, el perímetro mojado, el área hidráulica y la velocidad.



$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{y(b + \frac{y}{\tan \theta})}{b + \frac{2y}{\sin \theta}}$$

Sección	Área hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$

Ilustración 60 Ecuaciones de la sección trapezoidal. Obtenido de <https://hidraulica65.webnode.com.co/paseos/>

Una vez realizados estos cálculos se comprueba y chequea que los valores correspondan a valores reales y que sean dimensiones aplicables al terreno para llevarlo finalmente a obra de construcción, finalmente para el diseño del canal se procede a realizar los dibujos con sus medidas a escala para visualizar cómo quedará una vez elaborado.

Resultados

Modelo digital de Elevaciones

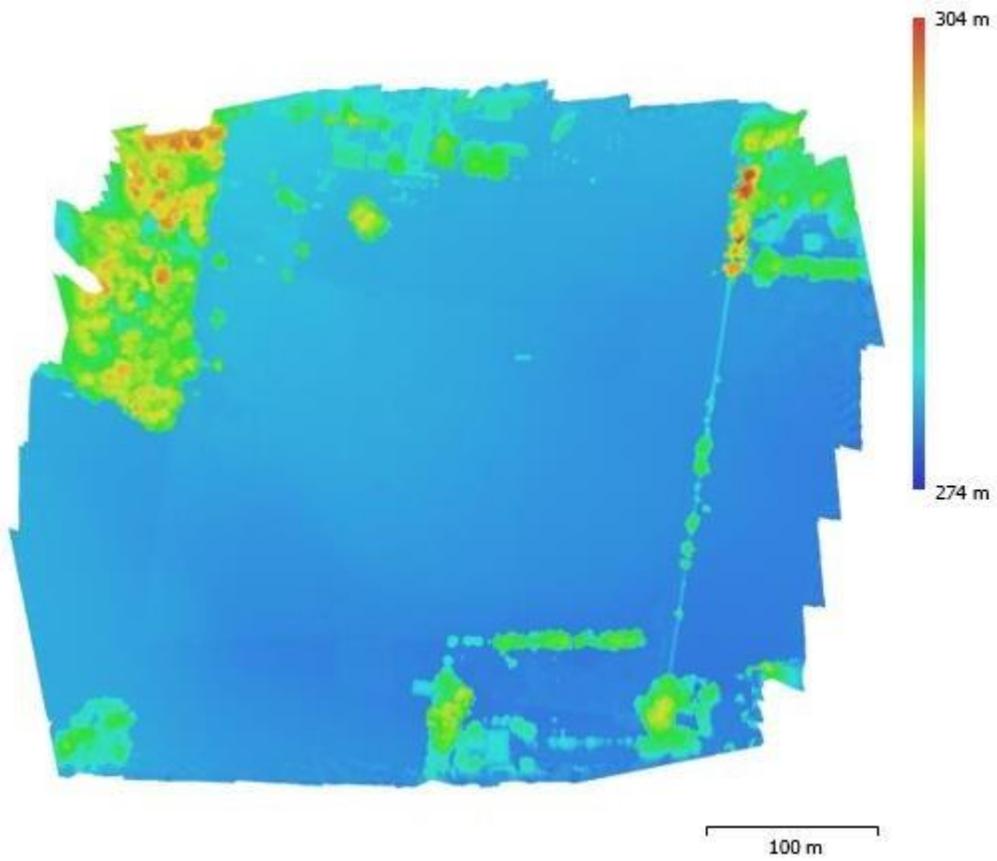


Ilustración 61 Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 7.96 cm/pix

Densidad de puntos: 158 puntos/m²

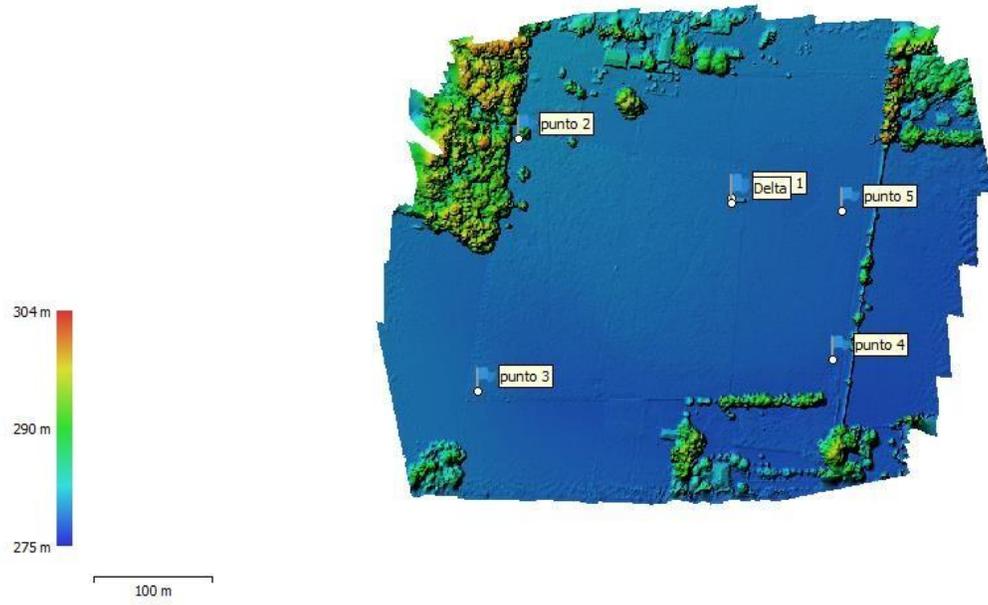


Ilustración 62 Modelo Digital de Elevaciones con puntos

Modelo Teselado



Ilustración 63 Vista No. 1 del Modelo Teselado



Ilustración 64 Vista No. 2 del Modelo Teselado

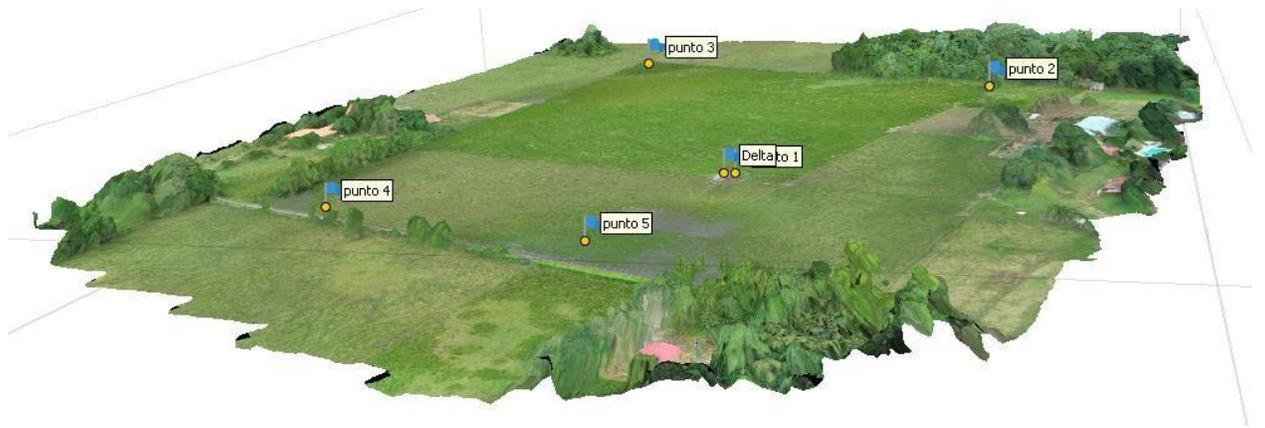


Ilustración 65 Vista No. 3 del Modelo Teselado

Ortomosaico



Ilustración 66 Ortomosaico

Datos del levantamiento

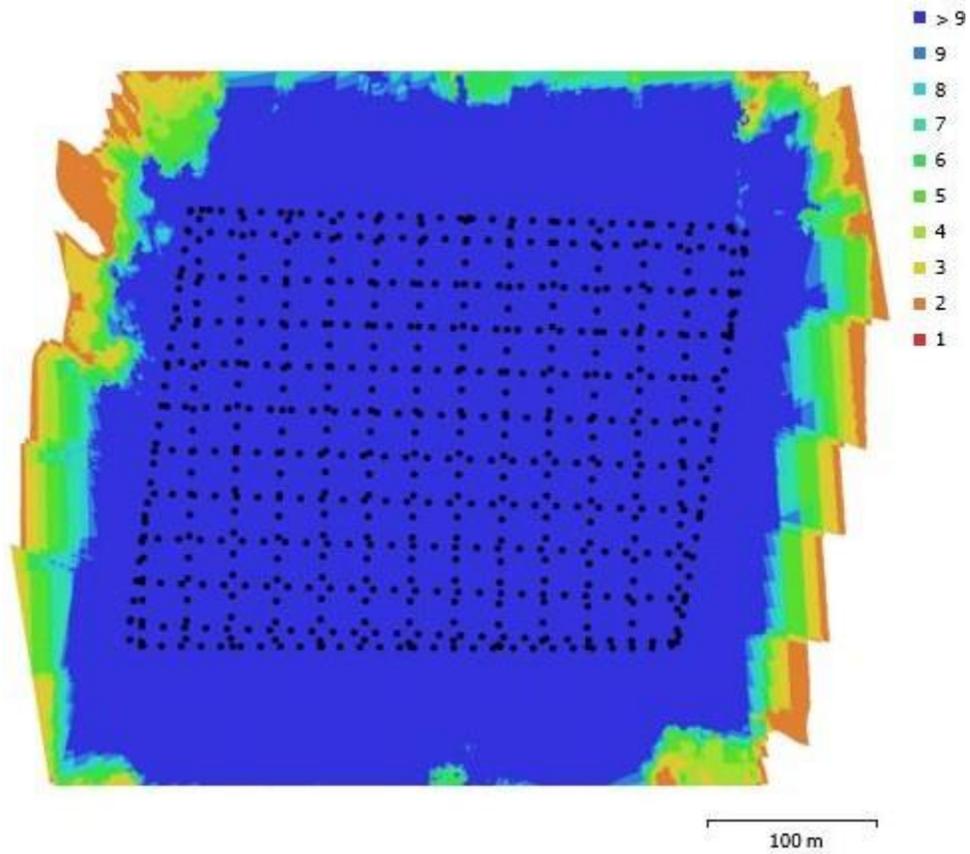


Ilustración 67 Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 651

Altitud media de vuelo: 77.4 m

Resolución en terreno: 1.99 cm/pix

Área cubierta: 0.181 km²

Panorámicas multicámara: 5:1

Puntos de paso: 565,834

Proyecciones: 2,494,169

Error de reproyección: 1.04 pix

Tabla 2 Cámaras

