RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): MIREYA APELLIDOS: RIVERA RIVERA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GERSON APELLIDOS: LIMAS RAMIREZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PASANTIA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE TOPOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD FRANCICO DE PAULA SANTANDER

RESUMEN

Este proyecto se basó en una pasantía como auxiliar técnico académico en el laboratorio de topografía de la Universidad Francisco de Paula Santander. Para esto, se llevó a cabo una investigación descriptiva y la información se obtuvo mediante la realización de ensayos de laboratorio. La población y muestra correspondió a los equipos utilizados para las prácticas de topografía. Posteriormente, se brindó apoyo técnico a los docentes que desarrollaron las prácticas de laboratorio con sus respectivos estudiantes. Por último, se realizó la orientación a los alumnos de tecnología en obras civiles, ingeniera civil, ingeniera de minas, ingeniera ambiental e ingeniera agronómica, sobre los diferentes métodos de levantamiento topográfico.

PALABRAS CLAVES: Apoyo técnico, equipos de topografía, levantamiento topográfico, auxiliar técnico.

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 68 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 11 CD ROOM: 0

PASANTIA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE TOPOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

MIREYA RIVERA RIVERA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA DE OBRAS CIVILES

SAN JOSE DE CUCUTA

2022

PASANTIA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE TOPOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCODE PAULA SANTANDER

MIREYA RIVERA RIVERA

Proyecto presentado como requisito para optar al título de:

Tecnólogo en obras civiles.

Director:

GERSON LIMAS RAMIREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA DE OBRAS CIVILES

SAN JOSE DE CUCUTA

2022

Universidad Francisco de Paula Santander
Vigilada Mineducación

NIT 890680027 - 0

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO COMO MODALIDAD DE PASANTIA

TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

HORA: 9:00 A.M.

FECHA: 16 de diciembre 2022

LUGAR: FU 208 - UFPS

JURADOS: FRANCISCO ALEJANDRO GRANADOS RODRIGUEZ
EDWIN ALEXANDER ROJAS RAMIREZ

TITULO DEL PROYECTO: "PASANTÍA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE TOPOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER"

DIRECTOR: GERSON LIMAS RAMIREZ

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	NOTA
MIREYA RIVERA RIVERA	1921639	4.2 (aprobado)

FIRMA DE LOS JURADOS

CODIGO:00602
FRANCISCO ALEJANDRO GRANADOS RODRIGUEZ

CODIGO:05852
EDWIN ALEXANDER ROJAS RAMIREZ

VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADORA COMITÉ CURRICULAR

Tabla de contenido

Introducción 10

1. Problema 11

1.1 Titulo 11

1.2 Planteamiento del problema 11

1.3 Objetivos 11

1.3.1 Objetivo general 11

1.3.2 Objetivos específicos 12

1.4 Justificación 12

1.5 Alcances y limitaciones 13

1.5.1 Alcances. 13

1.5.2 Limitaciones 13

1.6 Delimitaciones 13

1.6.1 Delimitación espacial 13

1.6.2 Delimitación temporal 13

1.6.3 Delimitación conceptual 14

2. Marco referencial 15

2.1 Antecedentes 15

2.2 Marco Teórico 16

2.3 Marco conceptual 26

2.4 Marco contextual 29

2.5 Marco legal 30

3. Diseño metodológico 31

3.1 Tipo de investigación 31

3.2 Población y muestra 31

3.3 Instrumentos para la recolección de información 32

3.4 Presentación de resultados 32

4. Equipos utilizados durante las prácticas 33

5. Contenido del proyecto 39

5.1 Asesorías 39

5.1.1 Practica A: Armado, nivelación y encerado de teodolito mecánico y electrónico 39

5.1.2 Practica B: Aplicación del método cinta y jalón 43

5.1.3 Practica C: Aplicación del Nivel de Precisión, Nivelación Simple y Compuesta 44

5.1.4 Practica D: Método Radiación 47

5.1.5 Practica E: Método de poligonal abierta y cerrada 49

5.1.6 Practica F: Nivelación por método de radiación 53

5.1.7 Practica G: Nivelación por el Método de Cuadricula 55

6. Conclusiones 57

7. Recomendaciones 58

Bibliografía 59

Anexos 60

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Teodolito Mecánico (Topcon TL- 6). 33

Ilustración 2. Teodolito electrónico el Spectra Precisión DET-2. 33

Ilustración 3. Trípode. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS 34

Ilustración 4. Brújula. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS 35

Ilustración 5. Cinta métrica. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS 35

Ilustración 6. Estaca. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS 36

Ilustración 7. Jalón. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS 36

Ilustración 8. Mira. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS 37

Ilustración 9. Nivel de precisión. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS 37

Ilustración 10. Plomada metálica. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS 38

Ilustración 11. Porra. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS 38

Lista de cuadros

Cuadro 1. Practica A: Armado, nivelación y encerado de Teodolito mecánico y electrónico. 41

Cuadro 2. Practica B: Aplicación del Método Cinta y Jalón. 43

Cuadro 3. Practica C: Aplicación del Nivel de Precisión, Nivelación Simple y Compuesta. 46

Cuadro 4. Practica D: Método Radiación. 48

Cuadro 5. Practica E: Método de Poligonal Abierta y Cerrada. 51

Cuadro 6. Practica F: Nivelación por Método de Radiación. 54

Cuadro 7. Practica G: Nivelación por el método de cuadricula. 56

Lista de anexos

Anexo 1. Armado, nivelación y encerado de Teodolito mecánico y electrónico. 60

Anexo 2. Método de cinta y jalón. 61

Anexo 3. Aplicación Nivel de precisión, Nivelación Simple y Compuesta. 61

Anexo 4. Método de Radiación. 62

Anexo 5. Método de Poligonal Abierta y Cerrada. 62

Anexo 6. Nivelación por el Método de Radiación. 64

Anexo 7. Nivelación por el Método de Cuadricula. 64

Anexo 8. Evidencias prácticas en laboratorio de topografía. 66

Introducción

Al realizar el proyecto para la Pasantía como Auxiliar técnico Académico en el laboratorio de Topografía, cumpliendo actividades propuestas por la Universidad para el Laboratorio en el debido manejo y préstamo de equipos de topografía el cuidado por parte de los estudiantes, dar asesoría y apoyo técnico a maestros en la realización de las prácticas y asesorías programadas para los estudiantes y demás personal externo a la universidad que lo necesite.

Se tiene como objetivo dar cumplimiento al requisito formal de la etapa inicial del proceso para obtener el título de Tecnólogo en Obras Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander de la Ciudad de Cúcuta. La realización de estas prácticas topográficas es muy importante en nuestra carrera puesto que contribuyen a familiarizarnos con los instrumentos topográficos, formar nuevos conocimientos, resolver inquietudes con ayuda de los maestros, así mismo brindar la ayuda necesaria apoyándome en habilidades que puedo llegar a adquirir en competencias de labores específicas.

1. Problema

1.1 Titulo

PASANTIA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE TOPOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

1.2 Planteamiento del problema

La Universidad Francisco de Paula Santander, es un centro de formación integral de los profesionales capaces y comprometidos con el desarrollo de nuestra región, que exige un alto grado de calificación de su mano de obra, para liderar las obras sociales y de infraestructura, que tiendan a conseguir el progreso de la ciudad, región o país.

En razón a la demanda de trabajo que se presenta en el laboratorio de Topografía de la Universidad Francisco de Paula Santander, se ha solicitado la asignación de un estudiante de último semestre de Tecnología en Obras Civiles, para la ejecución de diferentes funciones administrativas, apoyo que brinda un beneficio a los estudiantes que hacen uso de él y por ende, con esta labor se logra un mejor avance del laboratorio, ratificando su buena imagen en representación de la Universidad Francisco de Paula Santander.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Realizar las labores correspondientes a la pasantía como auxiliar técnico académico y asistir a los proyectos que se desarrollen en el laboratorio de topografía de la universidad francisco de Paula Santander en la parte técnica y administrativa.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Establecer las actividades que vayan orientadas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el Laboratorio de Topografía.
- Proveer apoyo técnico a los docentes de las distintas áreas que adelantanPrácticas de Laboratorio.
- Brindar ayuda o asesoría a los estudiantes de Tecnología en Obras Civiles, Ingeniería de minas, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Agronómica e Ingeniería Civil, acerca de cualquier método de levantamientos topográficos.

1.4 Justificación

El Proyecto Educativo Institucional, considera como objetivo fundamental la labor académica, concebida como el desarrollo de la actividad práctica e investigativa de la Universidad Francisco de Paula Santander, la capacitación del hombre en su actitud responsable frente a los hechos y deberes sociales como integrante de la comunidad de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el alcance de la investigación y extensión a la comunidad.

La realización de las pasantías en el Laboratorio de Topografía de la Universidad Francisco de Paula Santander, contribuye a la labor académica de dicho claustro universitario y desenvolviendo de los profesionales que se encuentran en formación quienes brindan una solución más efectiva a los problemas presentados en la vida laboral.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances.

Este proyecto tiene como propósito satisfacer las necesidades que surgen en el Laboratorio de Topografía, en el transcurso del segundo semestre del año 2022 y dejar al servicio de la comunidad estudiantil los conocimientos adquiridos dentro de la institución, brindando la asistencia técnica para la realización de los diferentes proyectos, que tengan como fin aprender a planificar, controlar y ejecutar la realización de trabajos topográficos y a solucionar problemas de terreno.

1.5.2 Limitaciones.

Este proyecto estará sujeto directamente a la programación y el cronograma de trabajo específico elaborado por el Laboratorio de Topografía de la Universidad Francisco de Paula Santander y el director de pasantía para la ejecución de los diferentes proyectos.

1.6 Delimitaciones

1.6.1 Delimitación espacial.

El proyecto se desarrollará principalmente dentro de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el laboratorio de Topografía. Las funciones técnico-académico de esta pasantía, se realizarán en el Laboratorio de Topografía de la Universidad Francisco de Paula Santander, dónde se llevarán a cabo las labores descritas.

1.6.2 Delimitación temporal.

Esta pasantía se realizará durante el segundo semestre de año 2022.

1.6.3 Delimitación conceptual.

Se trabajará a partir de conceptos claves de la topografía como son:

- ✓ Altimetría.
- ✓ Planimetría.
- ✓ Jalones.
- ✓ Nivel de mano.
- ✓ Piquetes.
- ✓ Teodolito.
- ✓ Levantamientos

2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

Anaya Flórez, Astrid Keina. Pasantía como Auxiliar de Topografía en la empresa Caps Ingeniería, Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, 2021.
Este proyecto realizó una pasantía como auxiliar de topografía en la empresa CAPS Ingeniería. Para ello, se realizó una investigación tipo descriptiva. La información se obtuvo mediante trabajo de campo realizado en la misma empresa. La población y muestra está conformada por la ciudadanía en general y a las personas que requirieron los servicios durante el periodo de tiempo que se desarrolló el proyecto. Se logró aplicar en la práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera. Posteriormente, se desempeñaron las funciones asignadas por el director del proyecto. Finalmente, se adquirieron destrezas para el manejo de los equipos topográficos.

