

**GUÍA DE PRÁCTICA Y PRESENTACIÓN DE TRABAJOS PARA LA  
ASIGNATURA DE TOPOGRAFIA Y FOTOGRAMETRIA.**

**MONITORA.**

**ANDREA GIANNELLA SANCHEZ ROJAS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**TUNJA  
BOYACÁ**

**2017**

**GUÍA DE PRÁCTICA Y PRESENTACIÓN DE TRABAJOS PARA LA  
ASIGNATURA DE TOPOGRAFIA Y FOTOGRAMETRIA.**

**ELABORADO POR:**

**ANDREA GIANNELLA SANCHEZ ROJAS**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA EL PROGRAMA DE INGENIERÍA  
CIVIL EN LA MODALIDAD DE MONITORIA**

**INGENIERO TUTOR**

**MIGUEL ANGEL TOLEDO CASTELLANOS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**TUNJA**

**BOYACÁ**

**2017**

**NOTA**

---

---

---

---

---

---

**TUTOR**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**AUTOR DEL LIBRO**

Tunja, 20 de Septiembre de 2017

## AGRADECIMIENTOS

Hoy quiero agradecer primero que todo a Dios, a mis Padres y a mi familia, quienes me han acompañado incondicionalmente a través de todos estos cinco años en este proceso. Agradezco también a todos los ingenieros, docentes de ciencias básicas, compañeros, laboratoristas, estudiantes a los cuales orienté durante los cuatro semestres en la asignatura y a las demás personas que hicieron posible que este proyecto fuese realidad.

Quiero agradecerle en especial al ingeniero, MIGUEL ANGEL TOLEDO CASTELLANOS, por brindarme la oportunidad de tener esta experiencia y poder aprender y profundizar un poco más en la materia de Topografía y Fotogrametría.

Quiero agradecerles a mis compañeras Ángela María Villamil Chaparro y Juliana Alejandra Rodríguez Guío, Quienes compartieron sus logros académicos y también permitieron que yo pudiera departir los míos, por estar ahí siempre, apoyándonos mutuamente hacia nuestro crecimiento personal.

A todos ellos, muchas gracias.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>PROGRAMACIÓN PARA LA ASIGNATURA DE TOPOGRAFÍA Y FOTOGAMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS</b>	<b>15</b>
<b>PRÁCTICA N° 1</b>	<b>16</b>
<b>TRABAJO DE CAMPO INDIVIDUAL, RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA</b>	<b>16</b>
OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	16
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	16
ENTREGA DE INFORME DE PRÁCTICA N°1	34
<b>PRÁCTICA N°2</b>	<b>35</b>
<b>LEVANTAMIENTO CON CINTA, JALÓN Y BRÚJULA</b>	<b>35</b>
OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	35
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	35
DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE CAMPO	35
TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N°2	36
<b>PRÁCTICA N° 3</b>	<b>37</b>
<b>LEVANTAMIENTO DE CAMPO CON EL NIVEL LOCKE Y ABNEY</b>	<b>37</b>
OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	37
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	37
CONCEPTOS BÁSICOS	37
FÓRMULAS DE CÁLCULO PARA DESNIVEL DEL TERRENO	38
FÓRMULAS DE CÁLCULO PARA PENDIENTE DEL TERRENO	38
FÓRMULAS DE CÁLCULO PARA ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL TERRENO	39
DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE CAMPO	39
NIVEL LOCKE	39
NIVEL ABNEY	40

TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N°3	40
<b>PRÁCTICA N° 4</b>	<b>41</b>
<b>LEVANTAMIENTO DE CAMPO POR RADIACIÓN SIMPLE CON TRÁNSITO</b>	<b>41</b>
OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	41
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	41
DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE CAMPO	41
EJEMPLO DE CÁLCULO DEL MÉTODO POR RADIACIÓN SIMPLE	42
TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N°4	47
<b>PRÁCTICA N° 5</b>	<b>48</b>
<b>LEVANTAMIENTO DE CAMPO POR POLIGONAL CERRADA</b>	<b>48</b>
OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	48
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	48
DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE CAMPO	48
EJEMPLO DE CÁLCULO DEL MÉTODO POR POLIGONAL CERRADA	49
TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N°5	58
<b>PRÁCTICA N° 6</b>	<b>59</b>
<b>GUIA DEL SOFTWARE GNSS SOLUTION UTILIZADO PARA G.P.S.</b>	<b>59</b>
OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	59
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	59
DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO	59
CÓMO DESCARGAR LOS DATOS DEL Z-MAX O PROMARK 3	59
TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N°6	62
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>65</b>
Anexo A. Entrega de informes	65
Anexo B. Formato obligatorio de presentación de planos	66
Anexo C. Convenciones a utilizar en la entrega de los planos	68

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Programación de actividades y prácticas de topografía	15
Tabla 2. Introducción de datos iniciales del terreno para el ejemplo por el método de radiación simple	43
Tabla 3. Cartera de coordenadas para el ejemplo por el método de radiación simple	44
Tabla 4. Procedimiento de cálculo de las áreas en cada punto para el ejemplo por el método de radiación simple	46
Tabla 5. Cálculo total del área del terreno para el ejemplo por el método de radiación simple	47
Tabla 6. Introducción de datos iniciales del terreno para el ejemplo por el método de poligonal cerrada	51
Tabla 7. Introducción de datos tomados en campo para el ejemplo por el método de poligonal cerrada	51
Tabla 8. Cálculo de proyecciones angulares por poligonal cerrada	52
Tabla 9. Cálculo de proyecciones en los puntos de cambio de estación para el ejemplo por el método de poligonal cerrada	53
Tabla 10. Cálculo de coordenadas en los puntos de cambio de estación para el ejemplo por el método de poligonal cerrada	55
Tabla 11. Cálculo de coordenadas en los vértices del terreno para el ejemplo por el método de poligonal cerrada	56
Tabla 12. Cálculo del área total del terreno para el ejemplo por el método de poligonal cerrada	58

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1. Cotas del terreno aplicado para nivel Locke y Abney	37
Ilustración 2. Desnivel del terreno aplicado para nivel Locke y Abney	38
Ilustración 3. Pendiente del terreno aplicado para nivel Locke y Abney	38
Ilustración 4. Ángulo de inclinación del terreno aplicado para nivel Locke y Abney	39
Ilustración 5. Forma del terreno para el ejemplo del método por radiación simple	42
Ilustración 6. Cálculo del área del terreno con dirección de coordenadas norte-este	45
Ilustración 7. Cálculo del área del terreno con dirección de coordenadas este-norte	46
Ilustración 8. Forma del terreno para el ejemplo del método de poligonal cerrada	50
Ilustración 9. Cálculo del área del terreno con dirección de coordenadas norte-este	57
Ilustración 10. Cálculo del área del terreno con dirección de coordenadas este-norte	57
Ilustración 11. Ícono del software GNSS Solutions	59
Ilustración 12. Ventana de inicio donde se descargan los datos brutos al ordenador	60
Ilustración 13. Asignación del nombre del proyecto	60
Ilustración 14. Descargar datos brutos del receptor al software GNSS Solutions	61
Ilustración 15. Importar datos Geo. Desde archivos en Excel	62

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	<b>PAG.</b>
Fotografía 1. Trípode	17
Fotografía 2. Trípode apoyado sobre sus patas	17
Fotografía 3. Mesa triangular sobre la cual se apoyan los equipos	18
Fotografía 4. Jalón	18
Fotografía 5. Cinta de acero	19
Fotografía 6. Cinta de hilo sintético	20
Fotografía 7. Plomada para verticalidad en los equipos	20
Fotografía 8. Brújula Cartográfica	21
Fotografía 9. Brújula Geodésica	22
Fotografía 10. Prisma	22
Fotografía 11. Mira telescópica para medición vertical	23
Fotografía 12. Mira en madera para medición vertical	23
Fotografía 13. Mira en fibra de vidrio para medición vertical	24
Fotografía 14. Nivel Locke para altimetría topográfica	25
Fotografía 15. Vista frontal nivel Locke	25
Fotografía 16. Nivel Abney para altimetría topográfica	26
Fotografía 17. Vista frontal nivel Abney	26
Fotografía 18. Vista superior nivel Abney	26
Fotografía 19. Nivel óptico	27
Fotografía 20. Vista frontal nivel óptico	27
Fotografía 21. Tránsito	28
Fotografía 22. Vista trasera tránsito	28
Fotografía 23. Vista frontal tránsito	29
Fotografía 24. Estación total	30
Fotografía 25. Vista frontal estación total	30
Fotografía 26. G.P.S.	31
Fotografía 27. Componentes del G.P.S.	31
Fotografía 28. Estereoscopio de bolsillo	32
Fotografía 29. Vista lateral estereoscopio de bolsillo	32
Fotografía 30. Estereoscopio de espejos	33
Fotografía 31. Vista frontal estereoscopio de espejos	33
Fotografía 32. Barra de paralaje para medición de desplazamiento	34

## **TABLA DE ANEXOS**

Anexo A. ENTREGA DE INFORMES

Anexo B. FORMATO OBLIGATORIO DE PRESENTACIÓN DE PLANOS

Anexo C. CONVENCIONES A UTILIZAR EN LA ENTREGA DE LOS PLANOS

## RESUMEN

Este documento fue el producto del trabajo realizado durante los cuatro semestres de acompañamiento durante el periodo de 2015 a 2016, orientada para los estudiantes de tercer semestre de la asignatura de “Topografía y Fotogrametría” en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, en la cual se incentivó a los estudiantes a entender y comprender la importancia de la asignatura en las labores que se desempeñan en la profesión.

Con esta guía se busca afianzar los conocimientos durante el desarrollo de las prácticas y actividades planteadas para la asignatura, el correcto manejo de cada uno de los accesorios, herramientas y equipos que son requeridos para cumplir a cabalidad con el curso; con el fin de dar una respuesta y corrección rápida para las posibles inquietudes y errores que les pueden llegar a ocurrir en el desarrollo del mismo.

En el acompañamiento y monitoria realizada para los estudiantes se llevó a cabo de la mano del conocimiento y asesoría del Ingeniero, Miguel Ángel Toledo Castellanos, y los laboratoristas, con el fin de ampliar los conocimientos, terminología e información en cada uno de los temas y prácticas.

El resultado de esta guía muestra la gran evolución por parte de los estudiantes de tercer semestre de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomas de Tunja, que gracias al acompañamiento prestado en este periodo se pudo fortalecer e incentivar el interés por parte de los estudiantes para cada una de las actividades propuestas en la asignatura de “Topografía y Fotogrametría”.

## **ABSTRACT**

This document was the product of the work realized during the four semesters of accompaniment during the period from 2015 to 2016, aimed at students in the third semester of the subject of surveying and photogrammetry at the Faculty of Civil Engineering of the University of Santo Tomás, which encourages students to understand the importance of the subject in the work that they perform in the profession

This guide seeks to strengthen knowledge during the development of practices and activities for the subject, the correct management of each of the accessories, tools and equipment that are required to fully comply with the course; in order to give a rapid response and correction for possible concerns and errors that may occur in the development of the same.

In the accompaniment and monitoring carried out for the students was carried out by the knowledge and advice of the Engineer, Miguel Angel Toledo Castellanos and laboratory assistants, in order to expand knowledge, terminology and information in each of the topics and practices.

The result of this guide shows the evolution of the students of third semester of the faculty of civil engineering of the University of Santo Tomás in Tunja that thanks to the accompaniment provided in this period could be strengthened and encouraged the interest

## INTRODUCCIÓN

Esta guía surge con el fin de unificar, reunir y plasmar las diferentes temáticas, actividades y prácticas que hacen parte de las necesidades que tienen los estudiantes para poder afrontar y dar solución a los diferentes problemas a la hora de la realización de las mismas, a nivel de campo como de oficina. Para así poder reforzar los conocimientos y falencias que se evidenciaron a través del periodo de acompañamiento por medio de la monitoria en los semestres 2015-I, 2015-II, 2016-I y 2016-II. A los estudiantes de tercer semestre de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomas de Tunja.

La idea de esta guía nace con el fin de poder plantear un contenido de actividades que permiten alcanzar unos niveles adecuados de conocimientos; pero buscando ser más agradable, en el desarrollo de la asignatura. Ya que los estudiantes encontraban dificultad a la hora de seguir procedimientos ya sea en cálculos, llenado de carteras como en manejo de equipos y desarrollo de los levantamientos topográficos. Con esta guía los estudiantes puedan hacer uso de ella para complementar los conocimientos y así poder llegar a los resultados deseados y culminación de las prácticas.

Esta guía cuenta con apoyo de herramientas como Excel donde se muestra el desarrollo de forma teórica de algunos de los ejercicios ilustrados en ella, y de los temas en los cuales los estudiantes mostraban mayor dificultad. Esta guía también sigue un orden de prácticas desde los temas iniciales y básicos como lo son el conocimiento de las herramientas y equipos de topografía, precedidos por levantamientos de poca precisión como lo son con cinta y jalón, niveles look y Abney, levantamientos de mayor precisión como lo son por radiación simple, poligonal cerrada y una explicación de manejo del software de GNSS Solutions utilizado en los levantamientos con G.P.S.