Modelo de Cámara	Resolución	Distancia Focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6310S (8.8mm)	4864*3648	8.8mm	2.61*2.61 micras	No

Calibración de Cámara

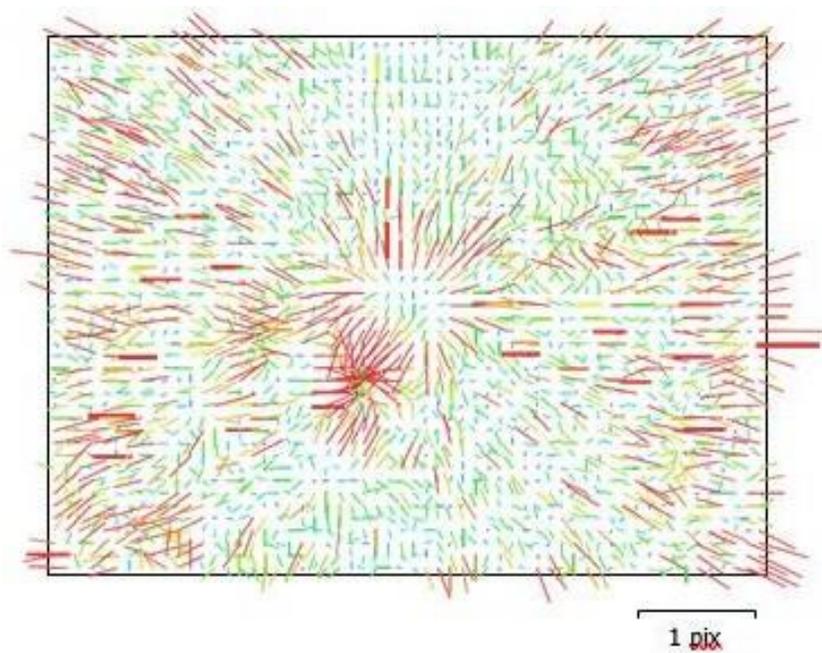


Ilustración 68 Gráfico de residuos para FC6310S (8.8mm).

FC6310S (8.8mm)

651 imágenes

Tipo: Cuadro

Resolución: 4864*3648

Distancia Focal: 8.8 mm

Tamaño Pixel: 2.61*2.61 Micras

Tabla 3 Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

	Valor	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	P1	P2
F	3700.68	0.1	1.00	-0.07	-0.87	0.76	0.06	-0.04	0.04	-0.03	-0.07	0.04
Cx	-41.1537	0.042		1.00	0.01	-0.00	0.82	-0.01	0.01	-0.01	0.47	-0.00
Cy	-13.2207	0.19			1.00	-0.97	-0.14	-0.01	0.02	-0.03	0.03	-0.07
B1	0.50712	0.059				1.00	0.15	-0.03	-0.02	0.03	-0.03	0.24
B2	0.460594	0.018					1.00	0.00	-0.01	0.01	-0.01	0.01
K1	-0.0127592	3e-005						1.00	-0.95	0.89	-0.04	-0.16
K2	-0.00482598	0.00011							1.00	-0.98	0.04	-0.00
K3	0.0135649	0.00011								1.00	-0.05	0.01
P1	-0.00348459	2e-006									1.00	-0.02
P2	-0.00108806	3.3e-006										1.00

Posiciones de cámaras



Ilustración 69 Posiciones de cámaras y estimadores de error.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY. Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Tabla 4 Errores medios de las posiciones de cámaras.

Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
0.338538	0.354789	1.36483	0.490391	1.45026

X - Longitud, Y - Latitud, Z - Altitud.

Puntos de control Terrestre

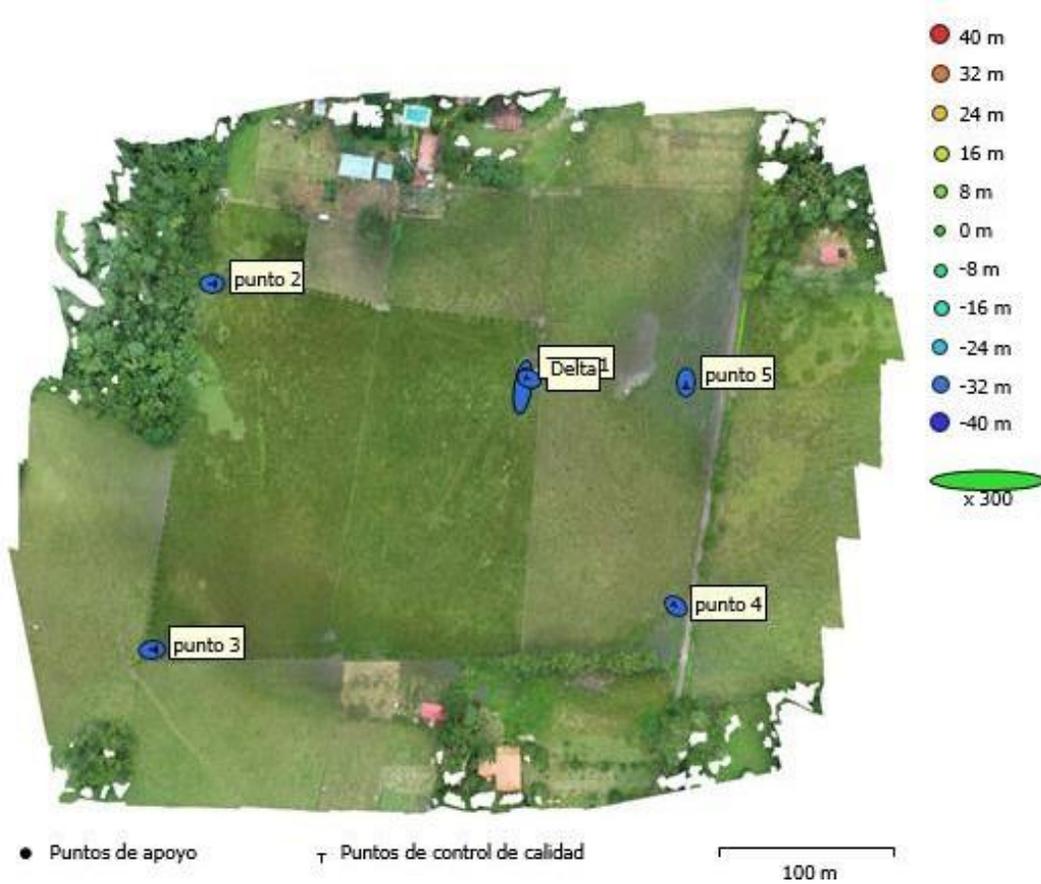


Ilustración 70 Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY. Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

Tabla 5 ECM de puntos de control de calidad.