Sabogal Lemus Carlos Augusto. Medidas de calidad aplicadas a los levantamientos topográficos en Colombia, Medellín, 2016. Este trabajo documenta la investigación “Medidas de calidad aplicadas a los levantamientos topográficos en Colombia”; la propuesta metodológica de este documento, tiene como objetivo principal la realización de la evaluación de calidad de un conjunto de datos levantados en campo, para lo cual es necesario revisar los antecedentes de la topografía en Colombia, así como los diferentes sistemas de referencia que gobiernan la cartografía del país. Previo a realizar una evaluación de calidad, se establece el contexto en el que se podría aplicar a los levantamientos topográficos. Para ello, la estructura del documento permite que el lector aborde el estudio de los temas de forma ordenada; en primer lugar se explican los tipos de coordenadas, en los que frecuentemente se puede expresar la información de un levantamiento topográfico; seguidamente las diferentes metodologías de trabajo,

instrumentos asociados, así como los recursos necesarios; finalmente, el documento se centra en su objetivo principal, la propuesta metodológica de la evaluación de calidad aplicada a levantamientos topográficos, principalmente.

2.2 Marco Teórico

Levantamientos. Es el conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano. La mayor parte de los levantamientos, tienen por objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía. Esta disciplina se ha definido tradicionalmente como la ciencia. El arte y la tecnología de encontrar o determinar las posiciones relativas de puntos situados por encima de la superficie de la tierra, sobre dicha superficie y bajo de ella. Sin embargo, en un sentido más general. La topografía se puede considerar como disciplina que comprende todos los métodos para medir, procesar y difundir la información cerca de la tierra y nuestro medio ambiente.

Clases de levantamientos

Topográficos. Por abarcar superficies reducidas se realizan despreciando la curvatura de la tierra sin error apreciable.

Geodésicos. Son levantamientos en grandes extensiones y se considera la curvatura terrestre

Los levantamientos topográficos son los más comunes y los que más interesan, los geodésicos son de motivo especial al cual se dedica la Geodesia.

Tipos de levantamientos topográficos

De terrenos en general. Marcan linderos o los localizan, miden y dividen superficies, ubican terrenos en planos generales ligando con levantamientos anteriores, o proyectos obras y construcciones.

De vías de comunicación. Estudia y construye caminos, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, etc.

De minas. Fija y controla la posición de trabajos subterráneos y los relaciona con otros superficiales.

Levantamientos catastrales. Se hacen en ciudades, zonas urbanas y municipios, para fijare linderos o estudiar las obras urbanas.

Levantamientos aéreos. Se hacen por fotografía, generalmente desde aviones y se usan como auxiliares muy valiosos de todas las otras clases de levantamientos.

Precisión. Hay imperfecciones en los aparatos y en el manejo de los mismos, por tanto, ninguna medida es exacta en topografía y es por eso que la naturaleza y magnitud de los errores deben ser comprendidas para obtener buenos resultados. Las equivocaciones son producidas por falta de cuidado, distracción o falta de conocimiento. En la precisión de las medidas deben hacerse tan aproximadas como sea necesario.

Comprobaciones. Siempre se debe comprobar las medidas y los cálculos ejecutados, estos descubren errores y equivocaciones y determinan el grado de precisión obtenida.

Notas de Campo. Siempre deben tomarse en libretas especiales de registro, y con toda claridad para no tener que pasarlas posteriormente, es decir, se toman en limpio; deben incluirse la mayor cantidad de datos complementarios posibles para evitar malas interpretaciones ya que es muy común que los dibujos los hagan diferentes personas encargadas del trabajo de campo.

Empleo de la cinta en medidas de distancias

Terreno horizontal. Se va poniendo la cinta paralela al terreno, al aire, y se marcan los tramos clavando estacas o "fichas", o pintando cruces. Al medir con logómetro es preferible que

este no toque el terreno, pues los cambios de temperatura al arrastrarlo, o al contacto simple, influyen sensiblemente en las medidas.

Las cintas de acero con una tensión de aproximadamente 4Kg por cada 20m de longitud, dan la medida marcada, esta tensión se mide con Dinamómetro en medidas de precisión, y las cintas deben compararse con la medida patrón. Para trabajos ordinarios con cintas de 20 a 30 m, después de haber experimentado la fuerza necesaria para templar con 4 o 5Kg no es necesario el uso constante del Dinamómetro.

Terreno inclinado. En terrenos irregulares siempre se mide en tramos horizontales para evitar el exceso de datos de inclinaciones de la cinta en cada tramo.

Superficies. La superficie dentro del Perímetro levantado se obtiene sumando o restando a la del Polígono, la superficie bajo las curvas o puntos fuera del Polígono, la que a su vez se puede calcular: calculando por separado la superficie de cada trapecio o triángulo irregular que se forme, o tomando normales a intervalos iguales para formar trapecios y triángulos de alturas iguales.

Direcciones de las líneas y angula horizontales

La dirección de una línea se puede definir por el Rumbo o por su Azimut. Ambos pueden ser magnéticos o astronómicos. Los datos astronómicos se consideran invariables, y también se les llama verdaderos.

Rumbo. El rumbo de una línea es el ángulo horizontal agudo (<90°) que forma con un meridiano de referencia, generalmente se toma como tal una línea Norte- Sur que puede estar definida por el N geográfico o el N magnético (si no se dispone de información sobre ninguno de los dos se suele trabajar con un meridiano, o línea de Norte arbitraria).

Como se observa en la figura, los rumbos se miden desde el Norte (línea ON) o desde el Sur (línea OS), en el sentido de las manecillas del reloj si la línea a la que se le desea conocer el rumbo se encuentra sobre el cuadrante NOE o el SOW; o en el sentido contrario si corresponde al cuadrante NOW o al SOE. Como el ángulo que se mide en los rumbos es menor que 90° debe especificarse a qué cuadrante corresponde cada rumbo.

Rumbo inverso.

Es el que tiene en sentido opuesto, o sea el de BA.

AZIMUT. El azimut de una línea es el ángulo horizontal medido en el sentido de las manecillas del reloj a partir de un meridiano de referencia. Lo más usual es medir el azimut desde el Norte (sea verdadero, magnético o arbitrario), pero a veces se usa el Sur como referencia.

Los azimuts varían desde 0° hasta 360° y no se requiere indicar el cuadrante que ocupa la línea observada.

Declinación magnética.

En un punto de la Tierra es el ángulo comprendido entre el norte magnético local y el norte verdadero (o norte geográfico). En otras palabras, es la diferencia entre el norte geográfico y el indicado por una brújula (el denominado también norte magnético).

Por convención, a la declinación se le considera de valor positivo si el norte magnético se encuentra al este del norte verdadero, y negativa si se ubica al oeste.

Teodolito

El teodolito es un instrumento de medición mecánico-óptico universal que sirve para medir ángulos verticales y, sobre todo, horizontales, ámbito en el cual tiene una precisión elevada. Con otras herramientas auxiliares puede medir distancias y desniveles.

Indicaciones para centrar el teodolito

Colóquese el aparato cerca del puente, con las patas abiertas y la altura que acomode. Haciendo caso omiso del punto, muévanse las patas, que el plato quede aproximadamente nivelado. En terreno inclinado pueden alargarse o acotarse una o dos patas para lograr esto o levantar dos patas, para que, apoyado en una, pueda fácilmente colocar como convenga Levántese el aparato completo, sin cambiar la posición relativa de las patas y del plato.

- Colóquese nuevamente en el suelo, procurando ahora sí, que la plomada quede casi sobre el punto, más o menos a 2 o 3 cm. Después puede acercarse más aún la plomada, hasta 1 o 2 cm del punto, moviendo las patas o, alargándolas y acortándolas ligeramente según convenga.
- Si es necesario, pueden moverse una o más patas en arco de círculo para nivelar a ojo el plato, sin que este movimiento afecte prácticamente la posición de la plomada.
- Encájense con firmeza en el terreno, para asegurar la permanencia del aparato en su posición, pero cuidando que la plomada quede finalmente como estaba, a 1 o 2 cm del punto y, el plato casi a nivel.
- Ahora ya puede sentarse la punta de la plomada exactamente sobre el punto, aflojando dos tornillos niveladores adyacentes, para que la cabeza niveladora pueda desplazarse horizontalmente. Este movimiento horizontal tiene aproximadamente 2 cm de juego. Una vez centrado el aparato, se aprietan nuevamente los tornillos niveladores y se procede a nivelarlo cuidadosamente. Los niveles son de frasco tubular, generalmente. Su sensibilidad depende del radio de curvatura del frasco.

Tránsito

El "tránsito", es el aparato universal para la Topografía, debido a la gran variedad de usos que se le dan. Puede usarse para medir y trazar ángulos horizontales y direcciones, ángulos verticales, y diferencias en elevación; para la prolongación de líneas; y para determinación de distancias. Aunque debido a la variedad de fabricantes de tránsitos éstos difieren algo en cuanto a sus detalles de construcción, en lo que respecta a sus características esenciales son sumamente parecidos.

Un tránsito para ingenieros. Completo, que es el tipo más común. Consiste de un disco superior o disco de vernier, al cual está unido un armazón con dos patas en forma de “A” que soporta el anteojo; y de un disco inferior al cual esta fijo un círculo graduado o limbo horizontal. Los discos superior e inferior están sujetos a ejes interior y exterior, respectivamente, concéntricos, y los dos coincidiendo con el centro geométrico de circulo graduado.

El anteojo. El anteojo o telescopio puede girar totalmente en su eje, hasta quedar invertido. En el interior del tubo del anteojo, está el sistema óptico que le da el poder amplificador, el cual, según los diversos aparatos, varía entre 18 y 30 diámetros, generalmente. Como parte muy importante del anteojo está la retícula de hilos, que sirve para precisar la visual que se dirige y puede estar hecha con hilos pegados a un anillo metálico citado. Este anillo es de diámetro ligeramente menor que el del tubo, para permitir que se mueva dentro de él y se fija al tubo mediante 4 tornillos, generalmente; esto permite el poder acomodar la retícula en su posición correcta.

La retícula de los tránsitos consta de un hilo vertical y, el horizontal de en medio, son los hilos principales. La línea imaginaria, definida por el punto donde se cruzan los hilos principales y el centro del ocular, es la visual principal con que se trabaja y se le denomina línea de colimación.