Se muestran también los diferentes formatos y orden en el cual los estudiantes deben entregar los trabajos, informes, carteras y planos de topografía, con el fin de que los estudiantes comprendan que una buena entrega de sus actividades conlleva a una mejor claridad de los mismos y un futuro buen desempeño de la carrera.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Realizar guía de apoyo y acompañamiento a los estudiantes de Topografía y Fotogrametría, con el fin de resolver posibles inquietudes tanto a nivel teórico como práctico, correcto manejo de equipos, así como adjuntar formatos de presentación de informes, carteras de campo y planos.

### **ESPECIFICOS**

- Apoyar a los estudiantes de forma integral dando orientación y solución a las posibles inquietudes que se presentan a la hora de manipular los equipos, realizar las prácticas y actividades y fomentar la implementación de terminología adecuada de la asignatura.
- Guiar y proveer en el correcto manejo y utilización de cada uno de los equipos, recursos y actividades que son empleados para la realización de las prácticas.
- Mostrar una correcta presentación de los informes, carteras de campo, y planos que son las evidencias de las actividades que se realizan con cada práctica.

**PROGRAMACIÓN PARA LA ASIGNATURA DE TOPOGRAFÍA Y  
FOTOGRAMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS – SECCIONAL  
TUNJA**

Estas son algunas de las actividades donde los estudiantes presentan mayor dificultad, tanto a nivel teórico como práctico que se realizan a través del semestre.

**TABLA 1. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES Y PRÁCTICAS DE**

<b>PROGRAMACIÓN DE PRACTICAS DE LA ASIGNATURA DE TOPOGRAFÍA Y FOTOGRAMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - SECCIONAL TUNJA</b>	
<b>FACULTAD:</b>	<b>INGENIERIA CIVIL</b>
<b>INGENIERO:</b>	<b>MIGUEL ANGEL TOLEDO CASTELLANOS</b>
<b>MONITOR:</b>	<b>ANDREA GIANNELLA SANCHEZ ROJAS</b>
<b>ACTIVIDADES</b>	
Trabajo de campo individual, reconocimiento de equipos de topografía.	
Levantamiento con Brújula, Cinta y Jalón.	
Levantamiento de campo con Nivel Locke y Abney.	
- Radiación Simple.	
- Poligonal cerrada.	
Sistema G.P.S.	
- Levantamiento canchas Campus Usta Tunja.	

Fuente. Universidad santo tomas seccional Tunja. Plan de área para la asignatura de Topografía y Fotogrametría.

## PRACTICA N° 1

### TRABAJO DE CAMPO INDIVIDUAL, RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA.

#### OBJETIVO:

Conocer las características y aplicaciones de los diferentes equipos y accesorios que se utilizan para la realización de levantamientos topográficos, con el fin de, empezar a identificar cada una de sus partes, su composición, funcionalidad y manejo.

Del mismo modo, los estudiantes empezarán a familiarizarse con el correcto diligenciamiento de la cartera para cada una de las prácticas.

**EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:** Trípode, Jalón, Cinta métrica, Plomada, Brújula, Prisma, Mira Taquimétrica, Nivel Locke, Nivel Abney, Nivel Óptico, Transito, Estación total, G.P.S, Estereoscopio de Bolsillo y Estereoscopio de Espejos.

Breve descripción de cada uno de los equipos y herramientas:

- **Trípode:** Elemento que consta de 3 patas y en su parte superior una base generalmente triangular, que permite estabilizar cualquier objeto o equipo que se coloque sobre él y así mismo evitar su movimiento. Los trípodes pueden ser de madera o metálicos, de patas telescópicas, que terminan generalmente en punta elaborada en hierro para así garantizar agarre y fijación al terreno, consiguiendo una mayor estabilidad.

**FOTOGRAFÍA 1. TRÍPODE. 1**



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

**FOTOGRAFÍA 2. TRÍPODE APOYADO SOBRE SUS PATAS.**



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

FOTOGRAFÍA 3. MESA TRIANGULAR SOBRE LA CUAL SE APOYAN LOS EQUIPOS.



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Jalón:** Es un bastón de 2 m de longitud, y 4 Cm de diámetro. Tienen franjas de 20 Cm de largo pintadas de color rojo y blanco intercaladamente con el fin de facilitar su visión en el terreno o campo permitiendo establecer puntos transitorios y trazar alineamientos. Estos se pueden encontrar tanto metálicos como de madera.

FOTOGRAFÍA 4. JALÓN.



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Cinta métrica:** Elemento utilizado para la medición de un terreno, la mayoría de las cintas están calibradas para trabajar a 20 °C con una tensión de 5 Kg. se pueden encontrar en varios tipos de materiales y longitudes:
  - **Cintas de tela:** Generalmente vienen en 10, 20 o 30 m de longitud y 5/8 de pulgada de ancho. Son impermeabilizadas y reforzadas con hilos metálicos, y son principalmente utilizadas en mediciones secundarias y de poca precisión.
  - **Cintas de acero:** A diferencia de las de tela estas cintas son empleadas en levantamientos de precisión, pero con la desventaja de partirse con facilidad por lo tanto se debe tener especial cuidado a la hora de manipularlas y doblarlas.

FOTOGRAFÍA 5. CINTA DE ACERO.



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Cintas de hilo sintético o fibra de vidrio con recubrimiento plástico:** Son las comúnmente más utilizadas en las practicas tanto laborales como académicas por su practicidad.

Dependiendo del tipo de terreno es fundamental escoger las longitudes más apropiadas para garantizar la mayor precisión posible, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Montañoso: 10 m de longitud.
- Ondulado: 20 m de longitud.
- Plano: de 30 a 50 m de longitud.

Se recomienda no hacer mediciones mayores de 10 m de longitud para evitar que se forme una catenaria y así evitar errores de medición.

FOTOGRAFÍA 6. CINTA DE HILO SINTÉTICO.



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Plomada:** Elemento de forma cónica, sostenidos mediante una piola o cuerda. Su función es indicar un punto en el terreno con precisión, siempre y cuando ésta esté estática indicando una dirección totalmente vertical. Son fabricados generalmente en bronce.

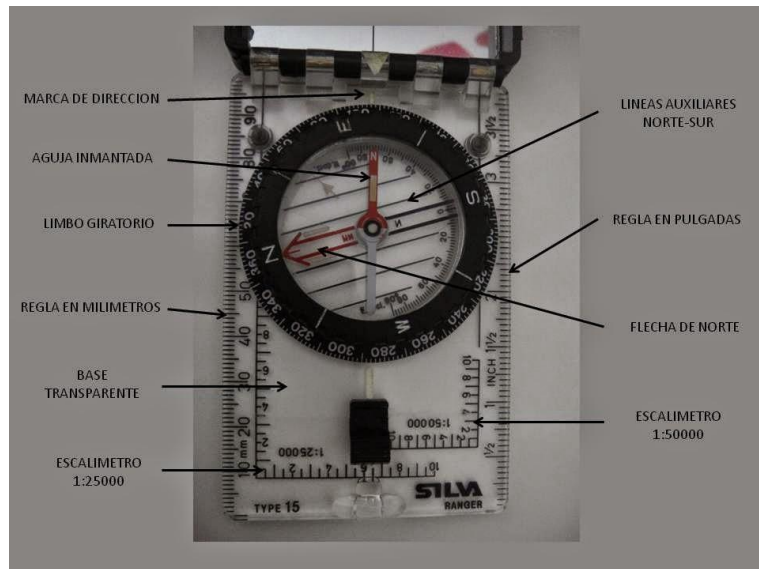
FOTOGRAFÍA 7. PLOMADA PARA VERTICALIDAD EN LOS EQUIPOS.



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Brújula:** La brújula es un instrumento de orientación que utiliza una aguja imantada para señalar el norte magnético terrestre. Su funcionamiento se basa en el magnetismo terrestre, por lo que señala el norte magnético que corresponde al norte geográfico, no se recomienda su uso en las zonas polares ya que debido a la convergencia de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre queda anulada.
- **Brújula Cartográfica:** Es utilizada en conjunto con un mapa cartográfico, por lo tanto su base es transparente para no dejar de ver el mapa mientras es utilizada sobre él. Son bastante precisas y muy utilizadas en la orientación.

FOTOGRAFÍA 8. BRÚJULA CARTOGRÁFICA.



Fuente: Juárez, A. (2015). Cómo orientar un mapa. [Fotografía]. Recuperado de <http://deperdidosalbosque.blogspot.com.co>.

- **Brújula Geodésica:** Está especialmente preparada para marcar rumbos a puntos distantes y seguir la dirección minimizando el error. Es muy precisa, su error puede variar dependiendo la medición facial, entre 3 y 10 grados.

FOTOGRAFÍA 9. BRÚJULA GEODÉSICA.



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Prisma:** Son espejos formando un triedro que reflejan la señal emitida por el Teodolito y la Estación total. Se colocan sobre los jalones y pueden tomar varias longitudes.

FOTOGRAFÍA 10. PRISMA.



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Mira Taquimétrica:** En una regla graduada que mediante un nivel topográfico, permite medir desniveles, es decir, diferencias de altura. Otro uso de estas miras es que se pueden medir distancias por medio de métodos trigonométricos. La graduación puede estar en centímetros, dobles milímetros o milímetros. Hay distintos modelos de miras:

- **Telescópicas:** Son de aluminio, de 4 a 5 m de longitud graduables; son generalmente rígidas.

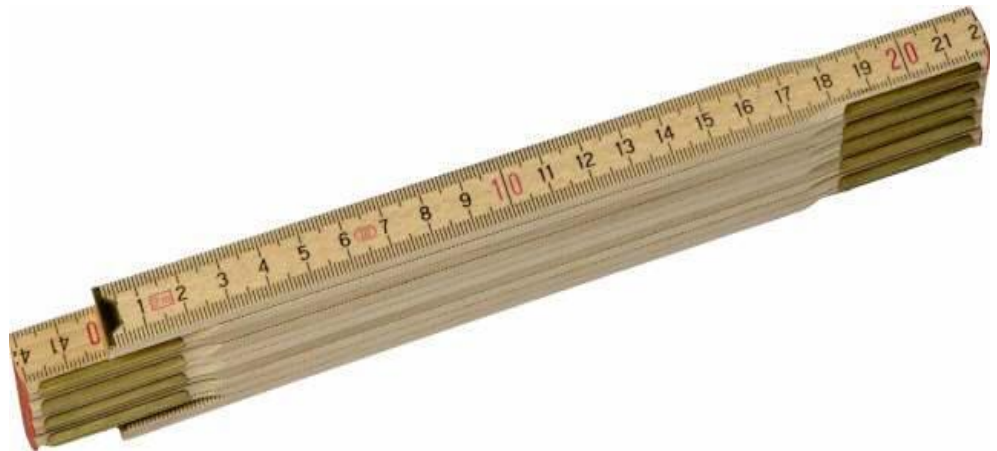
FOTOGRAFÍA 11. MIRA TELESCÓPICA PARA MEDICIÓN VERTICAL.



Fuente: Autor. Herramientas Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Madera:** Son miras de madera pintadas, las cuales son más flexibles y vulnerables a los cambios climáticos.

FOTOGRAFÍA 12. MIRA EN MADERA PARA MEDICIÓN VERTICAL.



Fuente: Macia Industrial, Productos para construcción, 2016.  
Recuperado de <http://www.fmacia.com>

- **Fibra de vidrio:** Son miras un poco más precisas con piezas desmontables para minimizar las diferencias debido a movimientos inevitables al sostenerlas.

FOTOGRAFÍA 13. MIRA EN FIBRA DE VIDRIO PARA MEDICIÓN VERTICAL.



Fuente: Santamaria, J. Sanz, T, Manuel de prácticas de Topografía y Cartografía, Universidad de la Rioja, 2005.

- **Invar:** Son utilizadas en niveles de precisión con micrómetro; son una sola pieza, además están disponibles en diferentes longitudes, de 3 m para uso corrientes o de 1 m para mediciones bajo tierra.
- **Nivel Locke:** Nivel Locke o nivel de mano, es un nivel teórico, sujeto a un ocular de unos 12 cm a 15 cm de longitud, a través del cual se pueden observar simultáneamente el reflejo de la imagen de la burbuja del nivel y la señal que se esté colimando. Es utilizado más que todo para horizontalizar la cinta métrica y para medir desniveles del terreno.

FOTOGRAFÍA 14. NIVEL LOCKE PARA ALTIMETRÍA TOPOGRÁFICA.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

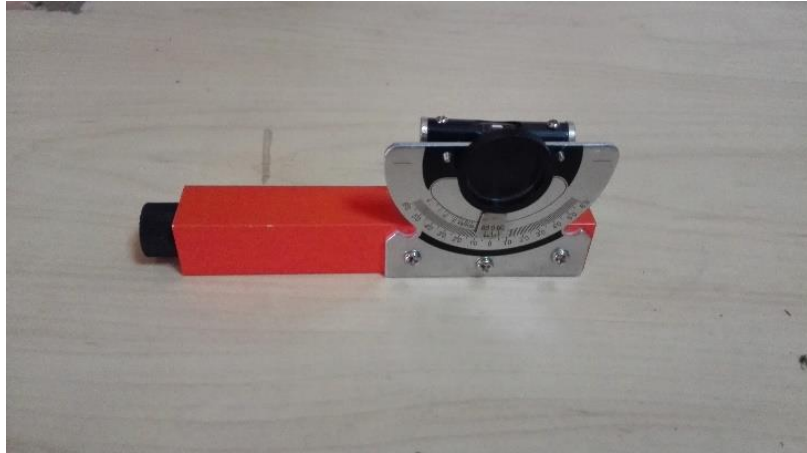
FOTOGRAFÍA 15. VISTA FRONTAL NIVEL LOCKE.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Nivel Abney:** Consta de un nivel teórico de doble curvatura, el cual puede girar alrededor del centro de un semi-círculo graduado fijo al ocular. Con este nivel se pueden determinar diferencias de nivel, horizontalizar la cinta, medir ángulos verticales y pendientes, calcular alturas y lanzar visuales a una pendiente dada.