Número	Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Total (m)
6	0.0115022	0.0296919	33.3747	0.031842	33.3747

X - Longitud, Y - Latitud, Z - Altitud.

Tabla 6 Puntos de control de calidad.

Nombre	Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Total (m)	Imagen (pix)
punto 1	0.0107253	0.069237	-33.19	33.19	0.161 (117)
punto 5	-0.000425937	-0.0198014	-33.0709	33.0709	0.070 (50)
punto 2	0.0121983	-0.000375726	-32.7351	32.7351	0.061 (30)
punto 3	0.015748	0.00150222	-34.1115	34.1115	0.075 (23)
punto 4	-0.0107004	0.00877498	-33.9304	33.9304	0.032 (31)
Delta	-0.012934	0.00494089	-33.1891	33.1891	0.023 (107)
Total	0.0115022	0.0296919	33.3747	33.3747	0.101

Planos a partir del levantamiento Topográfico Convencional

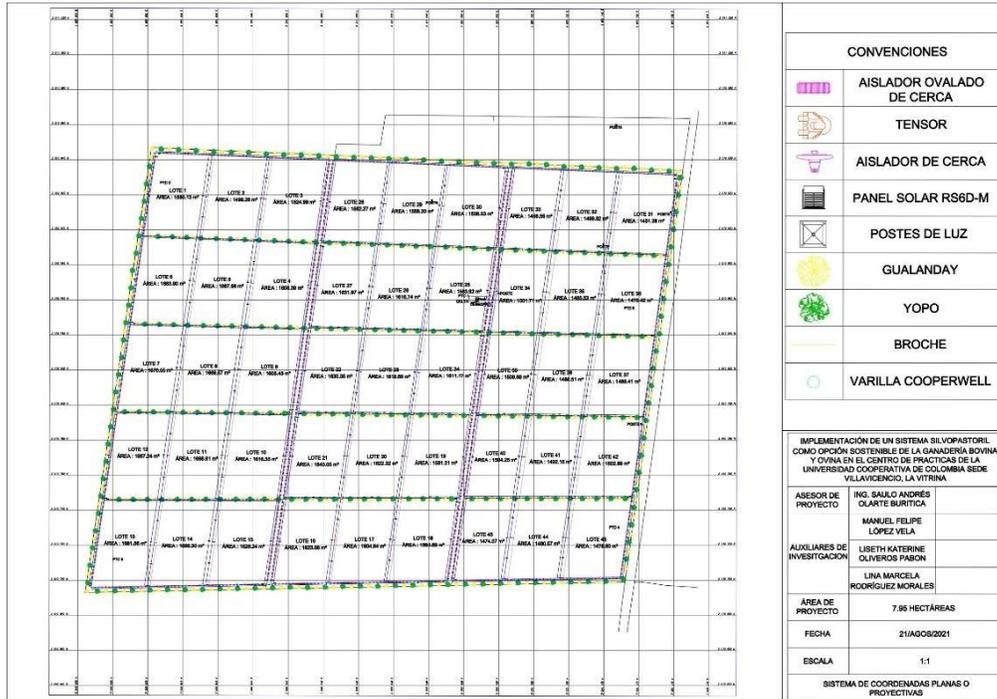


Ilustración 71 Sistema Silvopastoril

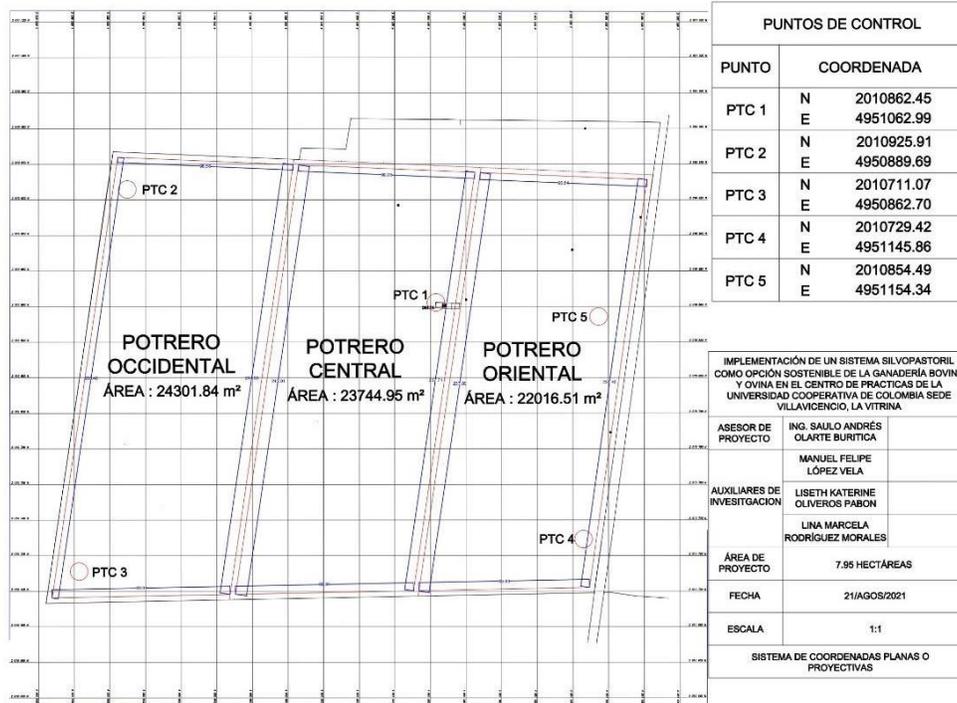


Ilustración 72 Puntos de Control y Áreas de los potreros

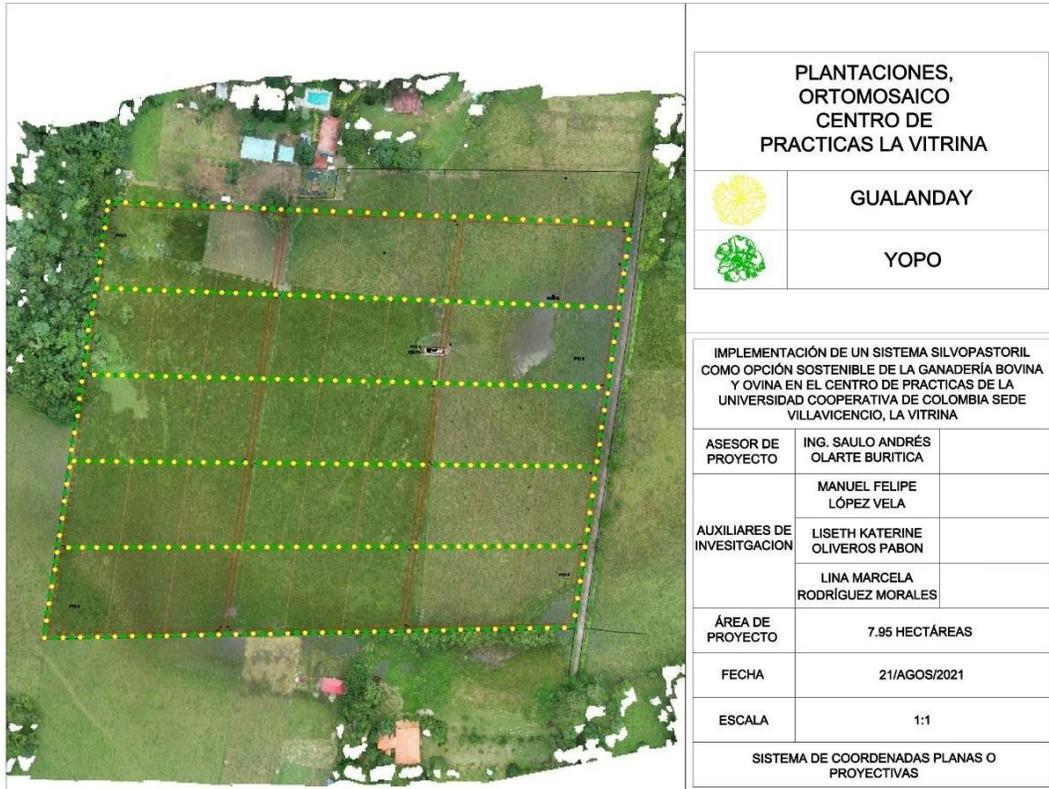


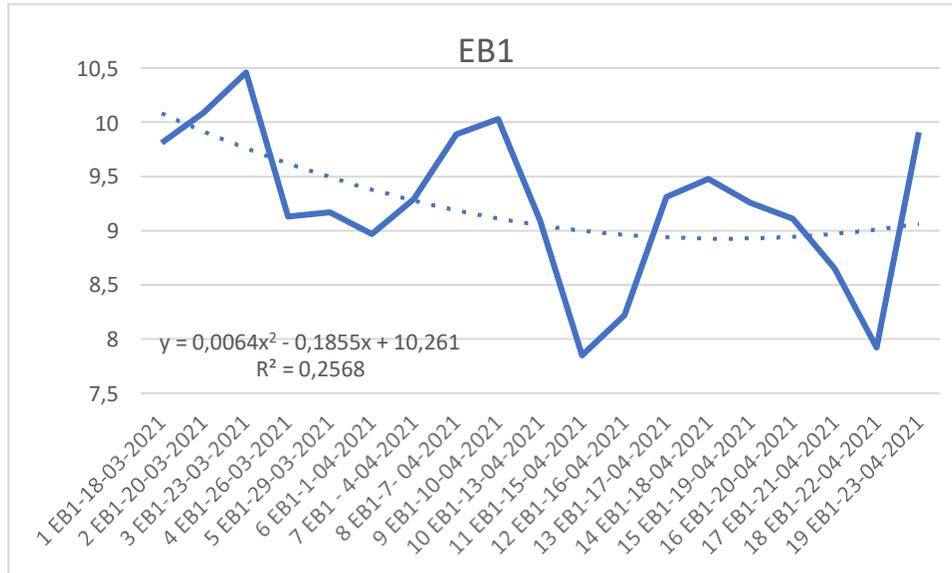
Ilustración 73 Plantaciones, Ortomosaico del centro de Practicas