Los otros dos hilos horizontales sirven para la determinación indirecta de distancias, lo cual se verá más adelante; se les llama "hilos de estadía".

Lo primero que debe hacerse al utilizar el anteojo, es enfocar con toda claridad los hilos de la retícula, moviendo el ocular, para acercarlo o alejarlo, ajustándolo a la agudeza visual del operador. Después, ya se pueden enfocar los objetos que se ven a las diversas distancias, mediante el tornillo de enfoque correspondiente, que queda encima o a un lado del anteojo.

También puede utilizarse en posición directa, es decir cuando queda apuntado viendo en la dirección de la marca del Norte de la caja de la brújula, en esta posición, el nivel del anteojo queda abajo en la mayoría de los aparatos y, también puede usarse en posición inversa, que es la contraria. El giro que se le da al anteojo para pasar de una posición a otra, es lo que se llama vuelta de campana.

La lectura de ángulos horizontales y verticales, sobre los círculos graduados, se hace con vernier, para aumentar la aproximación que tienen las graduaciones. Para los ángulos horizontales, los aparatos en su mayoría tienen dos vernieres, colocados a 180° uno del otro. En medidas que requieren buena precisión, deben aplicarse ciertos sistemas de medición de ángulos, para prevenir posibles errores de construcción de los aparatos, desajustes, defectos en las graduaciones y, excentricidades de los vernieres o de los ejes.

Características que deben cumplir un tránsito y ajustes que se le hacen los ajustes deben hacerse precisamente en orden para no interrumpir la secuencia del procedimiento.

- Las directrices de los niveles del limbo horizontal, deben ser perpendiculares al eje vertical o Acimutal. Se revisa y corrige cada nivel por el procedimiento de doble posición. Se nivela, se gira 180° y, si la burbuja se desplaza, lo que se separa del centro es el doble del error. Se

corrige moviendo la burbuja, la mitad con los tornillos niveladores. La operación se repite hasta lograr el ajuste, es decir, que no se salga la burbuja del centro, al girarlo 180°.

- Los hilos de la retícula deben ser perpendiculares a los ejes respectivos. Por construcción, los hilos deben ser perpendiculares entre sí, pero conviene rectificarlo cuando la retícula es de hilos (no es necesario esto, cuando son líneas grabadas en cristal).
- Se comprueba enfocando un punto fijo, coincidiendo en el extremo de uno de los hilos de la retícula: se aprietan los movimientos y se gira lentamente el aparato con uno de los tornillos de movimiento tangencial. El punto debe verse coincidiendo con el hilo, hasta el otro extremo.
- Si el punto se separa del hilo, deberá enderezarse la retícula, aflojando los tornillos que se sujetan al tubo, moviéndola y apretándolos nuevamente. Puede hacerse esto con uno o con los hilos, vertical y horizontal.
- No debe existir error de paralaje en el anteojo, lo cual se descubre observando si un objeto enfocado, cambia de posición con respecto a la retícula, al moverse el observador en el campo del ocular. Se corrige ajustando el enfoque de la retícula y del objetivo, que es lo que produce el efecto óptico. Esto no es realmente desajuste del aparato.
- La línea de colimación debe ser perpendicular al eje horizontal o de altura.

Levantamientos especializados

Son los levantamientos cuyo objetivo tienen que ver con la Topografía y la Cartografía, las cuales describen las áreas importantes, para luego clasificarlas.

1. Levantamiento de control. Líneas de señalamientos horizontales y verticales que sirven como marco de referencia para otros levantamientos.

2. Levantamiento topográfico. Determina la ubicación de características o accidentes naturales y artificiales, así como las elevaciones usadas en la elaboración de mapas.
3. Levantamiento catastral de terreno.

a. Lindero: normalmente se trata de levantamientos cerrados, ejecutados con el objeto de fijar límites de propiedad y vértices. El término catastral se aplica generalmente a levantamientos de terrenos estatales. Existen dos categorías importantes: levantamientos originales, los cuales determinan nuevos vértices de secones en áreas no levantadas, como las que existen en Alaska y en varios estados del occidente de Estados Unidos; levantamiento de retraso, utilizados cuando se desea recuperar líneas limítrofes que ya se había fijado anteriormente.
b. Levantamiento hidrográfico: define de línea de playa y las profundidades de lagos, corrientes, océanos, represas y otros cuerpos de agua. Los levantamientos marinos están asociados con industrias portuarias y de fuera de la costa, así como con el ambiente marino, incluyendo investigaciones y mediciones marinas, hechas por personal de navegación.
c. Levantamientos de rutas: se efectúa para planear, diseñar y construir carreteras, ferrocarriles, líneas de tuberías y otros proyectos lineales. Estos normalmente comienzan en un punto de control y pasan progresivamente a otro de la manera más directa posible, permitida por las condiciones del terreno.
d. Levantamientos de construcción: determinan la línea, la pendiente, las elevaciones de control y las posiciones horizontales, las dimensiones y las Configuraciones de construcción. También proporcionan datos elementales para calcular los pagos del contratista.

e. Levantamiento solar: determina los límites de las propiedades, los derechos de acceso solar y, la ubicación de obstrucciones y colectores de acuerdo con los ángulos solares; además, cumple con otros requisitos de comités zonales y de compañías de seguros.
f. Levantamiento industrial: también llamado de alineamiento óptico, son procedimientos para realizar mediciones extremadamente precisas, en proceso de mano facturas donde se requieren pequeñas tolerancias.
g. Levantamiento terrestre, aéreo y por satélite: es la más amplia clasificación usada en algunas ocasiones. Los levantamientos terrestres utilizan medidas realizadas con equipo terrestre, como cinta de medición, instrumentos electrónicos para la medición de distancias (IEMD), niveles y teodolitos e instrumentos de medición total. Los levantamientos aéreos pueden lograrse, ya sea utilizando la Fotogrametría o a través de detección remota. La Fotogrametría usa cámaras que se montan en aviones, en tanto que el sistema de detección remota emplea cámaras y otros tipos de censores, que puedan trasportarse tanto en avión como en satélites. Los levantamientos más aéreos se han usado en todos los tipos de Topografía especializada nombrados, a excepción del sistema de alineación óptica y, en esta área se usan con frecuencia fotografías terrestres (con base en el terreno). Los levantamientos por satélite incluyen la determinación de sitios en el terreno usando receptores GPS o, de imágenes por satélites, para el mapeo y observación de grandes regiones de la superficie de la tierra.

Teoría de la medición. La medición de distancias de un punto a otro, es una parte fundamental de un levantamiento. Con el moderno equipo hoy existente, se puede leer en la pantalla de un instrumento electrónico para medir distancias (EDM) y ver correctamente la distancia exacta, pero en vista de que estos aparatos son muy costosos y no siempre se dispone

de ellos, se estudiaría el método de distancias, utilizando una cinta convencional de acero y, clavos.

El equipo para medición de distancias que se utiliza hoy en día comprende, cintas de acero, instrumentos de microondas e instrumentos electroópticos, que se utilizan en el sistema de medición a base de ondas de luz; también tablas taquimétricas, así como instrumentos calibrados con el método de estadía.

El proceso de efectuar mediciones, así como de realizar los cálculos subsecuentes, son tareas fundamentales de los topógrafos. El proceso necesita una combinación de habilidad humana y equipo adecuado, aplicados ambos con buen juicio. Sin embargo, no importa con cuánto cuidado se hagan, las mediciones nunca son exactas y siempre tendrán errores.

Los topógrafos también deben ser capaces de evaluar las magnitudes de los errores en sus mediciones, de modo que pueda considerarlos en sus cálculos o bien, en caso de ser necesario, efectuar nuevas mediciones. Se utiliza actualmente el diseño de programas para mediciones, comparable a los demás diseños usados en ingeniería.

2.3 Marco conceptual.

Topografía. La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de tarado para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana (geométricamente). El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntosy posteriormente su representación en un plano es lo que se llama comúnmente “levantamiento”.

Altimetría. La altimetría es la parte de la topografía que engloba todas las operaciones encaminadas a determinar las posiciones de los puntos en la direcciónvertical, respecto a un plano de comparación, es decir a la coordenada Z que no seutiliza en planimetría.Tiene en cuenta las diferencias de nivel existente entre los distintos puntos de terreno para la elaboración de un plano topográfico propiamente dicho, es necesarioconocer estas dos partes de la topografía y así puede determinar la posición de la elevación de cada punto.

Distanciamiento. Hace medición electrónica de distancias, las cuales se determinancon base al tiempo que se requiere la energía radiante electromagnéticamente paraviajar de un extremo a otro. De una línea y regresar al primero. Este aparato permitehacer dimensiones para la planimetría y altimetría.

Escuadra de agrimensor. Consta de un cilindro de bronce de unos 7cm de alto por7 cm de diámetro, con ranuras a 90º y 45º para el trazado de alineamientos con ángulos de 90º y 45º entre sí. El cilindro se apoya sobre un bastón de madera que termina en forma de punta.

Estación total. Se denomina estación total a un aparato electro-óptico utilizado entopografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste enla incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Geodesia. Trata del levantamiento y de la representación de la forma y de la superficie de la tierra, global y parcial, con sus formas naturales y parciales.

GPS. (Global Positioning System - Sistema de Posicionamiento Global). En síntesis,podemos definir el GPS como un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) que nos permite fijar a escala mundial la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave. La precisión del

GPS puede llegar a determinar los puntos de posición con errores mínimos de cms (GPS diferencia), aunque en lapráctica hablemos de metros.

Jalones. Son tubos de metal y tiene una punta de acero que se clava en el terrenopara determinar puntos fijos. Algunos se encuentran pintados (los de acero) o conformados (los de fibra de vidrio) con franjas alternadas generalmente de color rojo y blanco de 25 cm de longitud para que el observador pueda tener mayor Visibilidad del objetivo. Los colores obedecen a una mejor visualización en el terrenoy el ancho de las franjas se usaba para medir en forma aproximada mediante estadimétrica. Los jalones se utilizan para marcar puntos fijos en el levantamiento deplanos topográficos para trazar alineaciones, para determinar las bases y para marcar puntos particulares sobre el terreno. Normalmente, son un medio auxiliar alteodolito, la brújula, el sextante u otros instrumentos de medición electrónicos comola estación total.

Nivel de mano (nivel Locke). Es un pequeño nivel teórico, sujeto a un ocular de unos12 cm de longitud, a través del cual se pueden observar simultáneamente el reflejode la imagen de la burbuja del nivel y la señal que se esté colimando.