**FOTOGRAFÍA 16. NIVEL ABNEY PARA ALTIMETRÍA TOPOGRÁFICA.**



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

**FOTOGRAFÍA 17. VISTA FRONTAL NIVEL ABNEY.**



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

**FOTOGRAFÍA 18. VISTA SUPERIOR NIVEL ABNEY**



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Nivel Óptico:** 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. Este nivel es uno de los más utilizados en la topografía ya que es fácil y permanecen nivelados pudiendo garantizar lecturas exactas, independientemente de las vibraciones del suelo, de los cambios de temperatura o de las condiciones de estabilidad.

FOTOGRAFÍA 19. NIVEL ÓPTICO.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

FOTOGRAFÍA 20. VISTA FRONTAL NIVEL ÓPTICO.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Tránsito:** El tránsito se usa para medir principalmente ángulos horizontales y verticales, para medir distancias por Taquimetría y para trazar alineamientos rectos.

FOTOGRAFÍA 21. TRÁNSITO.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

FOTOGRAFÍA 22. VISTA TRASERA TRÁNSITO.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

FOTOGRAFÍA 23. VISTA FRONTAL TRÁNSITO.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Estación Total:** Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un tránsito electrónico. Una estación total se compone de las mismas partes y funciones que un tránsito. El equipo realiza la medición de ángulos a partir de marcas realizadas en discos transparentes. Las lecturas de distancias se realizan mediante una onda electromagnética portadora con distintas frecuencias que rebota en un prisma ubicado en el punto a medir y regresa, tomando el equipo el desfase entre las ondas. También permite la obtención de coordenadas de puntos respecto a un sistema local o arbitrario, como también a sistemas definidos y materializados. Las lecturas que se obtiene con el equipo son ángulos verticales, horizontales y distancias. La precisión de las medidas son del orden de la diezmilésima de gonio para los ángulos y de milímetros para las distancias. Las estaciones tienen programas internos para almacenamiento de datos, replanteos, superficies, etc. y tienen sistemas para transferir de forma semiautomática los datos almacenados al computador para que puedan ser manejados en software como civil 3D.

FOTOGRAFÍA 24. ESTACIÓN TOTAL.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

FOTOGRAFÍA 25. VISTA FRONTAL ESTACIÓN TOTAL.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **GPS:** (Global positioning system), es un sistema que permite determinar la posición de un objeto ya sea una persona, un carro o un terreno en toda la tierra con una precisión de hasta centímetros, pero por lo general son unos

metros de precisión. El sistema G.P.S. se sirve de 24 satélites y utiliza la trilateración para la posición del receptor:

- Un solo satélite indica que el receptor se encuentra en un punto en la superficie de la esfera, con centro en el propio satélite y de radio la distancia total hasta el receptor.
- Con dos satélites queda determinada una circunferencia que resulta cuando se intersectan las dos esferas en algún punto de la cual se encuentra el receptor.
- Con tres satélites, ya se tiene la sincronización entre los relojes de los receptores y los relojes de los satélites. Y es ahí cuando ya el G.P.S. puede determinar una posición exacta en 3D. (latitud, longitud y altitud).

**FOTOGRAFÍA 26. G.P.S.**



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

**FOTOGRAFÍA 27. COMPLEMENTOS G.P.S.**



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Estereoscopio de bolsillo:** Consta de dos lentes separadas entre sí, por una distancia igual a la interpupilar, de forma tal que las fotografías son observadas a través de dichas lentes. La distancia entre las lentes y las fotografías sobre las cuales se apoya el estereoscopio, corresponde la distancia focal, por lo cual la visión se realiza al infinito y con ejes paralelos, y así permitir su visión en 3D.

**FOTOGRAFÍA 28. ESTEREOSCOPIO DE BOLSILLO.**



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

**FOTOGRAFÍA 29. VISTA LATERAL ESTEREOSCOPIO DE BOLSILLO.**



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Estereoscopio de espejos:** Consta de cuatro espejos ubicados de forma tal que las imágenes se transmitan por reflexión hacia los oculares, con ellos se puede realizar la observación de las fotografías en forma ortogonal a éstas, se pueden ubicar a una distancia aproximada de 25 cm para evitar la superposición de las fotografías o tener que doblar alguna de ellas.

FOTOGRAFÍA 30. ESTEREOSCOPIO DE ESPEJOS.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

FOTOGRAFÍA 31. VISTA FRONTAL ESTEREOSCOPIO DE ESPEJOS.



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

- **Barra de paralaje:** Medición del desplazamiento aparente de un objeto con respecto a un punto o a una línea de referencia, la visión estereoscópica hace posible la medición del paralaje, pudiéndose, dibujar curvas de nivel y detalles planimétricos a partir de fotografías superpuestas. El paralaje se mide en el eje X de las fotografías.

**FOTOGRAFÍA 32. BARRA DE PARALAJE PARA MEDICIÓN DE DESPLAZAMIENTO.**



Fuente: Autor. Equipos Universidad Santo Tomás, 13/07/2017.

## **ENTREGA DE INFORME DE PRACTICA N° 1**

De acuerdo con la explicación dada por el docente y la experiencia obtenida en el conocimiento, observación y manejo de los diferentes equipos y herramientas utilizadas en la asignatura, presentar un informe escrito con los requerimientos exigidos por las normas.

*Nota: (Véase la guía del orden que se debe seguir para la entrega de los informes y los planos de las prácticas).*

## PRACTICA N° 2

### LEVANTAMIENTO CON CINTA, JALÓN Y BRÚJULA

#### OBJETIVO.

Realizar el levantamiento de un lote con cinta y jalón por descomposición geométrica y utilizando poligonal de base, con el fin de aprender a medir ángulos para los desniveles en los terrenos sin la ayuda de ningún equipo ni herramienta de precisión.

**EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:** Jalón, Cinta métrica, Plomada, Maceta, Estacas, Puntillas.

#### DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE CAMPO.

Como primera opción para cada una de las prácticas y los procedimientos de campo, se debe hacer un reconocimiento o inspección del lugar o terreno sobre el que se va a realizar el levantamiento, con el fin, de poder obtener una visión totalmente clara del terreno y así poder descomponer el lote completo en figuras geométricas sencillas de calcular y disminuir lo más que se pueda posibles errores de medición.

1. Se ubican los  $\Delta 1$  y  $\Delta 2$  para poder cubrir toda el área del terreno.
2. En el terreno correspondiente se determina el  $\Delta 1$  en el cual se pone la ubicación relativa, con el fin, de poder referir todos los puntos, cambios de alturas en el terreno y demás objetos y detalles que se puedan encontrar.
3. Por este método y para disminuir errores de medición se comienza a abscisar cada 10 m. hasta el final de lote o hasta completar el área total.
4. Por diferencias de altura, ondulaciones o huecos que se encuentren en el terreno que se está abscisando, se debe fraccionar la medida de la cinta hasta el punto donde se encuentra el detalle o la diferencia y se registra en la cartera la medida o distancia que marca hasta ese punto.
5. La forma correcta de registrar las distancias a los detalles que se encuentran aledaños a la línea (imaginaria) de recorrido es medir desde el punto central hasta donde se encuentra el detalle u obstáculo y se debe especificar si este está ubicado a la derecha o a la izquierda de la línea principal.
6. Finalmente, se llega al  $\Delta 2$  y se registra la última distancia del terreno.

## TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N° 2:

1. Se procede a realizar el cálculo del área por medio de las metodologías explicadas para el desarrollo de la práctica.
2. Llenado de cartera organizada con los datos tomados
3. Dibujo del lote y de los detalles encontrados en el terreno
4. Entrega final de cartera o informe en la fecha indicada por el ingeniero.

*Nota: (Véase la guía del orden que se debe seguir para la entrega de los informes y los planos de las prácticas).*

## PRACTICA N° 3

### LEVANTAMIENTO DE CAMPO CON EL NIVEL LOCKE Y ABNEY

#### OBJETIVO.

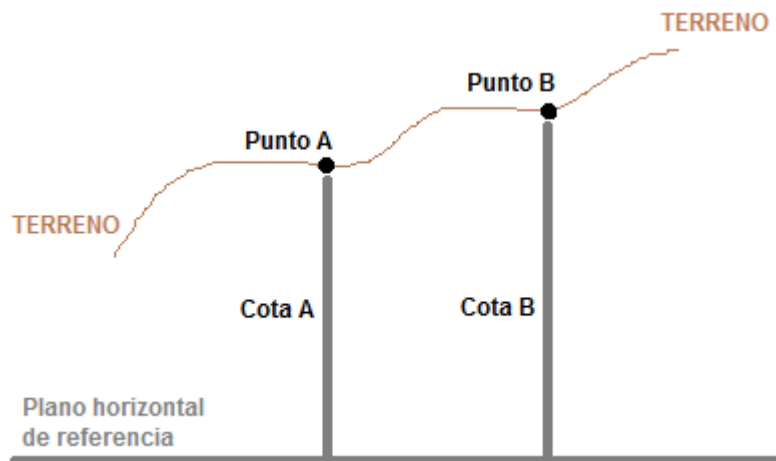
Determinar las diferencias de altitud de un punto a otro midiendo las distancias verticales en un terreno, respecto a un plano horizontal de referencia.

**EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:** Jalón, Nivel Locke, Nivel Abney, Mira Taquimétrica, Cinta métrica.

#### CONCEPTOS BÁSICOS.

- **Cota:** Es la distancia vertical que se encuentra entre un plano de referencia horizontal determinado (altitud sobre el nivel del mar) y un punto de terreno.

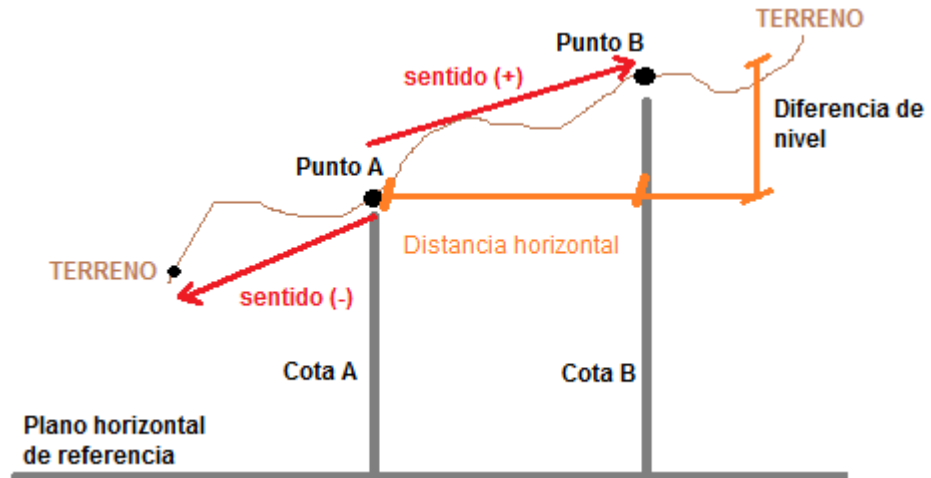
ILUSTRACIÓN 1. COTAS DEL TERRENO APLICADO PARA EL NIVEL LOCKE Y ABNEY.



Fuente: Autor, 19/07/2017.

- **Desnivel:** Es la distancia vertical que se encuentra entre un punto A y un punto B del terreno. Es fundamental tener en cuenta si el desnivel es positivo o negativo, para ello se entiende que si el terreno comienza a subir desde el punto A hacia el punto B es positivo, de lo contrario será negativo.

ILUSTRACIÓN 2. DESNIVEL DEL TERRENO APLICADO PARA NIVEL LOCKE Y ABNEY.



Fuente: Autor, 19/07/2017.

**FÓRMULAS DE CÁLCULO PARA EL DESNIVEL DEL TERRENO:**

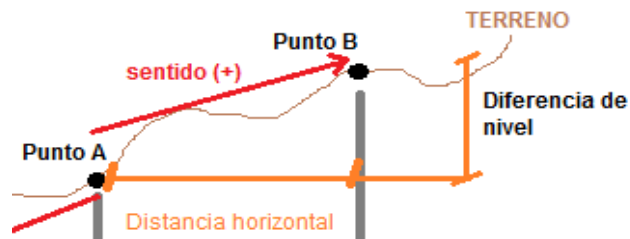
$$Cota_B = Cota_A + Diferencia\ de\ nivel_{A-B}$$

$$Diferencia\ de\ nivel_{A-B} = Cota_B - Cota_A$$

$$Diferencia\ de\ nivel_{A-B} = -Diferencia\ de\ nivel_{B-A}$$

- **Pendiente:** Es el grado de inclinación de la línea que une el punto A con el punto B del terreno. Es denotada con la letra (**m**).

ILUSTRACIÓN 3. PENDIENTE DEL TERRENO APLICADO PARA NIVEL LOCKE Y ABNEY.