Estudio bromatológico

Tabla 7 Estudio bromatológico del EB1

Fecha	Proteína
1 EB1-18-03-2021	9,81
2 EB1-20-03-2021	10,09
3 EB1-23-03-2021	10,46
4 EB1-26-03-2021	9,13
5 EB1-29-03-2021	9,17
6 EB1-1-04-2021	8,97
7 EB1 - 4-04-2021	9,29
8 EB1-7- 04-2021	9,89
9 EB1-10-04-2021	10,03
10 EB1-13-04-2021	9,09
11 EB1-15-04-2021	7,85
12 EB1-16-04-2021	8,22
13 EB1-17-04-2021	9,31
14 EB1-18-04-2021	9,48
15 EB1-19-04-2021	9,26
16 EB1-20-04-2021	9,11

17 EB1-21-04-2021	8,65
18 EB1-22-04-2021	7,92
19 EB1-23-04-2021	9,91

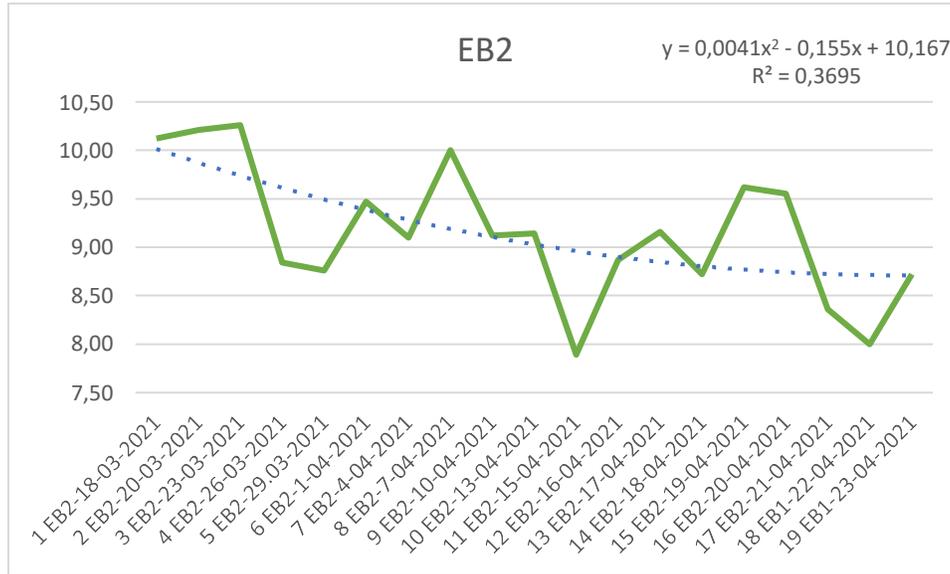


Gráfica 1 Curva sobre estudio bromatológico del EB1

Tabla 8 Estudio bromatológico del EB2

Fecha	Proteína
1 EB2-18-03-2021	10,12
2 EB2-20-03-2021	10,21
3 EB2-23-03-2021	10,26
4 EB2-26-03-2021	8,84
5 EB2-29-03-2021	8,76
6 EB2-1-04-2021	9,47
7 EB2-4-04-2021	9,10
8 EB2-7-04-2021	10,00
9 EB2-10-04-2021	9,12
10 EB2-13-04-2021	9,14
11 EB2-15-04-2021	7,89
12 EB2-16-04-2021	8,87
13 EB2-17-04-2021	9,16
14 EB2-18-04-2021	8,72
15 EB2-19-04-2021	9,62