Nivel Abney. Consta de un nivel teórico de doble curvatura sujeto a un nonio, el cualpuede girar alrededor del centro de un semicírculo graduado [C] fijo al ocular. Al igual que el nivel Locke, la imagen de la burbuja del nivel teórico se refleja medianteun prisma sobre el campo visual del ocular. Con el nivel Abney se pueden determinar desniveles, horizontalizar la cinta, medir ángulos verticales y pendientes,calcular alturas y lanzar visuales con una pendiente dada.

Piquetes. Son generalmente de unos 25 a 35 cm de longitud, están hechos de varillade acero y provisto en un extremo de punta y en el otro de una argolla que les sirvede cabeza.

Planimetría. Es aquella rama de la Topografía que se ocupa de la representación de la superficie sobre un plano. Así es que la misma centra su estudio en el conjuntode métodos y procedimientos que tenderán a conseguir la representación a escalade todos aquellos detalles interesantes del terreno en cuestión sobre una superficieplana, exceptuando su relieve y representándose en una proyección horizontal.

Planímetro. El planímetro es un aparato de medición para el cálculo de áreas irregulares. Este método se obtiene en la teoría integrales de línea o de recorrido

Taquimetría. Es un método de medición rápida de no mucha precisión. Se utiliza para el levantamiento de detalles donde es difícil el manejo de cinta métrica.

Teodolito. El teodolito es un instrumento utilizado en la mayoría de las operacionesque se realizan en los trabajos topográficos. Directa o indirectamente, con el teodolito se pueden medir ángulos horizontales, ángulos verticales, distancias y desniveles. Los teodolitos difieren entre sí en cuanto a los sistemas y métodos de lectura. Existen teodolitos con sistemas de lectura sobre vernier y nonios de visual directa, microscopios lectores de escala, micrómetros ópticos, sistemas de lectura de coincidencia.

2.4 Marco contextual.

La pasantía se realizará en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el Laboratorio de Topografía, ubicado en la parte posterior del edificio de Aulas Generales.

Se les brinda asistencia técnica a los estudiantes de Ingeniería Civil, Tecnología de Obras Civiles, Ingeniería de Minas, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Mecánica, lo cual son aproximadamente quinientos alumnos por semana quienes hacen uso del laboratorio semanalmente en el transcurso de su carrera.

2.5 Marco legal.

El Consejo Superior Universitario de la U.F.P.S, estableció el Estatuto estudiantil eldía 26 de agosto de 1996, mediante el acuerdo N.º 065, donde el artículo 140, define las diferentes opciones que tiene el estudiante para realizar su trabajo de grado, que contempla posibles proyectos, como los trabajos de investigación y sistematizaron del conocimiento o proyectos de extensión como las pasantías, trabajo dirigidos y reglamentado por el acuerdo 069 del 5 de septiembre de 1997, Inciso F de este acuerdo.

Inciso F: Pasantía: rotación o permanencia del estudiante en una comunidad o institución, en la cual, bajo la dirección de un profesional experto en el área de trabajo, realiza actividades propias de la profesión, adquiriendo destreza y aprendizaje que complementan su formación.

3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación.

En el proyecto a desarrollar, se aplicará una investigación descriptiva, ya que se basa principalmente en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos. Se utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes.

El trabajo se desarrollará dentro de un contexto descriptivo, recolectando y analizando la información para su posterior tratamiento y aplicación.

3.2 Población y muestra.

El laboratorio de Topografía es utilizado por aproximadamente quinientos (500) estudiantes de Ingeniería Civil, Tecnología de Obras Civiles, Ingeniería de Minas, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Ambiental, quienes utilizan los equipos para sus respectivas prácticas de Topografía y levantamientos de lotes realizados en los predios de la Universidad Francisco de Paula Santander y, por fuera de la universidad, para los trabajos comunitarios.

Para llevar a cabo las asesorías técnicas en las prácticas, se realizarán grupos en promedio de 20 estudiantes por materia de las 11 materias que están correlacionadas con la topografía cada quince días intercaladamente para poder hacer el uso respectivo de las herramientas y equipos necesarios para dichas prácticas. Además, en cada clase, desde que el docente encargado de la materia losolicite o el alumno necesite comprender un tema, se asesora personalmente, tantoen horas de clase como en horario de atención del laboratorio.

3.3 Instrumentos para la recolección de información.

Para la recopilación de información, se utilizarán formatos de captura de los diferentes datos obtenidos, ya sea en el terreno objeto de estudio o, en el Laboratorio de Topografía.

Información Primaria. Es la investigación obtenida directamente del Laboratorio, además de la información referente a la base de datos que posee esta entidad, la cual, sirve de base para recolectar lo faltante.

Información Secundaria. Es toda aquella información suministrada por el jefe del Laboratorio Edwin Alexander Rojas Ramírez y el director del proyecto el ingeniero civil Gerson Limas Ramírez; así como de las asesorías, bibliografía especializada y normas.

3.4 Presentación de resultados.

La presentación del análisis y resultado se hará en formatos de laboratorios y fotografías.

4. Equipos utilizados durante las prácticas

Ilustración 1. Teodolito Mecánico (Topcon TL- 6). Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Es un instrumento taquimétrico de medición mecánico-óptico que se utiliza para obtener ángulos verticales y en el mayor de los casos, horizontales, ámbito en el cual tiene una precisión elevada, equipo usado en la topografía.

Ilustración 2. Teodolito electrónico el Spectra Precisión DET-2. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Es un teodolito diseñadopara proporcionar mediciones angulares precisas en aplicaciones de construcción generales. El instrumento y los accesorios económicos, versátilesy fáciles de utilizar aumentarán su productividad al calcular ángulos y establecer elevaciones y líneas.

El DET-2 incorpora una pantalla grande de cristal líquido en los dos lados del instrumento con caracteres grandes de fácil lectura.

Ilustración 3. Trípode. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Instrumento gradual que brinda soporte al teodolito, se usa para evitar el movimiento propio del objeto. La palabra se deriva de tripous palabra griega que significa tres pies y su parte superior es plana circular o triangular.

Ilustración 4. Brújula. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Es un instrumento que sirve de orientación y que tiene su fundamento en la propiedad de las agujas magnetizadas. Por medio de una aguja imantada señala el Norte magnético, que es diferente para cada zona del planeta, y distinto del Norte geográfico.

Ilustración 5. Cinta métrica. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

También llamada cinta métrica, flexómetro o metro, la cinta topográfica es un instrumento de medición, es decir es un aparato que se usa para medir una magnitud física. En el caso de la cinta métrica se utiliza para medir longitudes.

Consiste en una cinta flexible graduada y que se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. También con ella se pueden medir líneas y superficies curvas.

Ilustración 6. Estaca. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Señales semipermanentes, se usan estacas de madera o metálicas, de 20 o 30 cm de longitud, que se clavan en el suelo a golpe de mazo, o bien se pintasobre losas o rocas cuando el terreno lo permite.

Ilustración 7. Jalón. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Los jalones son tubos de madera o aluminio, con un diámetro de 2.5 cm y unalongitud que varía de 2 a 3 m. Los jalones vienen pintados con franjas alternadas rojas y blancas de unos 30 cm y en su parte final poseen una puntade acero, el jalón se usa como instrumento auxiliar en la medida de distancias,localizando puntos y trazando alineaciones.

Ilustración 8. Mira. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Una estadía o mira estadimétrica, es una regla graduada que permite medianteun nivel topográfico, medir desniveles, es decir, diferencias de alturas. Son reglas graduadas en metros y decímetros, generalmente fabricadas de maderao fibra de vidrio.

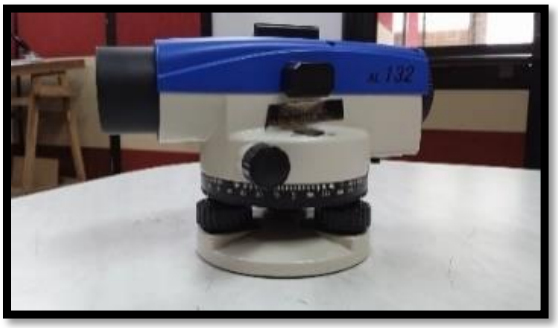


Ilustración 9. Nivel de precisión. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Es un instrumento que tiene como finalidad la medición de desniveles entre puntos que se hallan a distintas alturas o el traslado de cotas de un punto conocido a otro desconocido.

Ilustración 10. Plomada metálica. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Instrumento con la forma de cono, construido generalmente en bronce. Con unpeso que varía entre 225 y 500grs, que al dejarse colgar libremente de la cuerda sigue la dirección de la vertical del lugar, por lo que con su auxilio podemos proyectar el punto de terreno sobre la cinta métrica.

Ilustración 11. Porra. Fuente: Laboratorio de Topografía UFPS

Herramienta menor utilizada para clavar estacas en el terreno, golpear cualquier objeto que se desee en el terreno.

5. Contenido del proyecto

5.1 Asesorías.

5.1.1 Practica A: Armado, nivelación y encerado de teodolito mecánico y electrónico.

FECHA	PRACTICA	PROFESOR	CARRERA	REGISTRO FOTOGRAFICO	LUGAR
26 / agosto /2022	Amado de Teodolito Mecánico	Luis Francisco Suarez	Ingeniería Ambiental	**26 / agosto /2022**	Frente del Laboratorio de topografía
2 /septiembre/ 2022	Amado de Teodolito Mecánico	Gerson Limas Ramírez	Obras Civiles	**2 /septiembre/ 2022**	Frente del Laboratorio de topografía
14 /septiembre/ 2022	Amado de Teodolito Mecánico	Gerson Limas Ramírez	Construcciones Civiles	**14/septiembre/2022**	Frente del Laboratorio de topografía

16/septiembre/2022	Amado de Teodolito Mecánico	Carlos Rolando Duarte	Ingeniería de Minas	**16/septiembre/2022**	Frente de Unidad de almacén e Inventario
19/septiembre/ 2022	Amado de Teodolito Mecánico	Sandra Yaneth Gómez Maldonado	Ingeniería Civil	**19/septiembre/2022**	Frente del Laboratorio de topografía
27/septiembre/ 2022	Amado de Teodolito Mecánico	Edwin Alexander Rojas	Ingeniería Agronómica	**27/septiembre/ 2022**	Frente al Laboratorio Empresarial
30/septiembre/ 2022	Amado de Teodolito Mecánico	Gerson Limas Ramírez	Ingeniería Ambiental		Frente al Laboratorio Empresarial

				30/septiembre/ 2022	
12/octubre/2022	Amado de Teodolito Mecánico	Gerson Limas Ramírez	Construcciones Civiles	**12/octubre/2022**	Frente del Laboratorio de topografía
14/octubre/2022	Amado de Teodolito Mecánico	Jairo Hernández	Ingeniería Civil	**14/octubre/2022**	Frente del Laboratorio de topografía