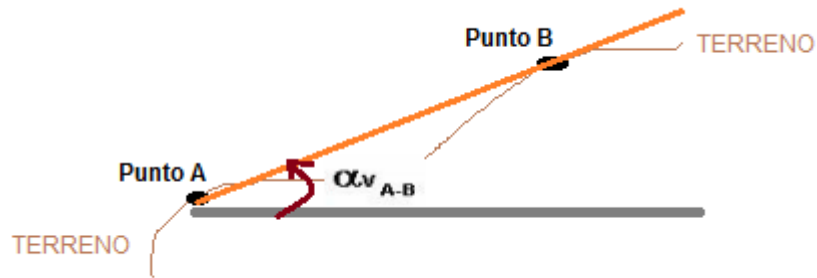
Fuente: Autor, 19/07/2017.

**FÓRMULAS DE CÁLCULO PARA LA PENDIENTE DEL TERRENO:**

$$m = \frac{Diferencia\ de\ nivel_{A-B}}{Distancia\ horizontal_{A-B}}$$

- **Ángulo de Inclinación:** Es el ángulo que se forma por la alineación entre el punto A y el punto B del terreno con respecto de una línea horizontal tomada.

#### ILUSTRACIÓN 4. ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL TERRENO APLICADO PARA NIVEL LOCKE Y ABNEY.



Fuente: Autor, 19/07/2017.

#### FÓRMULAS DE CÁLCULO PARA ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL TERRENO:

$$\alpha = \text{Tan} * \frac{\text{Diferencia de nivel}_{A-B}}{\text{Distancia horizontal}_{A-B}}$$

#### DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE CAMPO.

Tanto el nivel Locke como Abney se utilizan para hacer nivelaciones con poca precisión sobre el terreno, con el fin de medir las diferencias de altitud entre dos puntos.

#### NIVEL LOCKE

1. Se ubican los  $\Delta 1$  y  $\Delta 2$  para poder cubrir toda el área del terreno.
2. En el terreno correspondiente se determina el  $\Delta 1$  en el cual se pone la estaca inicial, desde la cual se van a comenzar a medir las diferencias de altura en los niveles, con respecto al terreno.
3. Colocar la mira taquimétrica cada 10m, en la mira se marca la altura del ojo de la persona que va a observar con el nivel Locke.
4. Colocar el nivel Locke sobre el jalón y observar que la burbuja del nivel tubular se encuentre en la mitad y así, se garantiza la horizontalidad del nivel.
5. Luego mirar a través del ocular hacia la mira taquimétrica y se empieza a mover el nivel hasta que la burbuja interna quede centrada con el hilo y se procede a tomar la lectura.
6. Finalmente, se llena la cartera de campo y se procede a realizar los cálculos.

## NIVEL ABNEY

Se realizan los mismos pasos que con el nivel Locke pero, el nivel Abney cuenta además con un círculo vertical graduado. Para poder realizar lo siguiente:

- a. Lanzar visuales horizontales de la misma forma que el nivel Locke.
- b. Averiguar la pendiente o ángulo vertical de una línea.
- c. Lanzar visuales inclinadas con una pendiente o ángulo vertical dados.<sup>1</sup>
  1. Se ubican los  $\Delta 1$  y  $\Delta 2$  para poder cubrir toda el área del terreno.
  2. En el terreno correspondiente se determina el  $\Delta 1$  en el cual se pone la estaca inicial, desde la cual se van a comenzar a medir las diferencias de altura en los niveles, con respecto al terreno.
  3. Se pone en ceros el índice del círculo vertical, se ajusta el tornillo de fijación y se trabaja como si fuera un nivel Locke.
  4. Comenzar a abscisar cada 10 m, o hasta que se encuentre alguna ondulación o hundimiento del terreno.
  5. Colocar la mira taquimétrica cada 10m, en la mira se marca la altura del ojo de la persona que va a observar con el nivel Abney.
  6. Colocar el nivel Abney sobre el jalón y observar que la burbuja del nivel tubular se encuentre en la mitad y así, se garantiza la horizontalidad del nivel.
  7. Luego mirar a través del ocular hacia la mira taquimétrica y se empieza a mover el tornillo de sujeción del nivel hasta que la burbuja interna quede centrada con el hilo y se procede a tomar la lectura.
  8. Para los ángulos se debe tener en cuenta que la lectura del nivel desde el cero hacia la derecha son valores negativos y del cero hacia la izquierda son valores negativos.
  9. Identificar donde quedó la línea del cero ya que esta línea indica los grados de la lectura.
  10. Procurar que sea la misma persona la que tome todas las lecturas.
  11. Finalmente, se llena la cartera de campo y se procede a realizar los cálculos.

### TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N° 3:

1. Se proceden a realizar los cálculos respectivos con cada una de las formulas ilustradas anteriormente.
2. Llenado de cartera organizada con los datos tomados.
3. Plano.
4. Entrega final de cartera o informe en la fecha indicada por el ingeniero.

*Nota: (Véase la guía del orden que se debe seguir para la entrega de los informes y los planos de las prácticas).*

---

<sup>1</sup>Torres, A. Villate, E. Topografía, Universidad Nacional de Colombia, 2000. Capítulo 16. p.132.

## PRACTICA N° 4

### LEVANTAMIENTO DE CAMPO POR RADIACIÓN SIMPLE CON TRÁNSITO

#### OBJETIVO.

Aprender a utilizar el tránsito de forma adecuada para el levantamiento topográfico de un terreno por el método de radiación simple, con el fin de, adquirir habilidades y destrezas en el cálculo de coordenadas N-S y E-W, y calcular correctamente el área del terreno.

**EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:** Jalón, Tránsito, Brújula, Plomada, Cinta métrica, Trípode, Maceta, Estacas, Puntillas.

#### DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE CAMPO.

El levantamiento de un lote por medio de Radiación simple es aplicable cuando el terreno tiene un área relativamente pequeña, este método consiste en ubicar una estaca en un punto dentro del terreno desde el cual se pueda observar perfectamente todo el perímetro del lote, y así poder llegar a todos los vértices y se puedan realizar lecturas de los ángulos.<sup>2</sup>

En forma de ejemplo se plantea el siguiente ejercicio con el fin de explicar el procedimiento del levantamiento.

1. Reconocimiento del perímetro del terreno.
2. Ubicar la Estación A, desde un punto central pero que se puedan ver todos los puntos o perímetro completo del terreno.
3. Se arma y nivela el teodolito en la estación A y se coloca en ceros con la norte magnética.
4. Ubicar en número de puntos o vértices necesarios para cubrir todo el contorno del terreno.
5. Medir con la cinta métrica las distancias que hay desde la estación A, hasta cada uno de los puntos. (para mayor exactitud se pueden medir en distancias de 10m hasta llegar al punto).
6. Con la norte magnética en ceros y todos los puntos ubicados se comienzan a medir de punto a punto los Azimutes con el teodolito hasta llegar nuevamente al punto 1 donde se inició la radiación.

---

<sup>2</sup> Nope, H. Lisardo, H. Guevara, J. Manual de prácticas de planimetría en topografía. Universidad del Cauca, 2007.



**TABLA 2. INTRODUCCIÓN DE DATOS INICIALES DEL TERRENO PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE RADIACIÓN SIMPLE.**

TABLA DE DATOS					
ESTACIÓN	PUNTO	AZIMUTH	AZIMUTH DECIMALES	DISTANCIA	OBSERVACIONES
A					
	1	15°03'15,12"	15,0541667	15,20	
	2	80°11'03"	80,1841667	15,20	
	3	132°49'50"	132,830556	32,10	
	4	181°9'40"	181,161111	15,20	
	5	261°15'36"	261,26	15,20	
	6	309°20'32"	309,342222	32,10	
	1	15°03'09"	15,0525		

Fuente: Autor, 19/07/2017.

2. En el ejemplo se puede evidenciar que el error en la precisión de los ángulos tomados para la radiación simple con el tránsito fue de:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth} - \text{Azimuth}_A &= \text{Diferencia de grados en lecturas} \\ \text{Azimuth}_1 - \text{Azimuth} &= (15^\circ 03' 15") - (15^\circ 03' 09") \\ \text{AZIMUTH}_1 - \text{AZIMUTH}_A &= 0^\circ 0' 06" \end{aligned}$$

La precisión no puede ser mayor a la del tránsito (30"), si no indica que hubo algún movimiento o desnivelación a la hora de realizar la práctica.

- En la casilla ESTACIÓN se anota el nombre o letra con la cual se identifica en el terreno la ubicación exacta de donde se armó la estación y se tomaron todas las lecturas con el tránsito.
- En la casilla PUNTO se anotan de arriba hacia abajo todos los puntos o vértices que se ubicaron en campo para delimitar el perímetro del lote, en el ejemplo son 6 puntos por lo tanto se ubican de 1 al 6, pero al final se coloca de nuevo el punto 1 para hacer la vista de cierre del polígono.
- En la casilla AZIMUTH se anotan todos los ángulos que se observaron en cada una de las lecturas desde la estación (tránsito) hasta cada uno de los puntos estos datos esta en grados, minutos y segundos.
- En la casilla DISTANCIA se anotan cada una de las medidas que se tomaron con la cinta métrica, desde el centro de la estaca donde se ubicó el tornillo de referencia, hasta el centro de las estacas ubicadas en cada uno de los puntos o vértices del terreno.
- En la casilla OBSERVACIONES se anotan todos los comentarios o detalles que se consideren tener en cuenta o que se pueden encontrar en cada uno de los puntos.

3. Se comienzan a realizar una serie de cálculos pequeños y muy sencillos para determinar las proyecciones y coordenadas de los puntos.

**TABLA 3. CARTERA DE COORDENADAS PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE RADIACIÓN SIMPLE.**

CARTERA DE COORDENADAS						
PUNTO	AZIMUTH	DISTANCIA	PROYECCIONES		COORDENADAS	
			NORTE-SUR	ESTE-OESTE	NORTE	ESTE
<b>A</b>					<b>100</b>	<b>100</b>
1	15,0541667	15,20	14,678	3,948	114,678	103,948
2	80,1841667	15,20	2,591	14,977	102,591	114,977
3	132,830556	32,10	-21,823	23,541	78,177	123,541
4	181,161111	15,20	-15,197	-0,308	84,803	99,692
5	261,26	15,20	-2,310	-15,023	97,690	84,977
6	309,342222	32,10	20,350	-24,825	120,350	75,175

Fuente: Autor, 19/07/2017.

- En la casilla PUNTO se anota en primer lugar el punto de mira de radiación (A) para este ejemplo, y hacia abajo todos los vértices que se ubicaron en terreno.
- En la casilla AZIMUTH se anota cada uno de los ángulos observados en las lecturas tomadas desde la estación o tránsito. Estos pueden ser operados en grados, minutos y segundos o se pueden pasar a decimales.
- En las casillas PROYECCIONES se encuentra una casilla para la proyección NORTE-SUR y la proyección ESTE-OESTE.
  - La forma de calcular las proyecciones es la siguiente:  
Para el punto 1.

$$\begin{aligned}
 P_{NORTE-SUR} &= \text{Distancia} * \text{Coseno}(\text{Azimuth}) \\
 P_{NORTE-SUR} &= 15,20 * \text{Coseno}(15,0541667) \\
 P_{NORTE-SUR} &= \mathbf{14,678}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{ESTE-OESTE} &= \text{Distancia} * \text{Seno}(\text{Azimuth}) \\
 P_{ESTE-OESTE} &= 15,20 * \text{Seno}(15,0541667) \\
 P_{ESTE-OESTE} &= \mathbf{3,948}
 \end{aligned}$$

- En las casillas COORDENADAS se encuentra una casilla para la coordenada NORTE y otra casilla para la coordenada ESTE.
  - La forma para calcular las coordenadas es la siguiente:

Para el punto 1.

$$COOR_{NORTE-SUR} = Coordenada_{Norte-Sur}estación + P_{Norte-Sur}$$

$$COOR_{NORTE-SUR} = 100 + 14,678$$

$$COOR_{NORTE-SUR} = 114,678$$

$$COOR_{ESTE-OESTE} = Coordenada_{Este-Oeste}estación + P_{Este-Oeste}$$

$$COOR_{ESTE-OESTE} = 100 + 3,948$$

$$COOR_{ESTE-OESTE} = 103,948$$

4. Se realiza el cálculo del área total del terreno.
  - a. En la casilla PUNTO se anotan de arriba hacia abajo todos los puntos o vértices que se ubicaron en campo para delimitar el perímetro del lote.
  - b. En las casillas COORDENADAS se encuentra una casilla para la coordenada NORTE y otra casilla para la coordenada ESTE. (su cálculo se explicó anteriormente).
  - c. En la casilla  $N^*E_{i+1}$  se realiza la siguiente operación para el primer cálculo del área:
    - Se multiplica la casilla NORTE en el punto 1 con la casilla ESTE en el punto 2, y el resultado se ubica en la casilla  $N^*E_{i+1}$  para el punto 2. (se realiza el mismo procedimiento en todas las casillas hasta llegar a la 1 final).

ILUSTRACIÓN 6. CÁLCULO DEL ÁREA DEL LOTE CON DIRECCIÓN DE COORDENADAS NORTE- ESTE.

CALCULO DEL ÁREA DEL LOTE					
PUNTO	COORDENADAS		$N^*E_{i+1}$	$N_{i+1}^*E$	AREAS
	NORTE	ESTE			
1	114,678	103,948			
2	102,591	114,977	13185,428	10664,155	2521,272

Fuente: Autor, 19/07/2017.