16 EB2-20-04-2021	9,55
17 EB2-21-04-2021	8,36
18 EB1-22-04-2021	8,00
19 EB1-23-04-2021	8,72



Gráfica 2 Curva sobre estudio bromatológico del EB1

Sistema de ecuación para el estudio Bromatológico de los EB'S

$$EB1 = Y = 0,0064x^2 - 0,1855x + 10,261$$

Ecuación 1 Sistema para la ecuación del estudio Bromatológico EB1

$$EB2 = Y = 0,0041x^2 - 0,155x + 10,167$$

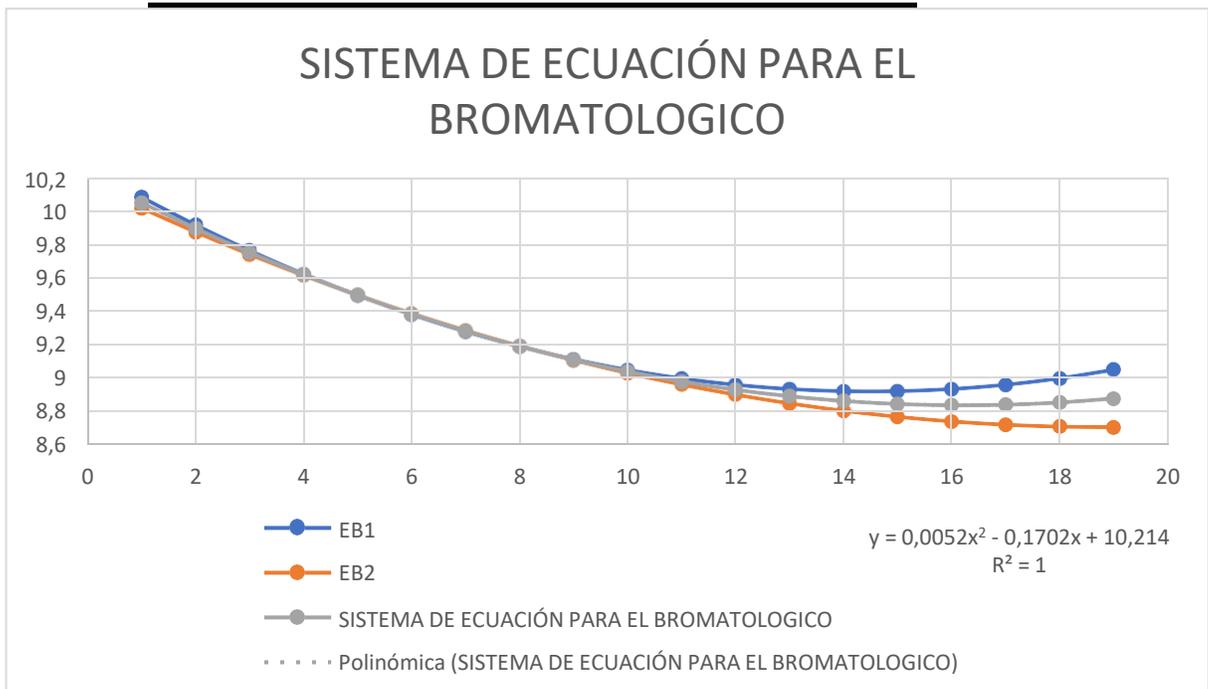
Ecuación 2 Sistema para la ecuación del estudio Bromatológico EB2

Sistema de ecuación para el estudio Bromatológico = PROMEDIO EB1; EB2

Ecuación 3 Sistema de ecuación para el estudio Bromatológico de los EB'S

Tabla 9 Sistema de ecuación para el estudio Bromatológico

Días	Eb1	Eb2	Sistema de Ecuación Para el bromatológico
1	10,0819	10,0161	10,049
2	9,9156	9,8734	9,8945
3	9,7621	9,7389	9,7505
4	9,6214	9,6126	9,617
5	9,4935	9,4945	9,494
6	9,3784	9,3846	9,3815
7	9,2761	9,2829	9,2795
8	9,1866	9,1894	9,188
9	9,1099	9,1041	9,107
10	9,046	9,027	9,0365
11	8,9949	8,9581	8,9765
12	8,9566	8,8974	8,927
13	8,9311	8,8449	8,888
14	8,9184	8,8006	8,8595
15	8,9185	8,7645	8,8415
16	8,9314	8,7366	8,834
17	8,9571	8,7169	8,837
18	8,9956	8,7054	8,8505
19	9,0469	8,7021	8,8745