Cuadro 1. Practica A: Armado, nivelación y encerado de Teodolito mecánico y electrónico. Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento:

1. Se ubica un punto de referencia sobre el cual se va a nivelar el Teodolito.
2. Se entierra una estaca en el punto de referencia
3. Se saca el trípode a la altura del pecho o del mentón, según sea de la persona que vaya a tomar los datos del levantamiento, se abren las patas del trípode procurando dejar la base lo más horizontal posible

4. Luego se monta el teodolito sobre la base y se asegura con el tornillo de ajusteque se encuentra en el centro de la base
5. Por consiguiente, se entierra una de las tres patas del trípode para asegurar el equipo
6. Utilizando el visor de plomada óptica, se mueve el equipo sujetando las dos patas faltantes dejando este lo más centrado posible, luego se entierran estas para que el equipo quede más seguro
7. Para nivelar el equipo, se utiliza el nivel que se encuentra en el plato más conocido como ojo de pollo, subiendo o bajando las patas del trípode según memarque el nivel
8. Luego se utiliza el nivel tubular o nivel de precisión, que se encuentra en la sección horizontal del teodolito, el cual se va ajustando con tres tornillos niveladores que están en la base del equipo.
9. Primero se gira el equipo de tal modo que el nivel quede de manera paralela a dos de estos tornillos los cuales se van moviendo ambos hacia adentro del equipo o hacia afuera, luego se gira en un ángulo de 90° ya sea a la derecha o izquierda, y se mueve solamente el tornillo faltante.
10. Para una mayor precisión se gira en cualquier dirección para rectificar la nivelación
11. Para encerar el equipo se va a utilizar le microscopio de lectura del teodolito, donde se pueden ver los ángulos horizontales y verticales junto con los minutosy segundos.
12. Con un tornillo llamado minutero, se enceran los minutos y segundos, luego moviendo el trasportador del equipo más conocido como plato,se lleva nuestro ángulo horizontal a cero y se asegura con el seguro de ángulos.
13. Se ubica el norte del levantamiento, ya sea norte magnético o norte arbitrario, aseguramos el plato dejando el equipo completamente fijo.

14. Luego se suelta el seguro de los grados y se procede a tomar los datos del levantamiento.

5.1.2 Practica B: aplicación del método cinta y jalón.

FECHA	PRACTICA	PROFESOR	CARRERA	REGISTRO FOTOGRAFICO	LUGAR
21/septiembre/2022	Cinta y Jalón	Víctor Orlando Mutis	Obras Civiles	**21/septiembre/2022**	Frente División de Sistemas
24/septiembre/2022	Cinta y Jalón	Víctor Orlando Mutis	Construcciones Civiles	**24/septiembre/2022**	Frente División de Sistemas

Cuadro 2. Practica B: Aplicación del Método Cinta y Jalón. Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento:

1. Se realiza el levantamiento de la poligonal abierta.

2. Se ubica el nivel debidamente nivelado en un lugar que me permita visualizartodos los puntos de la poligonal.

3. Ubico mi BM o punto de referencia y tomo la primera lectura.

4. Luego empiezo a tomar altura en los demás vértices de la poligonal.

5.1.3 Practica C: Aplicación del Nivel de Precisión, Nivelación Simple y Compuesta.

FECHA	PRACTICA	PROFESOR	CARRERA	REGISTRO FOTOGRAFICO	LUGAR
31/Agosto/2022	Armado Nivel de Precisión	Luis Francisco Suarez	Obras Civiles	**31/Agosto/2022**	Diagonal a Diseño Mecánico
2/septiembre/2022	Armado Nivel de Precisión	Luis Francisco Suarez	Obras Civiles	**2/septiembre/2022**	Diagonal a Diseño Mecánico

17/septiembre/2022	Nivelación Simple	Francisco Alejandro Granados	Obras Civiles	**17/septiembre/2022**	Frente División de Sistemas
19/septiembre/2022	Nivelación Simple	Edwin Alexander Rojas	Ingeniería Agronómica	**19/septiembre/2022**	Frente División de Sistemas
19/septiembre/2022	Nivelación Compuesta	Edwin Alexander Rojas	Ingeniería Agronómica	**19/septiembre/2022**	Frente División de Sistemas

8/octubre/2022	Nivelación Compuesta	Francisco Alejandro Granados	Construcciones Civiles	**8/octubre/2022**	Diagonal a Diseño Mecánico
1/Noviembre/2022	Nivelación Simple	Miguel Ángel Barrera	Ingeniería Civil	**1/Noviembre/2022**	Frente División de Sistemas

Cuadro 3. Practica C: Aplicación del Nivel de Precisión, Nivelación Simple y Compuesta. Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento:

1. Se realiza el levantamiento de la nivelación simple y compuesta
2. Se ubica el nivel debidamente nivelado en un lugar que me permita visualizartodos los puntos de la poligonal, de no ser así procedemos a mover nuestro nivel a donde se puedan visualizar los demos puntos para poder hacer las respetivas lecturas.
3. Ubico mi BM o punto de referencia y tomo la primera lectura.

4. Luego empiezo a tomar altura en los demás vértices de la poligonal.

5. Una vez no sea posible visualizar los demás puntos de nuestro levantamiento movemos nuestro equipo, hacia otro lado del terreno teniendo en cuenta que nuestra última lectura va hacer ahora nuestra vista atrás y procedemos a tomar las respectivas lecturas de los demás puntos.

5.1.4 Practica D: Método Radiación

FECHA	PRACTICA	PROFESOR	CARRERA	REGISTRO FOTOGRAFICO	LUGAR
27/septiembre/2022	Método de Radiación	Sandra Yaneth Gómez Maldonado	Ingeniería Civil	**27/septiembre/2022**	Diagonal al Laboratorio de Formación de Cerámica
7/octubre/2022	Método de Radiación	Miguel Ángel Barrera	Ingeniería Civil	**7/octubre/2022**	Frente al Laboratorio Empresarial

10/octubre/2022	Método de Radiación	Edwin Alexander Rojas	Ingeniería Agronómica	**10/octubre/2022**	Cancha de Futbol

Cuadro 4. Practica D: Método Radiación. Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento:

1. Se ubica el Delta (Δ) o punto cero (0) con la Plomada Óptica.
2. Se coloca una estaca a respectivas distancias del Delta (Δ) formando cualquier Poligonal.
3. Se mide desde el Delta (Δ) hasta los de más vértices (estacas) con la cinta métrica.
4. Se arma el teodolito y se nivela el teodolito con respecto al Delta (Δ).
5. Ubico mi Norte arbitraria, encerando el Teodolito y colocando sus respectivos seguros.
6. Suelto el seguro de los grados y giro hacia el primer vértice y tomo la lectura del ángulo.
7. Así sucesivamente con los demás vértices.

5.1.5 Practica E: método de poligonal abierta y cerrada.

FECHA	PRACTICA	PROFESOR	CARRERA	REGISTRO FOTOGRAFICO	LUGAR
13/septiembre/2022	Poligonal Cerrada	Miguel Ángel Barrera	Ingeniería Civil	**13/septiembre/2022**	Cancha de Futbol
21/octubre/2022	Poligonal Abierta	Francisco Javier Suarez	Obras Civiles	**21/octubre/2022**	Cancha de Futbol

25/octubre/2022	Poligonal Cerrada	Sandra Yaneth Maldonado Gómez	Ingeniería Civil	**25/octubre/2022**	Cancha de Futbol
2/noviembre/2022	Poligonal Cerrada	Gerson Limas Ramírez	Obras Civiles	**2/noviembre/2022**	Cancha de Futbol
3/noviembre/2022	Poligonal Cerrada	Sandra Yaneth Maldonado Gómez	Ingeniería Civil	**3/noviembre/2022**	Cancha de Futbol

5/diciembre/2022	Poligonal Cerrada	Edwin Alexander Rojas	Ingeniería Agronómica	**5/diciembre/2022**	Desde el Laboratorio de topografía hacia Aulas Sur
5/diciembre/2022	Poligonal Abierta	Edwin Alexander Rojas	Ingeniería Agronómica	**5/diciembre/2022**	Aulas Sur

Cuadro 5. Practica E: Método de Poligonal Abierta y Cerrada. Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento (Poligonal cerrada)

1. En primer lugar, marcamos los puntos en nuestro terreno donde se realizará el levantamiento de la poligonal cerrada y en el cual ubicaremos nuestro teodolito.
2. Se procede a armar y nivelar el teodolito, una vez instalado comenzamos a hacer nuestra poligonal cerrada, que consiste en la medición de los Ángulos horizontales de los vértices que cierran la poligonal.

3. Con la ayuda de la brújula ubicamos nuestro norte magnético y procedemos a ubicar nuestro teodolito en el 1 punto, donde se colocan los Ángulos en 0° 0´0” con respecto a nuestro Norte y procedemos a tomar nuestro ángulo hacia el punto 2 que será nuestro Azimut.
4. Se centra y nivela el equipo en el punto 2 en el cual se encera el equipo y el ángulo en 0° 0’ 0” y se volvió a ver al punto 1 y se procede a observar al punto 3 y leer nuestro Angulo observado.
5. En el punto 3 se centra y nivela el equipo y se encera el ángulo 0° 0´ 0” y se volvió a ver al punto 2, se procede a observar el punto 4 y leer nuestro Ángulo observado.
6. Se vuelve a ubicar nuestro teodolito en el punto 1 se centra y se nivela el equipo y se enceran el ángulo en 0° 0’ 0” con respecto al punto 4, y se procede a observar el punto 2 y leer nuestro Ángulo observado y así cerramos nuestra poligonal.
7. Se toman las respectivas distancias de los lados de la poligonal cerrada.

Procedimiento (poligonal abierta)

1. Se establecieron un punto inicial y final, como también se estableció una norte magnética que se estipulo con la ayuda de la brújula para comenzar la medición.
2. Se procede a armar y nivelar el teodolito y encerar el ángulo en 0° 0´ 0” y se empieza a mover el teodolito en el sentido de las manecillas del reloj se tomaron los datos en el punto 1 viendo al punto 2 obteniendo nuestro Azimut.
3. Se centra y nivela el equipo en el punto 2 en el cual se buscó el ángulo en 0° 0’ 0” y se volvió a ver al punto 1 y se procede a observar al punto 3 y leer nuestro Angulo observado.
4. En el punto 3 se centra y nivela el equipo y se haya el ángulo en 0° 0´ 0” y se volvió a ver

al punto 2, se procede a observar el punto 4 y leer nuestro Angulo observado.