- d. En la casilla  $N_{i+1}^*E$  se realiza la misma operación pero ahora en sentido ESTE- NORTE.
  - Se multiplica la casilla ESTE en el punto 1 con la casilla NORTE en el punto 2, y el resultado se ubica en la casilla  $N_{i+1}^*E$  para el punto 2. (se realiza el mismo procedimiento en todas las casillas hasta llegar a la 1 final).

**ILUSTRACIÓN 7. CÁLCULO DEL ÁREA DEL LOTE CON DIRECCIÓN DE COORDENADAS ESTE-NORTE.**

CALCULO DEL ÁREA DEL LOTE					
PUNTO	COORDENADAS		N*E <sub>i+1</sub>	N <sub>i+1</sub> *E	AREAS
	NORTE	ESTE			
1	114,678	103,948			
2	102,591	114,977	13185,428	10664,155	2521,272

Fuente: Autor, 19/07/2017.

- e. En la casilla AREAS se hace la resta entre las casillas N\*E<sub>i+1</sub> menos N<sub>i+1</sub>\*E (**N\*E<sub>i+1</sub> - N<sub>i+1</sub>\*E**). para obtener en cada punto un área.

**TABLA 4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LAS ÁREAS EN CADA PUNTO PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE RADIACIÓN SIMPLE.**

CALCULO DEL ÁREA DEL LOTE					
PUNTO	COORDENADAS		N*E <sub>i+1</sub>	N <sub>i+1</sub> *E	AREAS
	NORTE	ESTE			
1	114,678	103,948			
2	102,591	114,977	13185,428	10664,155	2521,272
3	78,177	123,541	12674,244	8988,638	3685,606
4	84,803	99,692	7793,658	10476,670	-2683,012
5	97,690	84,977	7206,273	9738,945	-2532,672
6	120,350	75,175	7343,844	10226,907	-2883,063
1	114,678	103,948	12510,115	8620,912	3889,203

Fuente: Autor, 19/07/2017.

5. Finalmente para dar el valor del área total y definitiva del lote se realiza la sumatoria de todos los valores que están en la casilla ÁREAS y se dividen en 2.

**TABLA 5. CÁLCULO TOTAL DEL ÁREA DEL TERRENO PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE RADIACIÓN SIMPLE.**

CALCULO DEL ÁREA DEL LOTE					
PUNTO	COORDENADAS		N*E <sub>i+1</sub>	N <sub>i+1</sub> *E	AREAS
	NORTE	ESTE			
1	114,678	103,948			
2	102,591	114,977	13185,428	10664,155	2521,272
3	78,177	123,541	12674,244	8988,638	3685,606
4	84,803	99,692	7793,658	10476,670	-2683,012
5	97,690	84,977	7206,273	9738,945	-2532,672
6	120,350	75,175	7343,844	10226,907	-2883,063
1	114,678	103,948	12510,115	8620,912	3889,203
<b>ÁREA TOTAL (m<sup>2</sup>):</b>					<b>998,667</b>
<b>ÁREA TOTAL (ha):</b>					<b>0,100</b>

Fuente: Autor, 19/07/2017.

$$\begin{aligned} \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)} &= \frac{\sum \text{AREAS}}{2} \\ \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)} &= \frac{1997,334}{2} \\ \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)} &= \mathbf{998,667} \end{aligned}$$

Para el valor en hectáreas simplemente se coge el área total en metros cuadrados y se divide en 10.000

$$\begin{aligned} \text{ÁREA TOTAL (ha)} &= \frac{998,667}{10000} \\ \text{ÁREA TOTAL (ha)} &= \mathbf{0,100} \end{aligned}$$

#### **TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N° 4:**

1. Se proceden a realizar los cálculos respectivos con cada una de las formulas ilustradas anteriormente.
2. Llenado de cartera organizada con los datos tomados.
3. Plano.
4. Entrega final de cartera o informe en la fecha indicada por el ingeniero.

**Nota:** (Véase la guía del orden que se debe seguir para la entrega de los informes y los planos de las prácticas).

## PRACTICA N° 5

### LEVANTAMIENTO DE CAMPO POR POLIGONAL CERRADA

#### OBJETIVO.

Comprender lo importante que es la precisión a la hora de realizar observaciones tanto de ángulos como lineales y poder realizar la corrección de los mismos ya que normalmente se presentan. Manipular de la forma correcta la estación e identificar los detalles que se encuentran aledaños o dentro del mismo lote ya sea por radiación o por normales, finalmente garantizar la adquisición de destrezas tanto en el cálculo de coordenadas como de áreas de terrenos.

**EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:** Jalón, Estación Total, Brújula, Plomada, Cinta métrica, Trípode, prisma, Maceta, Estacas, Puntillas.

#### DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE CAMPO.

El levantamiento de un lote por medio de Poligonal Cerrada se usa generalmente cuando el terreno tiene un área relativamente extensa o grande, consiste en ubicar diferentes estacas en los linderos del terreno lo más cerca a los límites de este simulando los vértices que empezaran a crear un polígono, en el interior del terreno se ubican también unas estacas donde se ubicara la estación en cada una también, creando un polígono para desde allí poder observar todos los puntos tanto de límites del terreno, como detalles y posibles obstrucciones y así poder garantizar la precisión a la hora de la determinación del área del terreno.<sup>3</sup>

En forma de ejemplo se plantea el siguiente ejercicio con el fin de explicar el procedimiento del levantamiento.

1. Reconocimiento del perímetro del terreno.
2. Ubicar los puntos  $\Delta 1$ ,  $\Delta 2$  y  $\Delta 3$  donde se ubicará la estación en cada uno de ellos para poder precisar todos los lados y detalles de la poligonal.
3. Se arma, centra y nivela la estación en  $\Delta 1$  y se coloca en ceros con la norte magnética.

---

<sup>3</sup> lbit p.41.

4. Ubicar en número de puntos y detalles que más se puedan desde cada uno de los deltas donde se ubicará la estación.
5. Medir con la cinta métrica las distancias que hay desde la estación  $\Delta 1$  hasta cada uno de los puntos. (para mayor exactitud se pueden medir en distancias de 10 m hasta llegar al punto).
6. Con la norte magnética en ceros y todos los puntos que se pueden observar desde  $\Delta 1$ , ubicados se comienzan a medir de punto a punto los Azimutes con la estación hasta completar todos los detalles y los puntos asignados para esta primera estación.
7. Se da visual a la estación número 2, que ya ha sido materializada con la estaca en el terreno. Se define el alineamiento  $\Delta 1 - \Delta 2$  y se lee el azimut que marca; luego se toma la distancia de  $\Delta 1$  hasta  $\Delta 2$  cada 10 metros.
8. Se deben anotar cada uno de los azimutes y distancias correspondientes a cada una de las estaciones con sus puntos y detalles en la cartera de campo.
9. Se procede a realizar el amarre de la estación, Desde  $\Delta 1$  se amarra el ángulo del alineamiento  $\Delta 1 - \Delta 2$  y se lleva hasta la siguiente estación  $\Delta 2$ .
10. En  $\Delta 2$ , se vuelve a armar, centrar y nivelar la estación en  $\Delta 2$ , se da vista hasta  $\Delta 1$ , en este momento se ha trasladado la norte desde  $\Delta 1$  hasta  $\Delta 2$  y ya está lista para seguir tomando los detalles y los vértices nuevos desde  $\Delta 2$  y así sucesivamente por todos los puntos de cambio de estación.
11. Al completar todas las líneas y amarres de la poligonal y sus detalles, se registran todos los datos en la cartera, o se descargan desde el software de la estación en block de notas o civil 3D para iniciar con los cálculos de la poligonal.
12. Finalmente la diferencia entre el valor del azimut inicial y el azimut final será el error obtenido.<sup>4</sup>

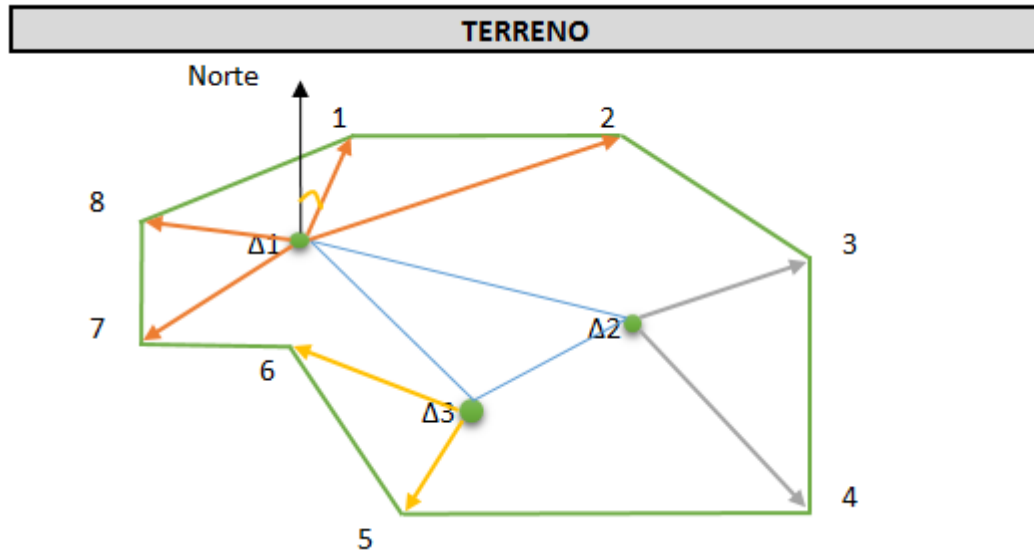
## **EJEMPLO DE CÁLCULO DEL MÉTODO POR POLIGONAL CERRADA.**

Supóngase la siguiente ilustración para la figura del lote:

---

<sup>4</sup> Santamaria, j. Sanz, T. (2004). Manual de prácticas de Topografía y Cartografía. Universidad de la Rioja. España.

ILUSTRACIÓN 8. FORMA DEL TERRENO PARA EL EJEMPLO DEL MÉTODO POLIGONAL CERRADA.



Fuente: Autor, 20/07/2017.

**PERÍMETRO: 1-2-3-4-5-6-7-8-1.**

En el siguiente ejemplo se muestra una explicación breve pero detallada del cálculo de cartera en Excel de cómo se determina el área del lote por medio de poligonal cerrada.

1. Se anotan los datos tomados en campo en la cartera. (ilustración de ejemplo de cartera o tabla de datos).

**TABLA 6. INTRODUCCIÓN DE DATOS INICIALES DEL TERRENO PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL CERRADA.**

CARTERA DE CAMPO					
ESTACIÓN	PUNTO	DISTANCIA	RADIO	AZIMUT	AZIMUTH DECIMALES
$\Delta 1$				143°14'35"	143,240556
	1	5,24	5,35	25°15'16"	25,25444444
	2	18,03	18,7	104°34'24"	104,5733333
	7	6,02	6,27	255°24'09"	255,4025
	8	12,08	12,15	292°13'20"	292,2222222
$\Delta 2$				205°34'40"	205,5777778
	3	6,17	6,21	125°26'42"	125,445
	4	15,36	15,43	198°17'22"	198,2894444
$\Delta 3$				199°24'45"	199,4125
	5	4,27	4,34	135° 42'07"	135,7019444
	6	10,29	10,32	202°21'36"	202,36
$\Delta 1$				143°14'20"	143,2388889

Fuente: Autor, 20/07/2017.

- Como ya se definió la ubicación del  $\Delta 1$ , se comienzan a enumerar los puntos o vértices en el sentido de las manecillas del reloj, se define como número 1 el primer punto que aparece al empezar a leer el azimut (siempre en sentido derecho), hasta el punto  $\Delta 2$ .

**TABLA 7. INTRODUCCIÓN DE DATOS TOMADOS EN CAMPO PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL CERRADA.**

TABLA DE DATOS			
ESTACIÓN	PUNTO	RADIO	AZIMUTH
$\Delta 1$			
	1	5,35	25°15'16"
	2	18,7	104°34'24"
	7	6,27	255°24'09"
	8	12,15	292°13'20"
$\Delta 2$			143°14'35"

Fuente: Autor, 20/07/2017.

- Se realiza el mismo procedimiento del punto 2, hasta llegar al  $\Delta 3$  (o los deltas que se hayan materializado), y después de pasar por todos los puntos, finalmente se regresa al  $\Delta 1$ .

4. Como ya se comentó anteriormente se corrobora el posible error entre el azimut inicial y el azimut final aplicando la siguiente fórmula.

$$T = n * A$$

Dónde: T = Tolerancia

n = Número de estaciones

A = Aproximación de la estación

$$T = 3 * 30''$$

$$T = 0^{\circ} 01' 30''$$

5. Luego de haber calculado la tolerancia, se procede a realizar el cálculo del error total, de la siguiente manera:

$$\text{Error total} = \text{Azimuth inicial} - \text{Azimuth final}$$

$$\text{Error total} = 143^{\circ} 14' 35'' - 143^{\circ} 14' 20''$$

$$\text{ERROR TOTAL} = 0^{\circ} 0' 15''$$

6. Luego se procede a calcular el error relativo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Error relativo} = \frac{\text{Error total}}{\text{Número de estaciones}}$$

$$\text{Error relativa} = \frac{0^{\circ} 0' 15''}{3}$$

$$\text{ERROR RELATIVO} = 0^{\circ} 0' 05''$$

**TABLA 8. CÁLCULO DE PROYECCIONES ANGULARES POR POLIGONAL CERRADA.**

CARTERA DE PROYECCIONES ANGULAR			
ESTACIÓN	AZIMUTH MEDIDO	CORRECCIÓN DE AZIMUT	AZIMUTH CORREGIDO
<b>Δ1</b>			
	143°14'35"	0 * -(00°00'05") = 00°00'00"	143°14'35"
<b>Δ2</b>			
	205°34'40"	1 * -(00°00'05") = 00°00'05"	205°34'35"
<b>Δ3</b>			
	199°24'45"	2 * -(00°00'05") = 00°00'10"	101°24'35"
<b>Δ1</b>			
	143°14'20"	3 * -(00°00'05") = 00°00'15"	143°14'05"

Fuente: Autor, 20/07/2017.