Gráfica 3 Sistema De Ecuación Para El Bromatológico

Ecuación para el estudio Bromatológico desde polinómica de segundo grado

$$y = 0,0052x^2 - 0,1702x + 10,214$$

Ecuación 4 Estudio bromatologico

Modelamiento Tridimensional

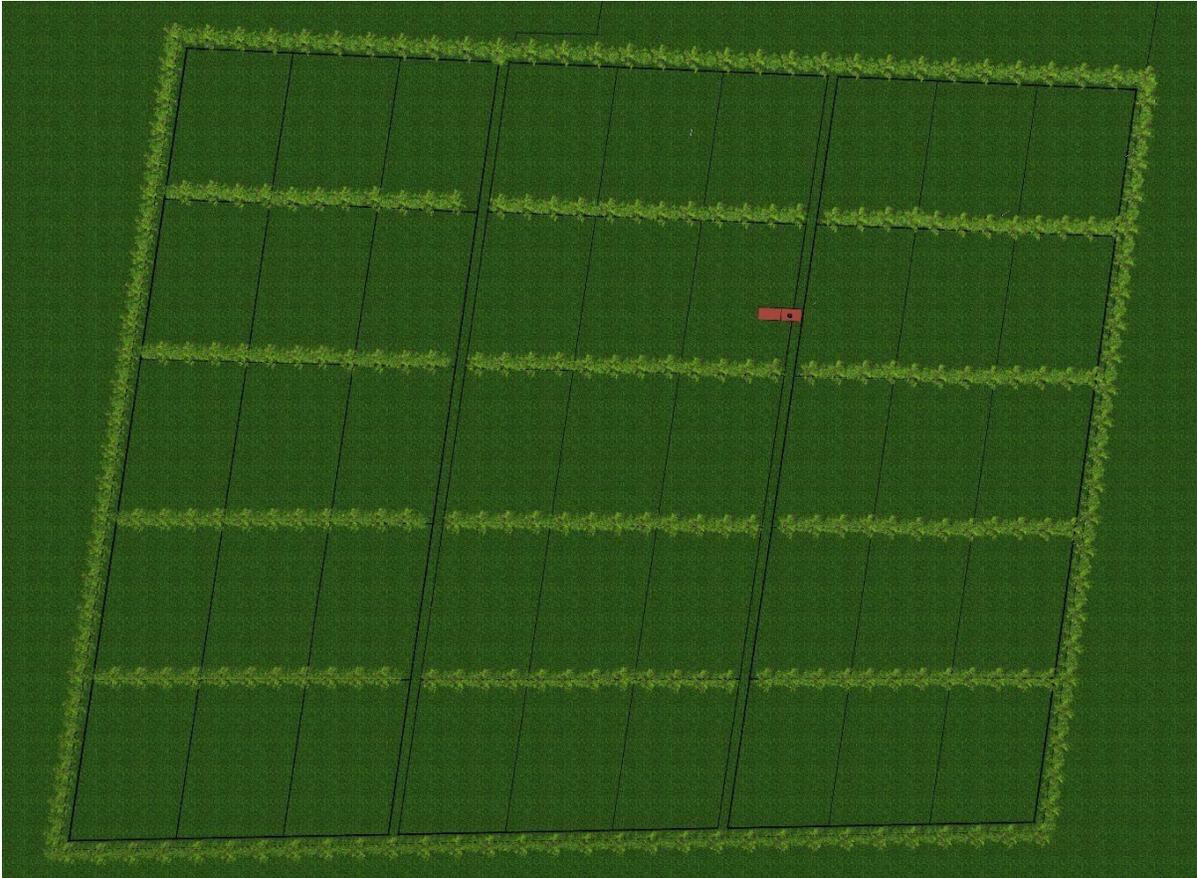


Ilustración 74 Vista en planta del Sistema Silvopastoril



Ilustración 75 Vista frontal del Sistema Silvopastoril

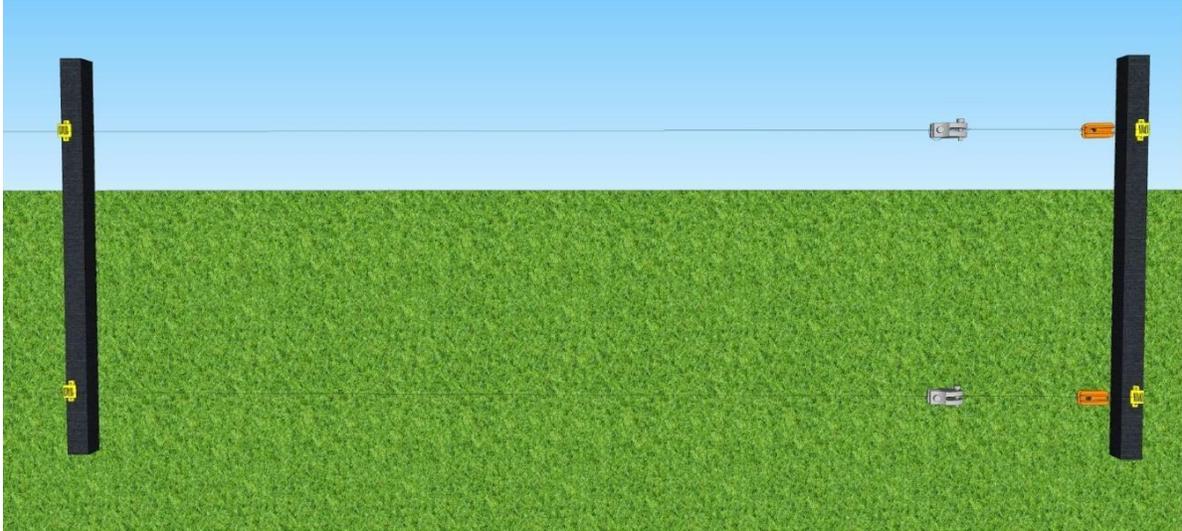


Ilustración 76 Detalle de cerca con aisladores y tensor



Ilustración 77 Cercado con ubicación de árboles con vista al bebedero

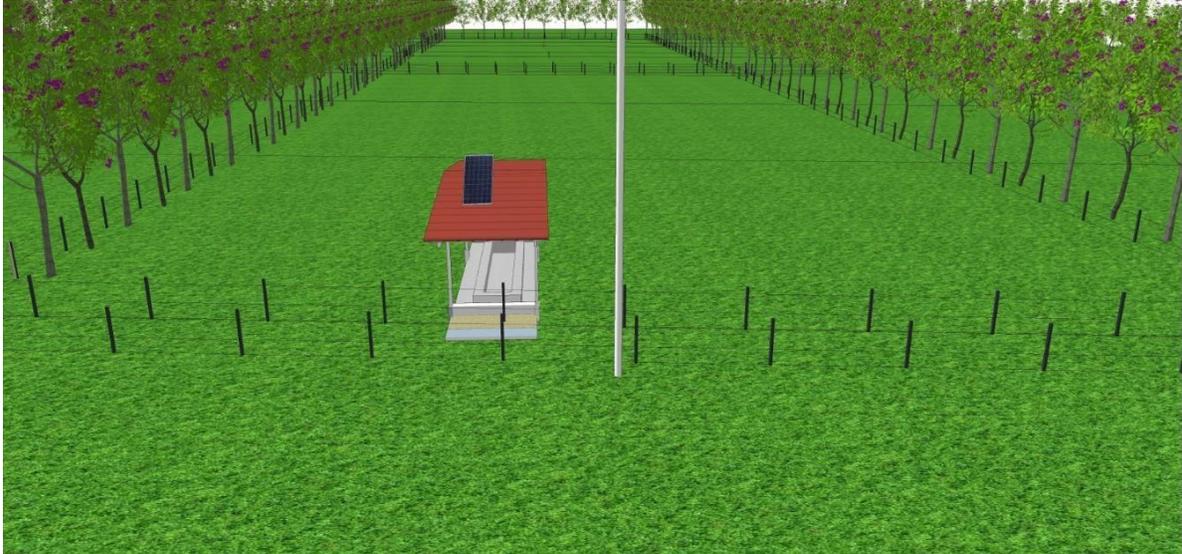


Ilustración 78 Vista bebedero con instalación de panel solar



Ilustración 79 Vista simétrica del Sistema Silvopastoril



Ilustración 80 Vista frontal a potero con ganado

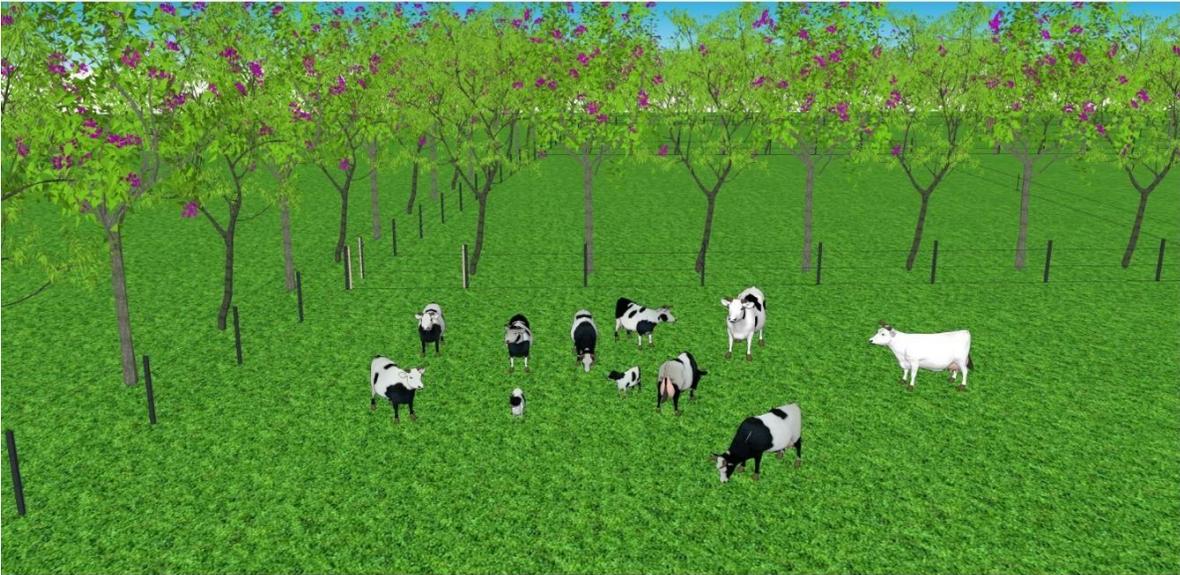


Ilustración 81 Vista alzada del ganado en el Sistemah



Ilustración 82 Vista frontal del ganado y camellones



Ilustración 83 Ubicación de Ortomosaico dentro de la vista en planta



Ilustración 84 Vista en planta del Sistema Silvopastoril implementado en el Centro de Prácticas la vitrina

Puntos de control

Tabla 10 Puntos de control del Levantamiento Topográfico con Estación total

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON ESTACION TOTAL.			
PUNTO DE CONTROL	NORTE	ESTE	ALTITUD
PTC1	2010862,450	4951062,990	312,042
PTC2	2010925,910	4950889,690	312,601
PTC3	2010711,070	4950862,700	312,858
PTC4	2010729,420	4951145,860	311,465
PTC5	2010854,490	4951154,340	311,302

Tabla 11 Puntos de control del Levantamiento Fotogramétrico

LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRICO			
PUNTO DE CONTROL	NORTE	ESTE	ALTITUD
PTC1	2010863,915	4951096,783	278,779
PTC2	2010912,520	4950919,288	279,872
PTC3	2010704,145	4950885,444	278,755
PTC4	2010729,397	4951180,478	277,521
PTC5	2010853,146	4951188,312	278,220

Tabla 12 Diferencias entre puntos de control de los Levantamientos

PUNTO DE CONTROL	DIFERENCIA		
	NORTE	ESTE	ALTITUD
PTC1	1,465	33,793	33,263
PTC2	13,39	29,598	32,729
PTC3	6,925	22,744	34,103
PTC4	0,023	34,618	33,944
PTC5	1,344	33,972	33,082

Cantidad de Materiales para Presupuesto

Tabla 13 Cantidad de Materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	CANTIDAD
1	Alambre cerca eléctrica calibre 14 rollox1000 mts	c/u	7
2	Broche de palo	c/u	36
3	Postes Plástico	c/u	813
4	Aisladores de Cerca	c/u	1426
5	Aislador Ovalado de Cerca	c/u	24

6	Tensores para cerca eléctrica	c/u	72
7	Aislador para varilla línea móvil	c/u	
8	Estacas para cerca eléctrica (plástica)	c/u	90
9	Cinta eléctrica rollo x 50 metros	c/u	29
10	Panel solar e impulsor	c/u	1
11	Desviador de rayos	c/u	1
12	Cable encauchetado rollo x 50 metros	c/u	3
13	Varillas cooperwell	c/u	3
14	Cuchilla doble tiro	c/u	1
15	Llave para tensor	c/u	3
16	Suich	c/u	3

Canal De Drenaje

Tabla 14 Determinación del caudal mediante la intensidad

Intensidad (mm/hr)	Intensidad (m/s)	Area (m3)	Caudal (m3/s)
45,2	1,26E-05	79500	0,9989
51,7	1,44E-05	79500	1,1424
57,3	1,59E-05	79500	1,2645
65,5	1,82E-05	79500	1,4461
72,5	2,01E-05	79500	1,6007
58,4385	2,E-05	79500,000	1,291