5. Se toma las respectivas distancias de los lados de la poligonal abierta.

6. Se repite el mismo procedimiento hasta medir el último punto de nuestra poligonal.

5.1.6 Practica F: nivelación por método de radiación.

FECHA	PRACTICA	PROFESOR	CARRERA	REGISTRO FOTOGRAFICO	LUGAR
26/septiembre/2022	Nivelación por Radiación	Edwin Alexander Rojas	Ingeniería Agronómica	**26/septiembre/2022**	Cancha de Futbol
29/octubre/2022	Nivelación por Radiación	Francisco Alejandro Granados	Construcciones Civiles	**29/octubre/2022**	Diagonal a Diseño Mecánico

3/noviembre/2022	Nivelación por Radiación	Francisco Alejandro Granados	Obras Civiles	**3/noviembre/2022**	Diagonal a Diseño Mecánico

Cuadro 6. Practica F: Nivelación por Método de Radiación. Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento:

1. Se llega al lugar y se realiza un reconocimiento del terreno en el cual se va a realizar la práctica.
2. El punto inicial va hacer una estaca, a partir de ahí se medirán las distancias de los radios.
3. Una vez se tengan los radios se usa la cinta métrica para abscisar desde el punto inicial hasta el final del tramo elegido, las distancias se pueden elegir ya sea a 5 metros o como el docente lo requiera y se clava una estaca cada vez que se tome la distancia.
4. Cuando se halla marcado todos los puntos de los radios, se arma el nivel de precisión en un lugar donde se puedan observar todos y se elige el norte ya sea arbitrariamente o magnéticamente y se elige una cota.
5. Ahora un estudiante separa sobre cada estaca con la mira y otro va realizando la lectura con el nivel para obtener las vistas intermedias e ir llenando su cartera de campo.

5.1.7 Practica G: Nivelación por el Método de Cuadricula

FECHA	PRACTICA	PROFESOR	CARRERA	REGISTRO FOTOGRAFICO	LUGAR
17/noviembre/2022	Nivelación por Cuadricula	Francisco Alejandro Granados	Obras Civiles	**17/noviembre/2022**	Diagonal a Diseño Mecánico
2/diciembre/2022	Nivelación por Cuadricula	Francisco Javier Suarez	Obras Civiles	**2/diciembre/2022**	Cancha de Futbol
6/diciembre/2022	Nivelación por Cuadricula	Sandra Yaneth Maldonado Gómez	Ingeniería Civil	**6/diciembre/2022**	Cancha de Futbol

Cuadro 7. Practica G: Nivelación por el método de cuadricula. Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento:

1. Se procede a observar nuestro respetivo terreno al cual se le realizara el levantamiento topográfico.
2. Para realizar las respectivas mediciones correspondientes se ubicaron estacas en los extremos de la cuadricula de 20 x 20 metros, distanciadas las estacas cada 5 metros a cada lado, con la ayuda de la porra.
3. Se necesito para este levantamiento un total de 25 estacas alineadas con la ayuda de la cinta métrica.
4. Posteriormente formada nuestra cuadricula procedemos a ubicar punto BM
5. Procedemos hacer la instalación de nuestro nivel topográfico, nos aseguramos que quede bien nivelado, teniendo en cuenta que se puedan hacer las respectivas lecturas, de no ser así procederíamos hacer nuestro primer punto de cambio para poder leer los demás puntos.
6. Comenzamos el trabajo topográfico y la toma de las lecturas del nivel con respeto a la mira y nuestro primer punto el BM.

6. Conclusiones

1. Se logro aplicar en campo diverso métodos explicados en clase por los docentes al mismo tiempo se evidencio la realización de carteras de campo y oficina para el registro de la información tomada.

2. Se asistió a los docentes para que los estudiantes proporcionaran un buen manejo de los equipos, de la misma forma se dio orientación en el procedimiento de los levantamientos topográficos.

3. Se brindo asesoría a los estudiantes de diferentes planes de estudio, de la misma forma comprendieron el manejo de los equipos y su aplicación en el terreno

7. Recomendaciones

A la institución

- Realizar una programación de mantenimiento selectivo y calibración de los equipos del Laboratorio de Topografía con el fin de dar validez a los datos tomados en campo y confianza al docente y a los estudiantes.

- A futuro invertir en más equipos para el laboratorio de Topografía, con el fin de que los grupos que vienen a realizar prácticas cada uno de los estudiantes tenga la oportunidad de participar y aprender en el manejo de los equipos.

Bibliografía

CAMPUZANO, Ruth Angélica, NAVARRO, Edgardo y OSORIO, Nancy. Caracterización del suelo, levantamiento topográfico, trazado y composición de lascapas de pavimento de la AV. Antonio Valera Mora del municipio de Durania.

CASANOVA MATERA, Leonardo. La primera reimpresión de Topografía Plana, conun tiraje de 500 ejemplares, 2009 impresión. En los talleres gráficos universitarios, ULA. Av. Andrés Bello, antiguo Central Azucarero, La parroquia. Mérida Venezuela.

Diseño geométrico de carreteras JAMES CARDENAS GRISALES

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Tesis y otros trabajos de grado. Bogotá: ICONTEC, 2002. 132 p. (NTC. 1486).

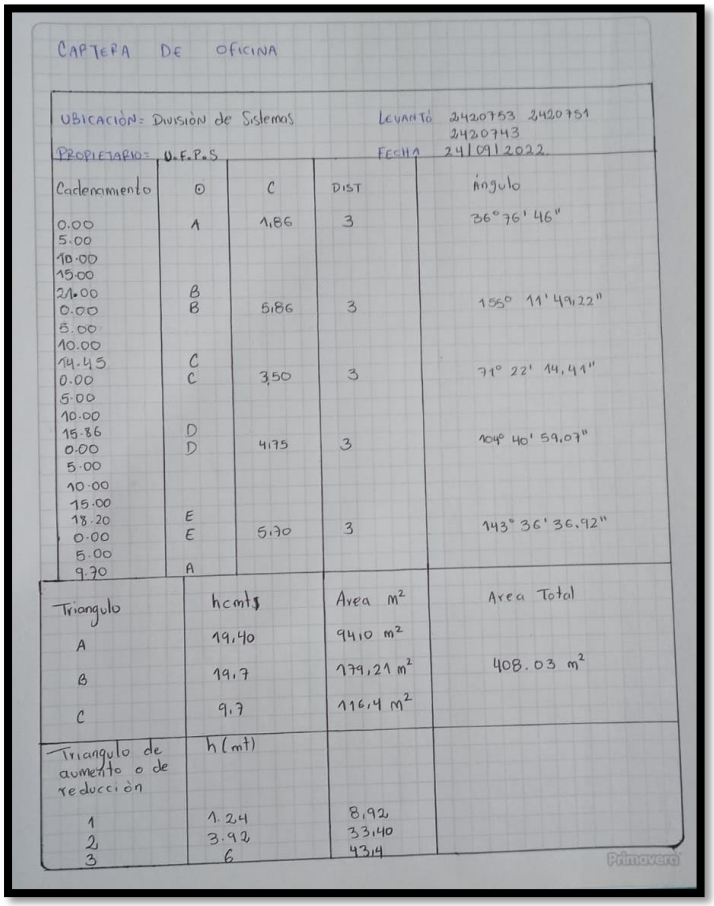
Módulo de topografía LIZCANO BUENO universidad francisco de paula Santander.

TORRES NIETO, Álvaro. VILLATE BONILLA, Eduardo. Topografía. 4ª Ed. Bogotá; escuela colombiana de Ingenieros 460p.:il.

Anexos

Anexo 1. Armado, nivelación y encerado de Teodolito mecánico y electrónico.

Anexo 2. Método de cinta y jalón.



CARTERA DE OFICINA

UBICACIÓN: División de Sistemas — LEVANTÓ: 2420753 2420751 2420743

PROPIETARIO: U.F.P.S — FECHA: 24/09/2022

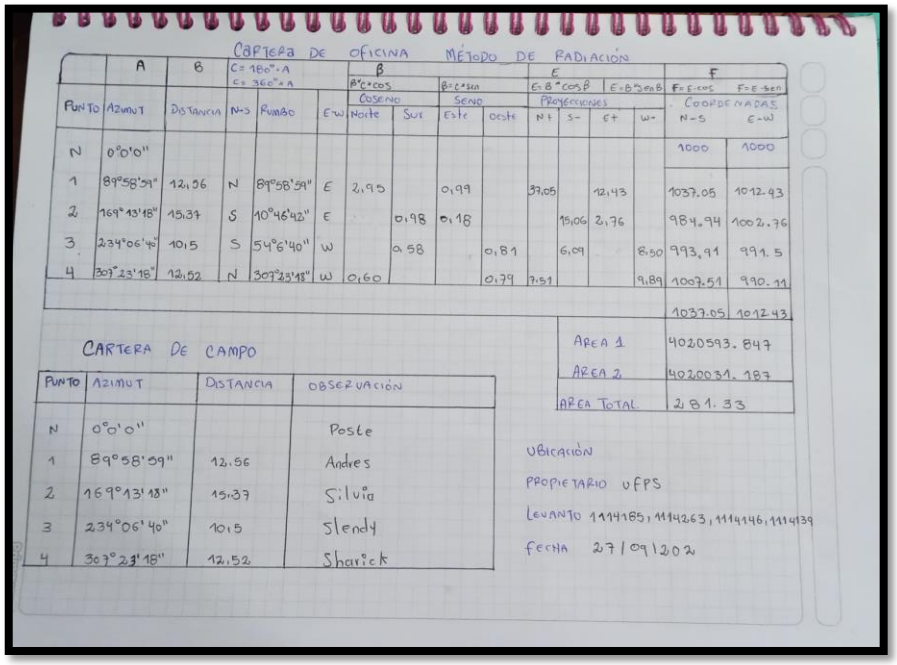
Cadenamiento	⊙	C	DIST	Ángulo
0.00	A	1,86	3	36°76' 46"
5.00				
10.00				
15.00				
21.00	B			
0.00	B	5,86	3	155° 11' 49,22"
5.00				
10.00				
14.45	C			
0.00	C	3,50	3	71° 22' 14,41"
5.00				
10.00				
15.86	D			
0.00	D	4,75	3	104° 40' 59,07"
5.00				
10.00				
15.00				
18.20	E			
0.00	E	5,70	3	143° 36' 36,92"
5.00				
9.70	A			

Triangulo	hcmts	Area m²	Area Total
A	19,40	94,10 m²	
B	19,7	179,21 m²	408.03 m²
C	9,7	116,4 m²	

Triangulo de aumento o de reducción	h (mt)		
1	1.24	8,92	
2	3.92	33,40	
3	6	43,4	

Anexo 3. Aplicación Nivel de precisión, Nivelación Simple y Compuesta.

Anexo 4. Método de Radiación.