- a. En la casilla ESTACIÓN se anotan de arriba hacia abajo todos los puntos materializados donde se ubicaran en campo las estaciones para iniciar con la poligonal.
  - b. En la casilla AZIMUTH MEDIDO se colocan cada uno de los azimut que se visualizaron en campo del  $\Delta 1$  y pasa por el  $\Delta 2$ ,  $\Delta 3$  hasta llegar de nuevo a  $\Delta 1$ , (lecturas tomadas en el sentido de las manecillas del reloj).
  - c. En la casilla CORRECCIÓN DE AZIMUTH se realizó lo siguiente:
    - o Como el error relativo que se obtuvo es de  $0^{\circ}0'05''$  este valor se le resta a cada una de los puntos que se materializaron para así poder dar el valor corregido del azimut.
  - d. En la casilla AZIMUTH CORREGIDO se introduce el nuevo valor del azimut ya con el grado de precisión que tiene la estación.
7. Se procede a realizar el cálculo de las proyecciones, pero inicialmente estas proyecciones son únicamente de los puntos materializados por donde se trasladó la estación.

**TABLA 9. CÁLCULO DE PROYECCIONES EN LOS PUNTOS DE CAMBIO DE ESTACIÓN PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL CERRADA.**

CARTERA DE PROYECCIONES DE LAS ESTACIONES										
ESTACIÓN	AZIMUTH	DISTANCIA	PROYECCIONES				PROYECCIONES CORREGIDAS			
			NORTE	SUR	ESTE	OESTE	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
$\Delta 1$										
	143,241	41,37	-33,144			24,758	-33,144			24,758
$\Delta 2$										
	205,578	21,53		-19,420	19,445			-19,415	19,682	
$\Delta 3$										
	199,413	14,56		-13,732	4,839			-13,729	5,076	
$\Delta 1$										
$\Sigma$	143,239	77,46	-33,144	-33,152	24,284	24,758	-33,144	-33,144	24,758	24,758
			$\Delta(N-S)=$	0,009	$\Delta(E-O)=$	-0,474	$\Delta(N-S)=$	0,000	$\Delta(E-O)=$	0,000
			$\Sigma N+S =$	-66,296	$\Sigma E+O =$	49,043	$\Sigma N+S =$	-66,288	$\Sigma E+O =$	49,516

Fuente: Autor, 20/07/2017.

- a. En la casilla ESTACIÓN se anotan de arriba hacia abajo todos los puntos materializados donde se ubicaran en campo las estaciones para iniciar con la poligonal.
- b. En la casilla AZIMUTH se anotan los azimutes tomados en campo de cada uno de los puntos materializados y su sumatoria al final.

- c. En la casilla DISTANCIA se anotan cada uno de los valores que se midieron con la cinta métrica cada 10 metros hasta llegar a donde se encontraban cada uno de los puntos.
- d. En la casilla PROYECCIONES se encuentra 4 subcasillas donde en cada uno de ellas están las proyecciones analizadas en el sentido NORTE, SUR, ESTE y OESTE; donde fueron calculadas de la siguiente manera:
- Para la proyección NORTE y SUR:

$$\begin{aligned}
 P_{NORTE} &= \text{Distancia} * \text{Coseno}(\text{Azimuth}) \\
 P_{NORTE} &= 41,37 * \text{Coseno}(143^{\circ}14'35'') \\
 P_{NORTE} &= -33,144
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{SUR} &= \text{Distancia} * \text{Coseno}(\text{Azimuth}) \\
 P_{SUR} &= 21,53 * \text{Coseno}(205^{\circ}34'40'') \\
 P_{SUR} &= -19,420
 \end{aligned}$$

- Para la proyección ESTE y OESTE:

$$\begin{aligned}
 P_{ESTE} &= \text{Distancia} * \text{Seno}(\text{Azimuth}) \\
 P_{ESTE} &= 21,53 * \text{Seno}(205^{\circ}34'40'') \\
 P_{ESTE} &= 19,445
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{OESTE} &= \text{Distancia} * \text{Seno}(\text{Azimuth}) \\
 P_{OESTE} &= 41,37 * \text{Seno}(143^{\circ}14'35'') \\
 P_{OESTE} &= 24,758
 \end{aligned}$$

Teniendo que  $\Delta N-S = (\Sigma \text{Proyecciones norte}) - (\Sigma \text{Proyecciones sur})$ , se pudo observar que la proyección Sur es un poco mayor por decimales a la proyección Norte de 0,009.

Ahora,  $\Sigma N+S = (-33,144) + (-19,420)$ , Se tiene que es de -52,564.  
 Y el mismo procedimiento para las proyecciones ESTE y OESTE  $\Delta N-S = (\Sigma \text{Proyecciones este}) - (\Sigma \text{Proyecciones oeste})$ , se pudo observar que la proyección Oeste es un poco mayor por decimales a la proyección Este de -0,474.

Ahora,  $\Sigma E+W = (19,445) + (24,758)$ , Se tiene que es de 44,203.

- e. En la casilla PROYECCIONES CORREGIDAS, al corregir los errores dados de 0,009 y 0,474. Se vuelven a calcular las proyecciones en los puntos.

8. El siguiente paso es, realizar la cartera de las coordenadas de los puntos donde se ubicaron las estaciones.

**TABLA 10. CÁLCULO DE COORDENADAS EN LOS PUNTOS DE CAMBIO DE ESTACIÓN PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL CERRADA.**

CARTERA DE COORDENADAS DE LAS ESTACIONES						
ESTACIÓN	PROYECCIONES CORREGIDAS				COORDENADAS	
	NORTE	SUR	ESTE	OESTE	NORTE	ESTE
<b>Δ1</b>					<b>100</b>	<b>100</b>
	-33,144			24,758	66,856	124,758
<b>Δ2</b>						
		-19,415	19,682		80,585	119,682
<b>Δ3</b>						
		-13,729	5,076		86,27073354	105,076
<b>Δ1</b>						

Fuente: Autor, 20/07/2017.

- En la casilla ESTACIÓN se anotan de arriba hacia abajo todos los puntos materializados donde se ubicaran en campo las estaciones para iniciar con la poligonal.
- Partiendo desde la casilla de PROYECCIONES CORREGIDAS se procede a realizar el cálculo de las coordenadas.
- En la casilla COORDENADAS se encuentran 2 subcasillas NORTE y ESTE, donde se utilizó la siguiente formula:

$$COOR_{NORTE} = COOR_{NORTE} + P_{NORTE}$$

$$COOR_{NORTE} = 100 + (-33,144)$$

$$COOR_{NORTE} = 66,850$$

$$COOR_{ESTE} = COOR_{ESTE} + P_{ESTE}$$

$$COOR_{ESTE} = 100 + 24,758$$

$$COOR_{ESTE} = 124,758$$

9. Luego se realizan los mismos pasos utilizando las mismas formulas explicadas anteriormente; y se realiza el cálculo de cada uno de los vértices

y detalles de la poligonal total, para así poder tener los lados completos de la misma.

**TABLA 11. CÁLCULO DE LAS COORDENADAS EN LOS VERTICES DEL TERRENO PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL CERRADA.**

CARTERA DE COORDENADAS DE VERTICES								
ESTACIÓN	PUNTO	DISTANCIA	RADIO	AZIMUT	PROYECCIONES		COORDENADAS	
					NORTE-SUR	ESTE-OESTE	NORTE	ESTE
<b>Δ1</b>							<b>100</b>	<b>100</b>
	1	5,24	5,35	25,254	4,739	2,236	104,739	102,236
	2	18,03	18,7	104,573	-4,537	17,450	95,463	117,450
	7	6,02	6,27	255,403	-1,517	-5,826	98,483	94,174
	8	12,08	12,15	292,222	4,569	-11,183	104,569	88,817
<b>Δ2</b>							<b>80,585</b>	<b>119,682</b>
	3	6,17	6,21	125,445	-3,578	5,027	96,422	105,027
	4	15,36	15,43	198,289	-14,584	-4,820	85,416	95,180
<b>Δ3</b>							<b>86,271</b>	<b>105,076</b>
	5	4,27	4,34	135,702	-3,056	2,982	96,944	102,982
	6	10,29	10,32	202,360	-9,516	-3,915	90,484	96,085
<b>Δ1</b>							<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Autor, 20/07/2017.

10. Finalmente, se realiza el cálculo de las áreas para determinar el área total del terreno por medio del método de poligonal cerrada.
  - a. En la casilla ESTACIÓN se anotan de arriba hacia abajo todos los puntos materializados donde se ubicaran en campo las estaciones para iniciar con la poligonal.
  - b. Con base en la casilla de COORDENADAS se encuentra una casilla para la coordenada NORTE y otra casilla para la coordenada ESTE. (su cálculo se explicó anteriormente).
  - c. En la casilla  $N \cdot E_{i+1}$  se realiza la siguiente operación para el primer cálculo del área:
    - Se multiplica la casilla NORTE en el punto 1 con la casilla ESTE en el punto 2, y el resultado se ubica en la casilla  $N \cdot E_{i+1}$  para el punto 2. (se realiza el mismo procedimiento en todas las casillas hasta llegar a la 1 final).

ILUSTRACIÓN 9. CÁLCULO DEL ÁREA DEL LOTE CON DIRECCIÓN DE COORDENADAS NORTE-ESTE.

CALCULO DEL ÁREA DEL LOTE					
PUNTO	COORDENADAS		N*E <sub>i+1</sub>	N <sub>i+1</sub> *E	AREAS
	NORTE	ESTE			
1	104,739	102,236			
2	95,463	117,450	12301,606	9759,748	2541,859

Fuente: Autor, 20/07/2017.

- d. En la casilla N<sub>i+1</sub>\*E se realiza la misma operación pero ahora en sentido ESTE- NORTE.
- Se multiplica la casilla ESTE en el punto 1 con la casilla NORTE en el punto 2, y el resultado se ubica en la casilla N<sub>i+1</sub>\*E para el punto 2. (se realiza el mismo procedimiento en todas las casillas hasta llegar a la 1 final).

ILUSTRACIÓN 10. CÁLCULO DEL ÁREA DEL LOTE CON DIRECCIÓN DE COORDENADAS ESTE- NORTE.

CALCULO DEL ÁREA DEL LOTE					
PUNTO	COORDENADAS		N*E <sub>i+1</sub>	N <sub>i+1</sub> *E	AREAS
	NORTE	ESTE			
1	104,739	102,236			
2	95,463	117,450	12301,606	9759,748	2541,859

Fuente: Autor, 20/07/2017.

- e. En la casilla ÁREAS se hace la resta entre las casillas N\*E<sub>i+1</sub> menos N<sub>i+1</sub>\*E (**N\*E<sub>i+1</sub> - N<sub>i+1</sub>\*E**). para obtener en cada punto un área.
- f. Finalmente, para dar el valor del área total y definitiva del lote se realiza la sumatoria de todos los valores que están en la casilla ÁREAS y se dividen en 2.

**TABLA 12. CÁLCULO DEL ÁREA TOTAL DEL TERRENO PARA EL EJEMPLO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL CERRADA.**

CALCULO DEL ÁREA DEL LOTE					
PUNTO	COORDENADAS		N*E <sub>i+1</sub>	N <sub>i+1</sub> *E	AREAS
	NORTE	ESTE			
1	104,739	102,236			
2	95,463	117,450	12301,606	9759,748	2541,859
3	98,483	94,174	8990,193	11566,796	-2576,603
4	104,569	88,817	8746,972	9847,682	-1100,711
5	96,422	105,027	10982,483	8563,927	2418,556
6	85,416	95,180	9177,412	8970,939	206,473
7	96,944	102,982	9227,097	8796,315	430,781
8	90,484	96,085	9314,895	9318,203	-3,307
1	104,739	102,236	10063,908	9250,653	813,255
<b>ÁREA TOTAL (m<sup>2</sup>):</b>					<b>1365,151</b>
<b>ÁREA TOTAL (ha):</b>					<b>0,137</b>

Fuente: Autor, 20/07/2017.

$$\begin{aligned} \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)} &= \frac{\sum \text{AREAS}}{2} \\ \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)} &= \frac{2730,303}{2} \\ \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)} &= \mathbf{1365,151} \end{aligned}$$

Para el valor en hectáreas simplemente se coge el área total en metros cuadrados y se divide en 10.000.

$$\begin{aligned} \text{ÁREA TOTAL (ha)} &= \frac{1365,151}{10000} \\ \text{ÁREA TOTAL (ha)} &= \mathbf{0,137} \end{aligned}$$

#### TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N° 5:

1. Se proceden a realizar los cálculos respectivos con cada una de las formulas ilustradas anteriormente.
2. Llenado de cartera organizada con los datos tomados.
3. Plano.
4. Entrega final de cartera o informe en la fecha indicada por el ingeniero.