Tabla 15 Datos generales para Canal de Drenaje

Datos Generales			
Pendiente del terreno	0,07%	Z	1
L canal (m)	231,45	n	0,025
Q (m³/S)	1,3	Vmax (m/s)	1,5
Factor de seguridad	0,9	A (m²)	0,96
Vd (m/s)	1,35		

Tabla 16 Cálculo de elementos del canal

Elemento	Valor
Yo (m)	0,72
b (m)	0,60
P (m)	3,49
R (m)	0,27
R ²/3	0,42

So	0,01
V (m/s)	1,35
T (m)	2,05
D (m)	0,47
g (m/s²)	9,81
NF	0,63
Tipo de Flujo	Sub-crítico

Borde Libre recomendado en canales

Fuente: Bolinaga, J. J. "Drenaje Urbano" Caracas, 1979

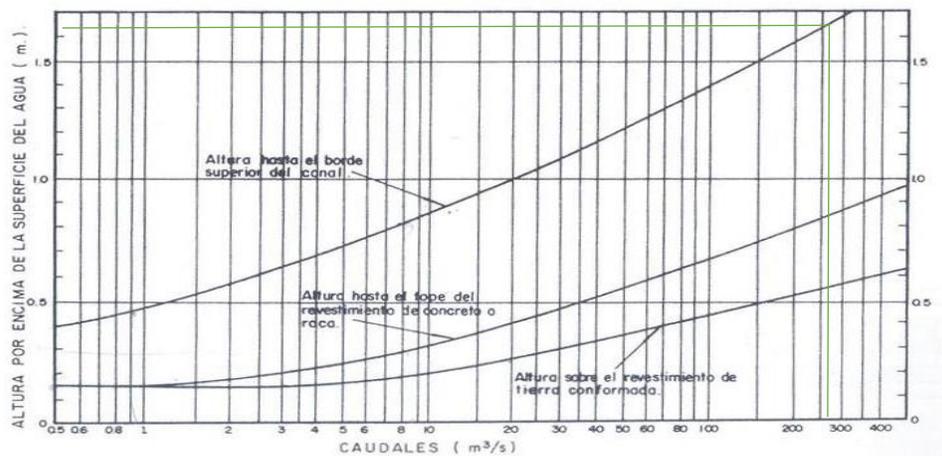


Ilustración 85 Tabla para determinar el borde libre según caudal. Obtenido de <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/mini-curso-de-diseno-de-canales-con-regimen-uniforme-parte-iii-seccion-de-maxima-eficiencia-y-borde-libre/>

Tabla 17 Cálculo de la altura y el ancho superior del canal

Elemento	Valor
BL (m)	0,50
Yt (m)	1
Tt (m)	3

Tabla 18 Cálculo del área y el volumen de excavación

ÁREA DE ESCAVACIÓN (m²)	2,23
VOLUMEN DE ESCAVACIÓN (m³)	515,79

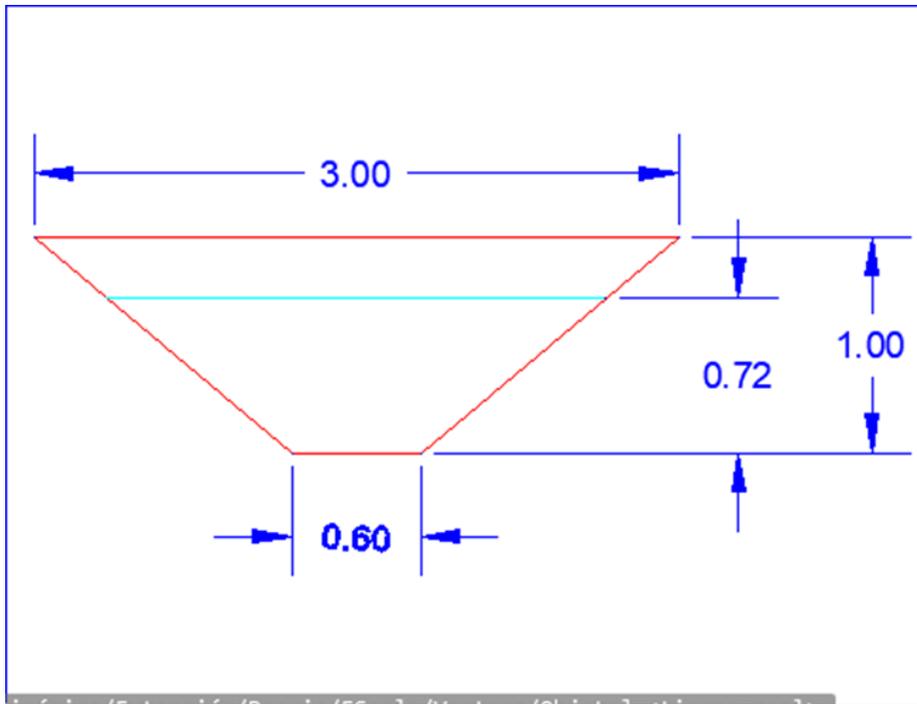


Ilustración 86 Sección transversal del canal



Ilustración 87 Sección longitudinal del canal

Conclusiones

Se realizó un diseño cartográfico de un sistema silvopastoril con el fin de alcanzar una opción sostenible para la ganadería bovina y ovina en el Centro de prácticas La Vitrina de la Universidad Cooperativa de Colombia en el campus Villavicencio.

Para esto se elaboró un diseño tridimensional del terreno por medio de implantación tecnológica usando la fotogrametría con drones.

Adicionalmente se diseñó una propuesta de una obra de drenaje para el control de agua de escorrentía de la finca.

Finalmente, se realizó una implementación urbanística del establecimiento de un sistema silvopastoril en el centro de prácticas de la Universidad Cooperativa de Villavicencio.

Referencias

- Alcaldía de Villavicencio. (09 de 10 de 2017). *Secretaría de Planeación Dirección de ordenamiento Territorial*. Obtenido de <http://www.curaduria1villavicencio.com.co/normatividad/CIRCULARES/CIRCULAR%20INTERPRETATIVA%20No.011%20-%20derechos%20adquiridos%20en%20rondas.pdf>
- Benavides, L. A. (2017). *Implementación del Sistema Silvopastoril (Ssp) Modelo Cercas Vivas y Barreras Rompevientos en las Veredas Parámo y Tobal del Municipio de Tutazá Boyaca*. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA- UNAD , Duitama.
- C, J. J. (2018). *Evaluación De Modelos Digitales De Elevación Obtenidos Mediante Topografía Convencional Y Topografía Con Drones Para El Cálculo De Volúmenes*. Universidad Militar Nueva Granada , Bogotá.
- Cardona, J. N. (Octubre de 2017). *Conocimientos de principios del modelado tridimensional*. Bogotá D.C.: Fundacion Universitaria del Área Andina.
- Casaubon, E. A. (2013). *Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles: Efecto de la edad del material de multiplicación y manejo del pastoreo con bovinos*. Universidad de Buenos Aires, Paraná.
- Cerquera, E. S. (2013). *Diseño de Programa Silvopastoril, para la Recuperación del Suelo en la Finca “La Esperanza” en la Vereda Nilo del Municipio de Palermo Huila*. UNIVERSIDAD LIBRE, Bogotá.
- Collazos, J. J. (2018). *Evaluación de Modelos Digitales de Elevación Obtenidos Mediante Topografía Convencional y Topografía con Drones para el Cálculo de Volúmenes*. Universidad Militar Nueva Granada , Bogotá.

Colombia, R. p. (2018). *Legislacion Ambiental*. Obtenido de

<https://justiciaambientalcolombia.org/herramientas-juridicas/legislacion-ambiental/>

Colombia, U. C. (28 de 07 de 2014). *Universidad Cooperativa de Colombia*. Obtenido de

<https://www.ucc.edu.co/villavicencio/prensa/2014/Paginas/En-la-vereda-Llanerita-estara-ubicada-la-nueva-sede-de-Medicina-Veterinaria-y-Zootecnia-.aspx>

Criales, D. M. (2015). *Implementación de Sistemas Silvopastoriles (SSP) con Altas Densidades de Arbustos Forrajeros Modelo de Banco de Proteína con Cercas Eléctricas en Predios del Municipio de Guateque, Sutatenza (Boyacá) y Tibirita (Cundinamarca)*.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA- UNAD, Boyacá,
GARAGOA.