CARTERA DE OFICINA MÉTODO DE RADIACIÓN

	A	B	C = 180° - A / C = 360° - A			B				E				F	
						B*C*cos		B*C*sen		E=B*cos B		E=B*sen B		F=E·cos	F=E·sen
						Coseno		Seno		Proyecciones				Coordenadas	
Punto	Azimut	Distancia	N-S	Rumbo	E-W	Norte	Sur	Este	oeste	N+	S-	E+	W-	N-S	E-W
N	0°0'0"													1000	1000
1	89°58'59"	12,56	N	89°58'59"	E	2,95		0,99		37,05		12,43		1037.05	1012.43
2	169°13'18"	15.37	S	10°46'42"	E		0,98	0,18			15,06	2,76		984.94	1002.76
3	234°06'40"	10,5	S	54°6'40"	W		0.58		0,81		6,09		8.50	993,91	991.5
4	307°23'18"	12,52	N	307°23'18"	W	0,60			0,79	7.51			9,89	1007.51	990.11
														1037.05	1012.43

CARTERA DE CAMPO

Punto	Azimut	Distancia	Observación
N	0°0'0"		Poste
1	89°58'59"	12.56	Andres
2	169°13'18"	15.37	Silvia
3	234°06'40"	10.5	Slendy
4	307°23'18"	12.52	Sharick

AREA 1	4020593.847
AREA 2	4020031.187
AREA TOTAL	281.33

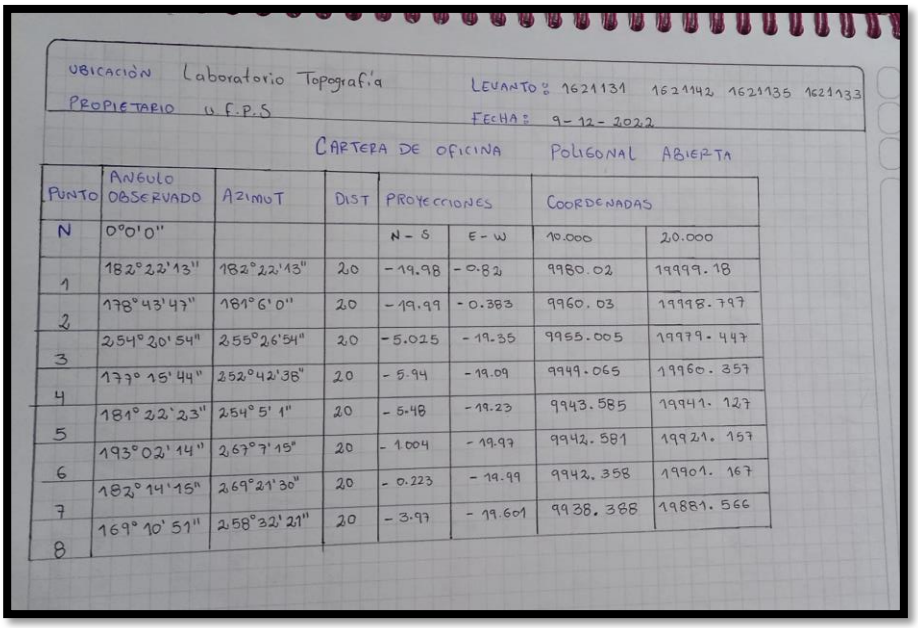
UBICACIÓN

PROPIETARIO UFPS

LEVANTO 1114185, 1114263, 1114146, 1114139

FECHA 27/09/202

Anexo 5. Método de Poligonal Abierta y Cerrada.

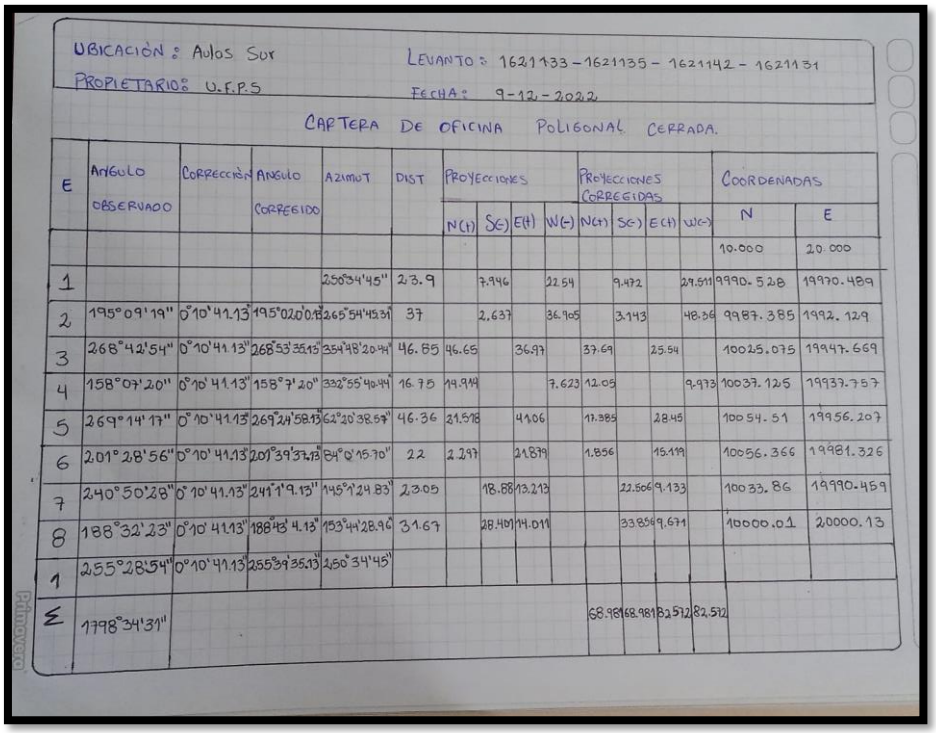


UBICACIÓN Laboratorio Topografía LEVANTO: 1621131 1621142 1621135 1621133

PROPIETARIO U.F.P.S FECHA: 9-12-2022

CARTERA DE OFICINA POLIGONAL ABIERTA

Punto	Angulo observado	Azimut	Dist	Proyecciones		Coordenadas	
				N - S	E - W		
N	0°0'0"					10.000	20.000
1	182°22'13"	182°22'13"	20	-19.98	-0.82	9980.02	19999.18
2	178°43'47"	181°6'0"	20	-19.99	-0.383	9960.03	19998.797
3	254°20'54"	255°26'54"	20	-5.025	-19.35	9955.005	19979.447
4	177°15'44"	252°42'38"	20	-5.94	-19.09	9949.065	19960.357
5	181°22'23"	254°5'1"	20	-5.48	-19.23	9943.585	19941.127
6	193°02'14"	267°7'15"	20	-1.004	-19.97	9942.581	19921.157
7	182°14'15"	269°21'30"	20	-0.223	-19.99	9942.358	19901.167
8	169°10'51"	258°32'21"	20	-3.97	-19.601	9938.388	19881.566



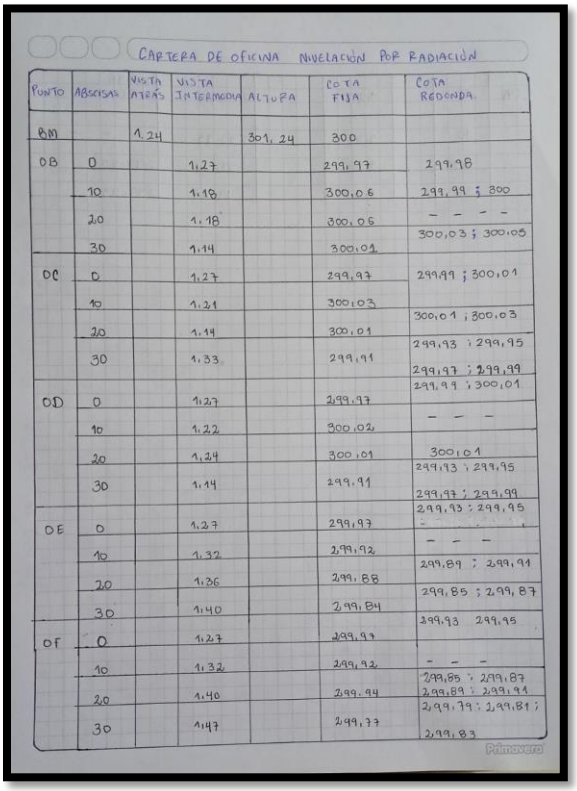
UBICACIÓN: Aulas Sur — LEVANTO: 1621133 – 1621135 – 1621142 – 1621131

PROPIETARIO: U.F.P.S — FECHA: 9-12-2022

CARTERA DE OFICINA POLIGONAL CERRADA.

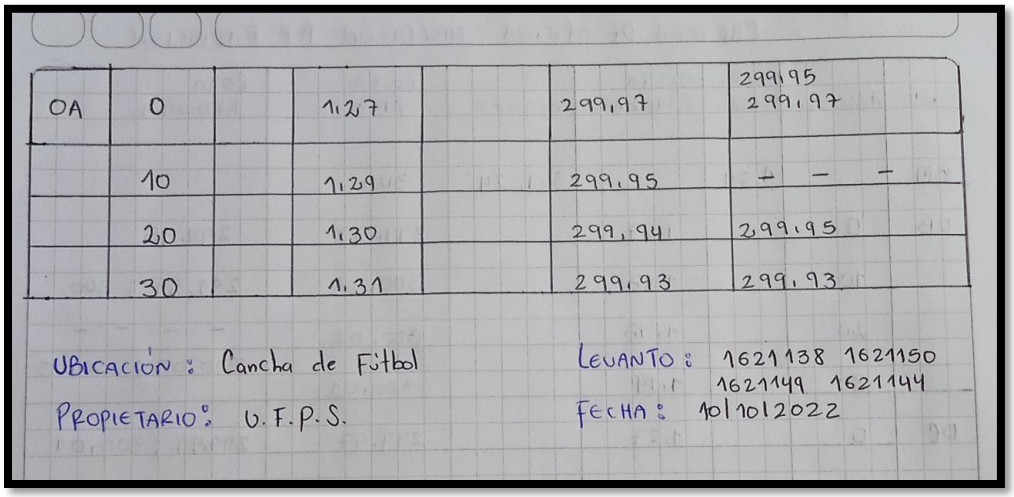
E	ANGULO OBSERVADO	CORRECCIÓN	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT	DIST	PROYECCIONES N(+)	PROYECCIONES S(-)	PROYECCIONES E(+)	PROYECCIONES W(-)	PROYECCIONES CORREGIDAS N(+)	PROYECCIONES CORREGIDAS S(-)	PROYECCIONES CORREGIDAS E(+)	PROYECCIONES CORREGIDAS W(-)	COORDENADAS N	COORDENADAS E
														10.000	20.000
1				258°34'45"	23.9		7.946		22.54		9.472		29.511	9990.528	19970.489
2	195°09'19"	0°10'41.13"	195°02'0.13"	265°54'45.31"	37		2.637		36.905		3.143		48.36	9987.385	1992.129
3	268°42'54"	0°10'41.13"	268°53'35.13"	354°48'20.44"	46.85	46.65		36.97		37.69		25.54		10025.075	19947.669
4	158°07'20"	0°10'41.13"	158°7'20"	332°55'42.44"	16.75	14.944			7.623	12.05			9.973	10037.125	19937.757
5	269°14'17"	0°10'41.13"	269°24'58.13"	62°20'38.57"	46.36	21.578		41.06		17.385		28.45		10054.51	19956.207
6	201°28'56"	0°10'41.13"	201°39'37.13"	84°0'15.70"	22	2.297		21.879		1.856		15.119		10056.366	19981.326
7	240°50'28"	0°10'41.13"	241°1'9.13"	145°1'24.83"	23.05		18.88	13.213			22.506	9.133		10033.86	19990.459
8	188°32'23"	0°10'41.13"	188°43'4.13"	153°44'28.96"	31.67		28.401	14.011			33.856	9.671		10000.01	20000.13
1	255°28'54"	0°10'41.13"	255°39'35.13"	250°34'45"											
Σ	1798°34'31"									68.98	68.981	82.512	82.512		

Anexo 6. Nivelación por el Método de Radiación.