**Nota:** (Véase la guía del orden que se debe seguir para la entrega de los informes y los planos de las prácticas).

## PRACTICA N° 6

### GUIA DEL SOFTWARE GNSS SOLUTION UTILIZADO PARA G.P.S.

#### OBJETIVO.

Realizar el trabajo de campo y luego los estudiantes pueden descargar los puntos y datos obtenidos del equipo de G.P.S a el software, con el fin de que puedan interpretarlos mejor, graficarlos y realizar los planos.

**EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:** Jalón, G.P.S, Receptor, cable de conexión, apoyo sobre el jalón, Tornillos de sujeción, computador con Windows y software GNSS Solutions.

#### DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO.

El software GNSS Solutions es un programa de computación especializado en entregar altos estándares de rendimiento a la hora de manejar sistemas de posicionamiento global en topografía, es muy fácil de utilizar y es compatible con la gran mayoría de aplicaciones y dispositivos o quipos utilizados en la topografía. Principalmente la idea es que los estudiantes aprendan a descargar los datos que quedan almacenados en el receptor para así poder trabajar con ellos.<sup>5</sup>

#### CÓMO DESCARGAR LOS DATOS DEL Z-MAX O PROMARK 3

1. Dar clic en el icono de GNSS Solutions en el escritorio del ordenador.

ILUSTRACIÓN 11. ÍCONO DEL SOFTWARE GNSS SOLUTIONS.



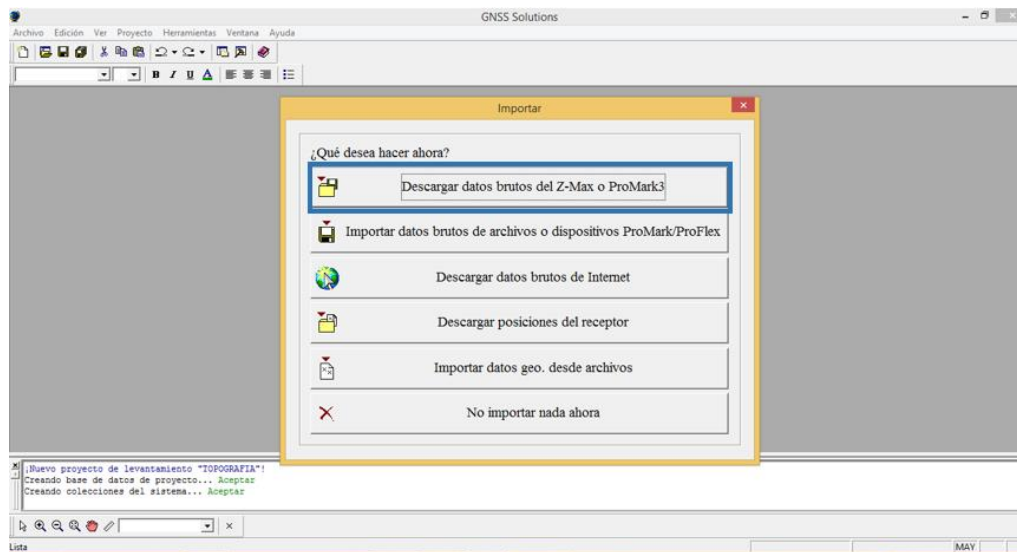
Fuente: TRIMBLE NAVIGATION LIMITED. (2010). Manual de referencia GNSS SOLUTION. [Ilustración]. Ca.

---

<sup>5</sup> TRIMBLE NAVIGATION LIMITED. (2010). Manual de referencia GNSS SOLUTIONS. California. Estados Unidos.

2. Al abrirse el software nos encontraremos con la siguiente ventana.

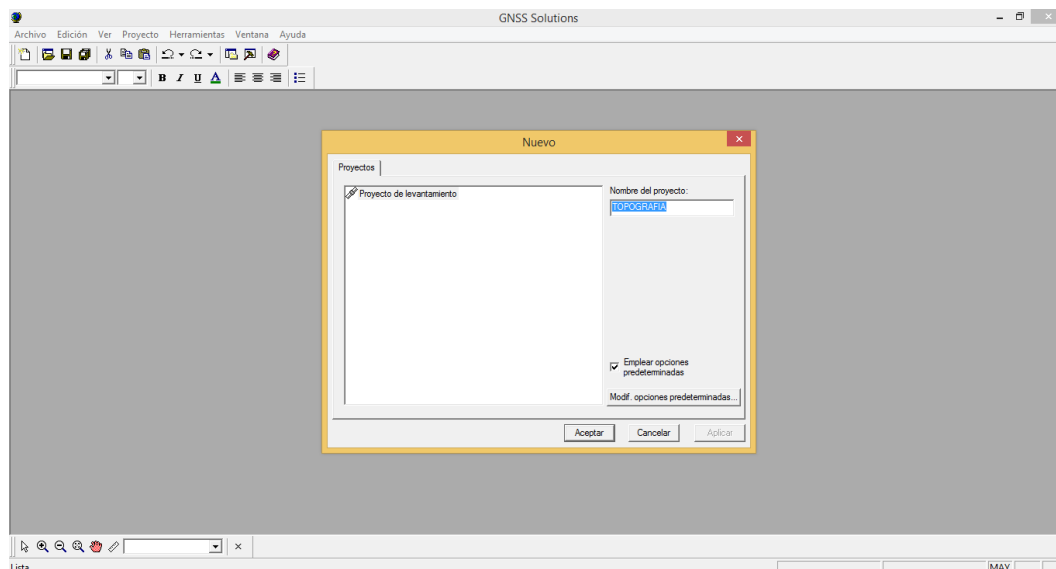
### ILUSTRACIÓN 12. VENTANA DE INICIO DONDE SE DESCARGAN LOS DATOS BRUTOS AL ORDENADOR.



Fuente: Autor, 03/08/2017.

3. Luego se da clic en CREAR UN PROYECTO NUEVO y nos aparece la siguiente ventana.

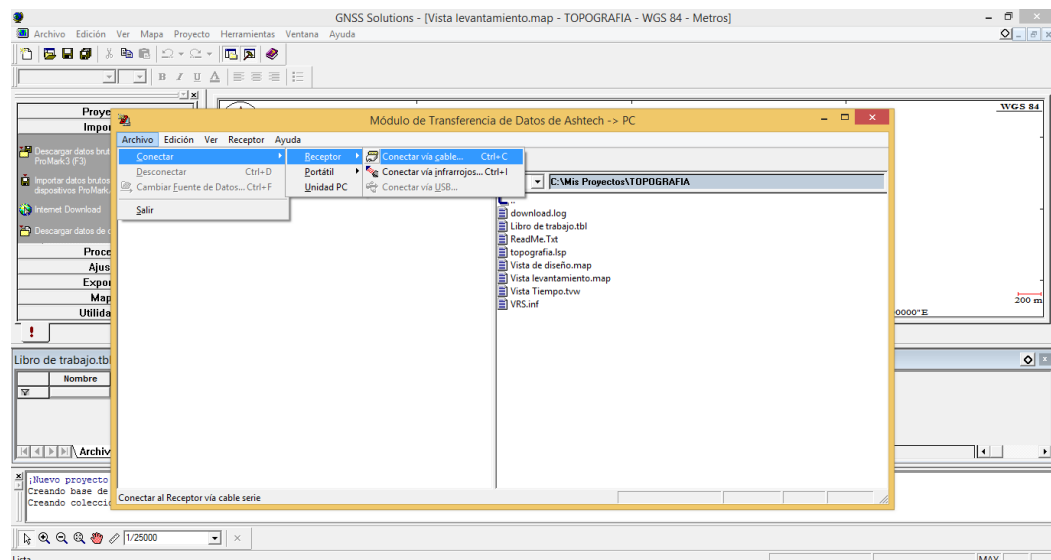
### ILUSTRACIÓN 13. ASIGNACIÓN DEL NOMBRE DEL PROYECTO.



Fuente: Autor, 03/08/2017.

4. En la casilla donde dice nombre el proyecto, se asigna el nombre que se quiera para identificar que ese es el proyecto que se acabó de realizar, y se da clic en aceptar.
5. El PROMARK 3 nos guarda la información de 2 maneras de forma bruta, es decir los puntos netos sin ningún tipo de arreglo o en tabla de Excel.
6. La descarga de estos datos se puede realizar mediante 3 métodos, puerto USB, sacar la tarjeta de memoria del PROMARK 3 e insertarla directamente en el computador o Vía puerto serie.
7. Se puede encender el receptor y se conecta al ordenador por medio del puerto USB o insertando la memoria del promark 3.
8. En seguida vaya a la barra de menús del GNSS Solutions, y seleccione el comando **Proyecto>Descargar datos brutos de Z-Max o ProMark 3.**
9. En la barra de menús de Descargas, se debe seleccionar **Archivo>Conectar>Receptor>Vía puerto USB.**

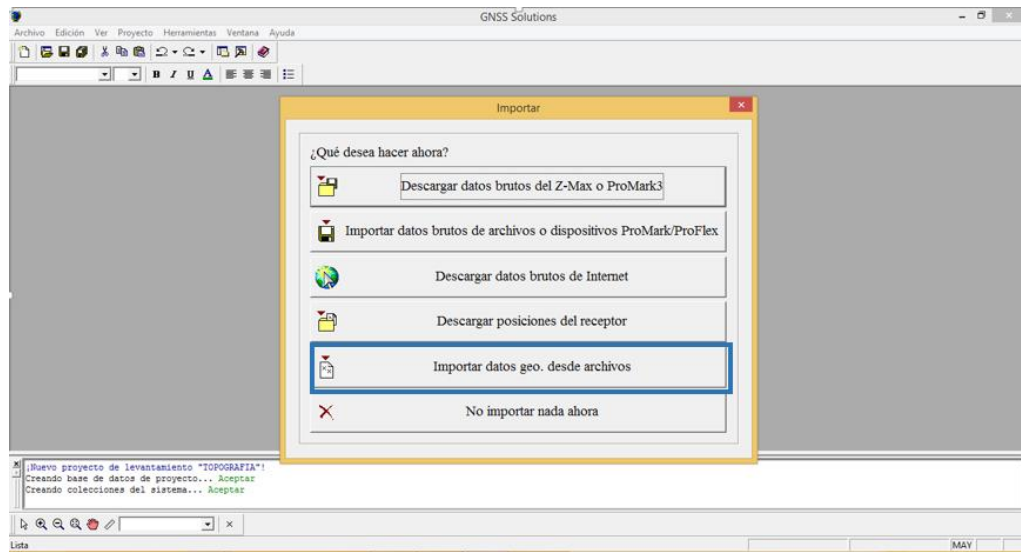
#### ILUSTRACIÓN 14. DESCARGAR DATOS BRUTOS DEL RECEPTOR AL SOFTWARE GNSS SOLUTIONS.



Fuente: Autor, 03/08/2017.

10. Si se quiere trabajar con los datos generados en el archivo de Excel por el PROMARK 3 también se puede y es un poco más fácil.
11. Se inserta la memoria de PROMARK 3 en el ordenador y se copian los archivos en el formato de Excel.
12. Luego en el software se da clic en la opción IMPORTAR DATOS GEO DESDE ARCHIVOS.

## ILUSTRACIÓN 15. IMPORTAR DATOS GEO. DESDE ARCHIVOS EN EXCEL.



Fuente: Autor, 03/08/2017.

13. Finalmente el software nos muestra los puntos de coordenadas que se tomaron con el G.P.S y se procede a trabajar con ellos.

### Nota:

1. El comando Proyecto>Descargar datos brutos de Z-Max o ProMark 3. No se debe confundir con Proyecto>Importar datos brutos desde archivos o ProMark 500.
2. No se puede descargar datos brutos Atom (archivos G \*.\* ) mediante el comando Proyecto>Descargar datos brutos de Z-Max o ProMark 3. En caso de que se necesite descargar datos brutos Atom se deben descargar por medio del comando Proyecto>Importar datos brutos desde archivos o ProMark 500.

### TRABAJO DE AULA PRÁCTICA N° 6:

1. Se proceden a realizar los planos y gráficos correspondientes al tipo de práctica que se realizó.
2. Entrega final de informe y planos en la fecha indicada por el ingeniero.

Nota: (Véase la guía del orden que se debe seguir para la entrega de los informes y los planos de las prácticas).

## **CONCLUSIONES**

Con el desarrollo de esta guía se orienta a los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomás en el desarrollo práctico de la asignatura de “Topografía y Fotogrametría”, tanto en el trabajo de campo, manejo y cuidado de equipos, como en el de oficina.

Se evidencio una mejora a la hora de la manipulación y utilización de los equipos por parte de los estudiantes, su correcta ubicación en cualquier tipo de terreno, con diferentes inclinaciones y así garantizar el desarrollo de habilidades como nivelación de equipos, llenado de carteras, cálculos, presentación de informes y planos, de la misma forma aplicar los diferentes niveles de precisión que se requieren para cada una de las prácticas.

Con los parámetros asignados para la entrega de informes, carteras de campo y planos, se genera un avance en el entendimiento de los levantamientos y una mejor comprensión de los conceptos y terminología que se aplicaron en cada una de las prácticas ya que de esta forma y orden se facilita su estudio y comprensión no solo por parte de los estudiantes, sino también de quien tenga acceso a esta misma.

## BIBLIOGRAFÍA

Juárez, A. <http://deperdidosalbosque.blogspot.com.co>. 2015. Fecha de consulta. (13/06/2017).

Macia Industrial. <http://www.fmacia.com>. 2016. Fecha de consulta. (13/06/2017).