Google. (15 de 08 de 2021). *Traductor Google*. Obtenido de

<https://translate.google.com/?hl=es&sl=es&tl=en&text=El%20presente%20documento%20tiene%20como%20finalidad%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20un%20modelo%20tridimensional%20del%20Centro%20de%20Practicas%20La%20Vitrina%20perteneiente%20a%20la%20Universidad%20C>

Google Earth Pro. (2020). *Google Earth Pro*. Obtenido de Google LLC:

<https://www.google.com/intl/es/earth/>

Google Maps. (2020). *Google Maps*. Obtenido de Google LLC:

<https://www.google.com/maps/@4.1310018,-73.6182976,15z>

Henao, M. A. (2007). *Diseño de un sistema Silbopastoril participativo como alternativo productiva para comunidad en situación de desplazamiento*. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.

IGAC, I. G. (s.f.). *GEOPORTAL*. Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/>

- Mandujano, S., Mulero-Pázmány, M., & Rísquez-Valdepeña, A. (2017). Drones: Una Nueva Tecnología para el Estudio y Monitoreo de Fauna y Hábitats. *Red Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A.C.*, 7.
- Muñoz, J. J. (2014). *Propuesta para el mejoramiento de praderas mediante sistemas silvopastoriles en Bolvar Cauca (2013)*. Universidad del Cauca, Popayan.
- Nieto1, S. P., Saucedo, F. R., Magdaleno, H. F., & Toral, F. R. (8 de Septiembre de 2016). Levantamiento Topográfico de Vasos de Almacenamiento con Vehículos Aéreos no Tripulados. *II Congreso Nacional de Riego y Drenaje Comeii 2016*, pág. 15.
- Ríos, N., Cárdenas, A. Y., Andrade, H. J., Ibrahim, M., Jiménez, F., Sancho, F., . . . Woo, A. (2006). Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* , 6.
- Roa, L. E. (2018). *Viabilidad del Uso de Aeronaves NO Tripuladas(drones) para la Elaboración de Cartografía Catastral Multipropósito en el Municipio de Pacho-Cundinamarca*. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS , Bogotá D.C.
- Spark, W. (29 de Marzo de 2020). *Weather Spark*. Obtenido de Cedar Lake Ventures, Inc.: <https://es.weatherspark.com/y/24273/Clima-promedio-en-Villavicencio-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation>
- Till F. Sonnemann, J. U. (2016). Mapping Indigenous Settlement Topography in the Caribbean Using Drones. *Remote Sensing*, 17.
- Waldo Ojeda Bustamante y Jorge Flores Velazquez . (2016). *Uso y manejo de drones con aplicaciones al sector hidrico*. Mexico: Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua.



Certifica que:

LINA MARCELA RODRÍGUEZ MORALES

1006820284

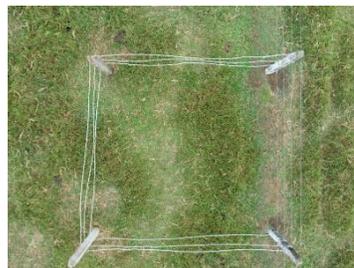
Participó en calidad de Ponente en el XVII Encuentro Regional de Semilleros de Investigación - RedCOLSI Nodo Orinoquia, realizado del 1 al 5 de septiembre de 2020



- Fecha: 26/Marzo/2021

Se realizo la cuarta toma de control de los EB'S

EB1



EB2



- Fecha: 29/Marzo/2021

Se realizo la quinta toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 01/Abril/2021

Se realizo la sexta toma de control de los EB'S

EB1



EB2



- Fecha: 04/Abril/2021

Se realizo la séptima toma de control de los EB'S

EB1



EB2



- Fecha: 07/Abril/2021

Se realizo la octava toma de control de los EB'S

EB1



EB2



- Fecha: 10/Abril/2021

Se realizo la novena toma de control de los EB'S

EB1



EB2





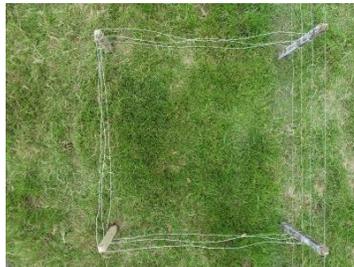
- Fecha: 13/Abril/2021

Se realizo la décima toma de control de los EB'S

EB1



EB2



- Fecha: 15/Abril/2021

Se realizo la undécima toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



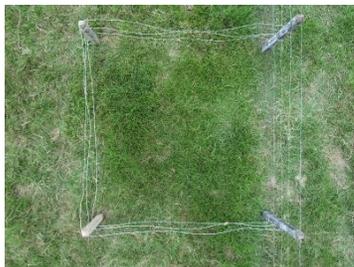
- Fecha: 16/Abril/2021

Se realizo el duodécimo toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 17/Abril/2021

Se realizo la décima tercera toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 18/Abril/2021

Se realizo la décima cuarta toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 19/Abril/2021

Se realizo la décima quinta toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 20/Abril/2021

Se realizo la décima sexta toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 21/Abril/2021

Se realizo la décima séptima toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 22/Abril/2021

Se realizo la décima octava toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 23/Abril/2021

Se realizo la décima novena toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 26/Abril/2021

Se realizo la vigésima toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 27/Abril/2021

Se realizo la vigésima primera toma de control de los EB'S.

EB1



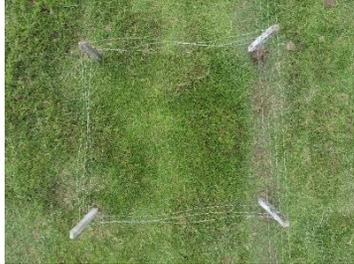
EB2



- Fecha: 28/Abril/2021

Se realizo la vigésima segunda toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



- Fecha: 29/Abril/2021

Se realizo la vigésima tercera toma de control de los EB'S.

EB1



EB2



Parámetros de Procesamiento En Agisof

Parámetros de procesamiento

Generales

Cámaras	651
Cámaras orientadas	651
Marcadores	6
Sistema de coordenadas	WGS 84 (EPSG::4326)
Ángulo de rotación	Guiñada, cabeceo, alabeo

Nube de puntos

Puntos	565,834 de 599,292
RMS error de reproyección	0.156615 (1.03942 pix)
Error de reproyección máximo	0.928536 (37.9066 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	5.96356 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	4.67217

Parámetros de orientación

Precisión	Media
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Sí
Puntos claves por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	Sí
Tiempo búsqueda de emparejamientos	5 minutos 23 segundos
Tiempo de orientación	9 minutos 14 segundos

Parámetros de optimización

Parámetros	f, b1, b2, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	Sí
Tiempo de optimización	17 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Mapas de profundidad

Número	651
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Media
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	58 minutos 38 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Nube de puntos densa

Puntos	36,228,360
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Media
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	58 minutos 38 segundos
Parámetros de generación de la nube densa	
Tiempo de procesamiento	2 horas 17 minutos

Generales

Tiempo de procesamiento 58 minutos 38 segundos

Parámetros de reconstrucción

Datos fuente Nube de puntos densa

Tamaño de tesela 256

Número de caras Baja

Tiempo de procesamiento 1 hora 21

minutos Versión del programa 1.5.2.7838

Modelo digital de elevaciones

Tamaño 7,518 x 6,580

Sistema de coordenadas WGS 84 (EPSG::4326)

Parámetros de reconstrucción

Datos fuente Nube de puntos densa

Interpolación Habilitada

Tiempo de procesamiento 40

segundos Versión del programa 1.5.2.7838

Ortomosaico

Tamaño 25,784 x 20,848

Sistema de coordenadas WGS 84 (EPSG::4326)

Colores 3 bandas, uint8

Parámetros de reconstrucción

Modo de mezcla Mosaico

Superficie Modelo digital de elevaciones

Permitir el cierre de agujeros Sí

Tiempo de procesamiento 19 minutos 50

segundos Versión del programa 1.5.2.7838

Software

Versión 1 5.2 build 7838

Plataforma Windows 64