CARTERA DE OFICINA NIVELACIÓN POR RADIACIÓN

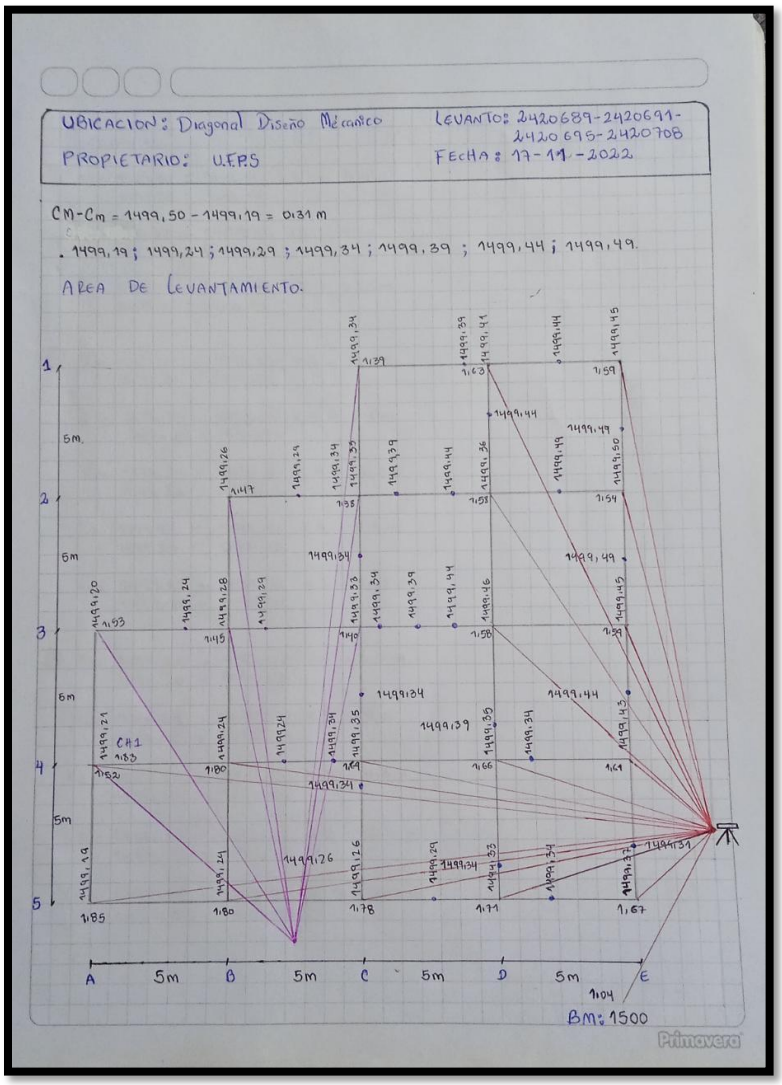
PUNTO	ABSCISAS	VISTA ATRÁS	VISTA INTERMEDIA	ALTURA	COTA FIJA	COTA REDONDA
BM		1.24		301.24	300	
OB	0		1.27		299.97	299.98
	10		1.18		300.06	299.99 ; 300
	20		1.18		300.06	– – – –
	30		1.14		300.01	300.03 ; 300.05
OC	0		1.27		299.97	299.99 ; 300.01
	10		1.21		300.03	
	20		1.14		300.01	300.01 ; 300.03
	30		1.33		299.91	299.93 ; 299.95 299.97 ; 299.99
OD	0		1.27		299.97	299.99 ; 300.01
	10		1.22		300.02	– – –
	20		1.24		300.01	300.01
	30		1.14		299.91	299.93 ; 299.95 299.97 ; 299.99
OE	0		1.27		299.97	299.93 ; 299.95
	10		1.32		299.92	– – –
	20		1.36		299.88	299.89 ; 299.91
	30		1.40		299.84	299.85 ; 299.87
OF	0		1.27		299.97	299.93 299.95
	10		1.32		299.92	– – –
	20		1.40		299.94	299.85 ; 299.87 299.89 ; 299.91
	30		1.47		299.77	299.79 ; 299.81 ; 299.83



OA	0		1,27		299,97	299,95 299,97
	10		1,29		299,95	+ — —
	20		1,30		299,94	299,95
	30		1,31		299,93	299,93

UBICACIÓN: Cancha de Fútbol
PROPIETARIO: U.F.P.S.
LEVANTO: 1621138 1621150 1621149 1621144
FECHA: 10/10/2022

Anexo 7. Nivelación por el Método de Cuadricula.



Horizontales

① $X_1 = \frac{1499,34 - 1499,41}{1499,34 - 1499,41} \times 5 = 5\,m$

$X_1 = \frac{1499,39 - 1499,41}{1499,34 - 1499,41} \times 5 = 1,4\,m$

$X_2 = \frac{1499,44 - 1499,45}{1499,41 - 1499,45} \times 5 = 1,25\,m$

② $X_1 = \frac{1499,29 - 1499,35}{1499,26 - 1499,35} \times 5 = 3,3\,m$

$X_1 = \frac{1499,34 - 1499,35}{1499,26 - 1499,35} \times 5 = 0,6\,m$

$X_2 = \frac{1499,39 - 1499,46}{1499,35 - 1499,46} \times 5 = 3,2\,m$

$X_2 = \frac{1499,44 - 1499,46}{1499,35 - 1499,46} \times 5 = 0,9\,m$

$X_3 = \frac{1499,49 - 1499,50}{1499,46 - 1499,50} \times 5 = 1,25\,m$

③ $X_1 = \frac{1499,24 - 1499,28}{1499,20 - 1499,28} \times 5 = 2,5\,m$

$X_2 = \frac{1499,29 - 1499,23}{1499,28 - 1499,23} \times 5 = 4\,m$

$X_3 = \frac{1499,34 - 1499,46}{1499,33 - 1499,46} \times 5 = 4,6\,m$

$X_3 = \frac{1499,39 - 1499,46}{1499,33 - 1499,46} \times 5 = 2,7\,m$

$X_3 = \frac{1499,44 - 1499,46}{1499,33 - 1499,46} \times 5 = 0,8\,m$

④ $X_1 = \frac{1499,24 - 1499,24}{1499,21 - 1499,24} \times 5 = 0\,m$

$X_2 = \frac{1499,29 - 1499,25}{1499,29 - 1499,25} \times 5 = 2,7\,m$

$X_2 = \frac{1499,34 - 1499,35}{1499,24 - 1499,35} \times 5 = 0,5\,m$

$X_2 = \frac{1499,24 - 1499,35}{1499,24 - 1499,35} \times 5 = 5\,m$

$X_4 = \frac{1499,39 - 1499,43}{1499,38 - 1499,43} \times 5 = 4\,m$

⑤ $X_1 = \frac{1499,19 - 1499,24}{1499,19 - 1499,24} \times 5 = 5\,m$

$X_1 = \frac{1499,24 - 1499,24}{1499,19 - 1499,24} \times 5 = 0\,m$

$X_2 = \frac{1499,24 - 1499,26}{1499,24 - 1499,26} \times 5 = 5\,m$

$X_3 = \frac{1499,29 - 1499,33}{1499,26 - 1499,33} \times 5 = 2,9\,m$

$X_4 = \frac{1499,39 - 1499,37}{1499,33 - 1499,37} \times 5 = 3,8\,m$

Verticales

Ⓐ $X_1 = \frac{1499,19 - 1499,21}{1499,19 - 1499,21} \times 5 = 5\,m$

Ⓑ $X_2 = \frac{1499,24 - 1499,28}{1499,24 - 1499,28} \times 5 = 5\,m$

Ⓒ $X_1 = \frac{1499,29 - 1499,35}{1499,26 - 1499,35} \times 5 = 3,3\,m$

$X_1 = \frac{1499,34 - 1499,35}{1499,26 - 1499,35} \times 5 = 0,6\,m$

$X_2 = \frac{1499,34 - 1499,35}{1499,33 - 1499,35} \times 5 = 2,5\,m$

$X_3 = \frac{1499,34 - 1499,35}{1499,33 - 1499,35} \times 5 = 2,5\,m$

$X_4 = \frac{1499,34 - 1499,35}{1499,33 - 1499,35} \times 5 = 5\,m$

Ⓓ $X_1 = \frac{1499,34 - 1499,38}{1499,33 - 1499,38} \times 5 = 4\,m$

$X_2 = \frac{1499,39 - 1499,46}{1499,38 - 1499,46} \times 5 = 4,4\,m$

$X_2 = \frac{1499,44 - 1499,46}{1499,35 - 1499,46} \times 5 = 1,25\,m$

$X_4 = \frac{1499,44 - 1499,46}{1499,41 - 1499,46} \times 5 = 2\,m$

Ⓔ $X_1 = \frac{1499,39 - 1499,33}{1499,37 - 1499,33} \times 5 = 3,3\,m$

$X_2 = \frac{1499,44 - 1499,45}{1499,43 - 1499,45} \times 5 = 2,5\,m$

$X_3 = \frac{1499,49 - 1499,50}{1499,45 - 1499,50} \times 5 = 1\,m$

$X_4 = \frac{1499,49 - 1499,50}{1499,45 - 1499,50} \times 5 = 1\,m$

Anexo 8. Evidencias prácticas en laboratorio de topografía.