Nope, H. Lisardo, H. Guevara, J. Manual de prácticas de planimetría en topografía. Universidad del Cauca, 2007. Práctica\_01.

Nope, H. Lisardo, H. Guevara, J. Manual de prácticas de planimetría en topografía. Universidad del Cauca, 2007. Práctica\_02.

Nope, H. Lisardo, H. Guevara, J. Manual de prácticas de planimetría en topografía. Levantamiento por Radiación. Universidad del Cauca, 2007. Práctica\_05.

Nope, H. Lisardo, H. Guevara, J. Manual de prácticas de planimetría en topografía. Levantamiento por Poligonal. Universidad del Cauca, 2007. Práctica\_08.

Rodríguez, J. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Guías elaboradas para la materia de Topografía.

Santamaria, j. Sanz, T. Manual de prácticas de Topografía y Cartografía. Accesorios y Herramientas. Universidad de la Rioja. España, 2004. p. 23 - 29.

Santamaria, j. Sanz, T. Manual de prácticas de Topografía y Cartografía. Práctica de campo por Radiación simple. Universidad de la Rioja. España, 2004. p. 51.

Santamaria, j. Sanz, T. Manual de prácticas de Topografía y Cartografía. Práctica de campo por Poligonal cerrada. Universidad de la Rioja. España, 2004. p. 61.

Torres, A. Villate, E. Topografía. Signos convencionales. Cuarta edición, Editorial Norma, 2000. Capítulo 6, p. 47.

Torres, A. Villate, E. Topografía. Método por Radiación simple. Cuarta edición, Editorial Norma, 2000. Capítulo 9, p. 71.

Torres, A. Villate, E. Topografía. Método por Poligonal cerrada. Cuarta edición, Editorial Norma, 2000. Capítulo 9, p. 75.

Torres, A. Villate, E. Topografía. Mediciones con niveles de mano. Cuarta edición, Editorial Norma, 2000. Capítulo 16 p. 131.

TRIMBLE NAVIGATION LIMITED. Manual de referencia GNSS SOLUTIONS. California. Estados Unidos, 2010. Capítulo 4, p. 51.

## ANEXO A.

### ENTREGA DE INFORMES

#### DOCUMENTOS QUE DEBEN SER ENTREGADOS CON LA REALIZACIÓN DE CADA PRÁCTICA

1. CARTERA DE CAMPO  
Debe incluir: Portada, Registro de datos, cálculos (de ser requeridos), Plano o dibujo, Localización del lote. (Deben ser entregadas al final de cada práctica).
2. INFORME Y HOJAS DE CÁLCULO.
3. PLANOS.

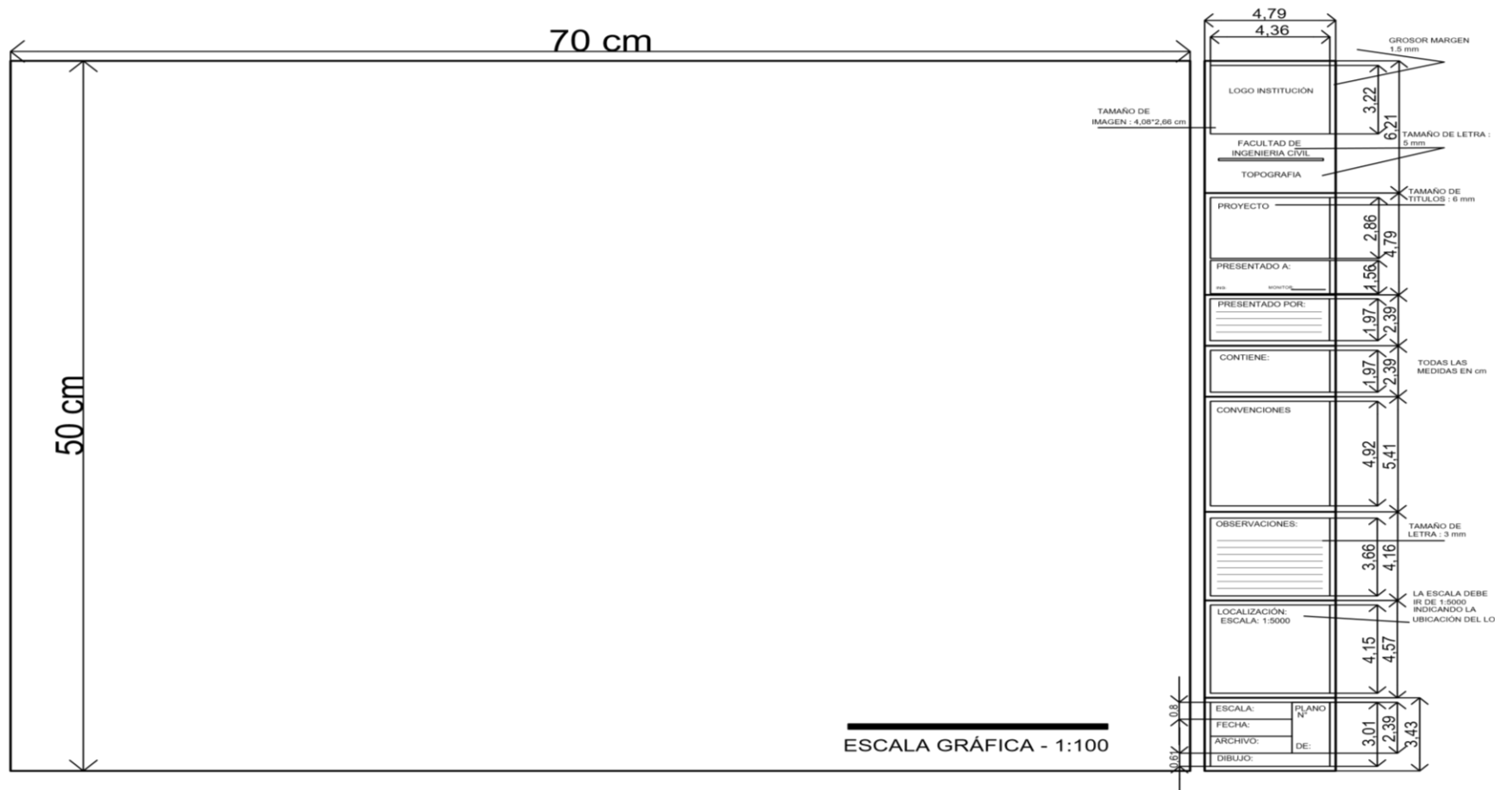
#### ORDEN QUE SE DEBE SEGUIR PARA LA ENTREGA DE INFORMES

1. Portadas
2. Tabla de contenido
3. Introducción
4. Objetivos:
  - Generales y específicos.
5. Equipos y Herramientas.
6. Procedimientos:
  - 6.1 Localización y descripción del lote o área de trabajo.
  - 6.2 Descripción de los procedimientos. (Prácticos o teóricos)
7. Cálculos:
  - 7.1 Fórmulas y ejemplos (fórmulas con editor de ecuaciones).
  - 7.2 Cuadro de Resultados.
8. Cálculo del área.
9. Análisis de resultados.
10. Planos o ilustraciones. (Con sus respectivas escalas numéricas y gráficas).
11. Conclusiones y Recomendaciones.
12. Bibliografía e Infografía.

#### Nota:

1. Los cuadros de resultados se pueden presentar según los ejemplos encontrados en Torres, A. Villate, E. (1968). Topografía. Cuarta edición.
2. Todos los informes deben ser presentados con Normas ICONTEC (Actualizadas).
3. Los planos o ilustraciones deben estar a escala indicando la norte respectiva

## ANEXO B. FORMATO OBLIGATORIO DE PRESENTACIÓN DE PLANOS



Fuente: Autor, 03/08/2017.

**NOTA:**

1. Las coordenadas dibujadas deben formar una cuadrícula de 10x10cm.
2. Todas las fuentes de los textos deben ir en Arial o Calibrí, con 6mm de altura.
3. El tipo de papel debe ser Bond Blanco, doblado según normas y anexo en sobre de manila con el informe escrito.
4. La escala gráfica no puede ser tapada por las líneas de las coordenadas.
5. Se puede colocar cualquier estilo de escala gráfica mientras sea la correcta.

## ANEXO C.

### CONVENCIONES A UTILIZAR EN LA ENTREGA DE LOS PLANOS.

Para la elaboración de planos ya sean con software (Civil 3D) como a mano alzada, se debe utilizar los siguientes símbolos convencionales con el fin de acoplar los planos a la simbología más utilizada para que cualquier profesional pueda identificar claramente el tipo de objeto presente.<sup>6,7,8.</sup>

- **CARRETERAS:**

CARRETERA A GRAN ESCALA



CARRETERA A PEQUEÑA ESCALA



CARRETEABLE EN PROYECTO



SENDERO O TROCHA



CARRETERA ASFALTADA



CARRETERA EN CONCRETO

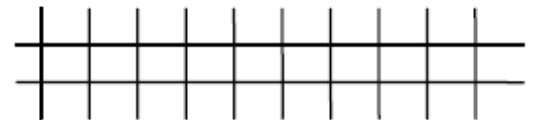


- **FERROCARRILES:**

DE UNA SOLA VÍA



DE DOBLE VÍA



<sup>6</sup> Nope, H. Lisardo, H. Guevara, J. Manual de prácticas de planimetría en topografía. Universidad del Cauca, 2007.

<sup>7</sup> Torres, A. Villate, E. Topografía. Universidad Nacional de Colombia. Cuarta edición, 2000. p. 131.

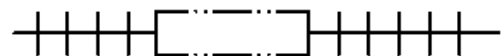
<sup>8</sup> Rodríguez, J. Guías elaboradas para la materia de Topografía. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

- **TÚNELES:**

TÚNEL EN CARRETERA

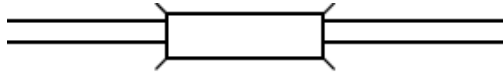


TÚNEL EN FERROCARRIL

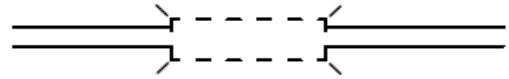


- **PUNENTES:**

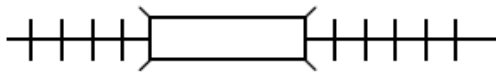
PUENTE EN CARRETERA



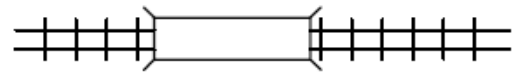
PUENTE EN PROYECTO



PUENTE EN FERROCARRIL  
DE UNA SOLA VÍA

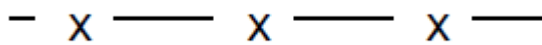


PUENTE EN FERROCARRIL  
DE DOBLE VÍA

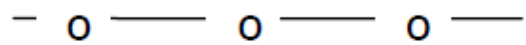


- **CERCAS:**

CERCA DE ALAMBRE DE PUAS



CERCA DE ALAMBRE LISO



CERCA DE VALLADO O SETOS



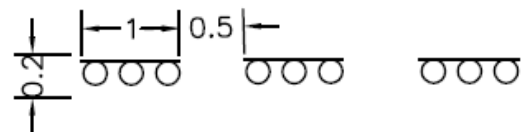
CERCA DE PIEDRA



CARCAVAS



MADERA

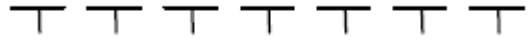


- **LÍNEAS:**

ELÉCTRICA



TELEFÓNICA



- **TUBERIAS:**

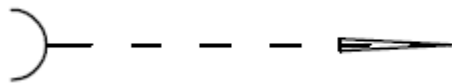
ACUEDUCTO



GASEODUCTO



ALCANTARILLADO EN PROYECTO



ALCANTARILLADO



- **POSTES:**

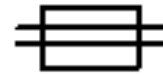
ELECTRICOS



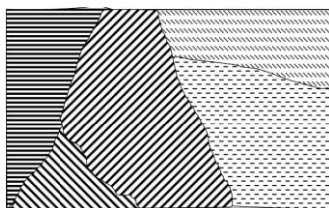
TELEFÓNICOS



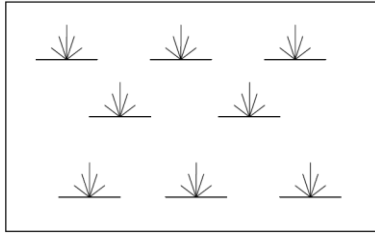
TORRES DE ALTA TENSIÓN



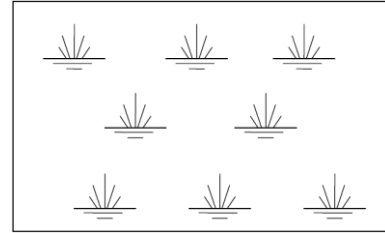
- **CULTIVOS:**



- **PASTOS:**



**PANTANOS:**



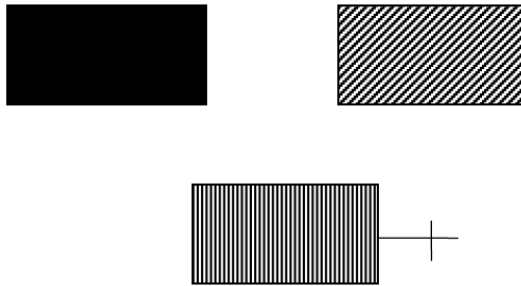
- **ARBOLES Y BOSQUES:**



**PALMERAS:**



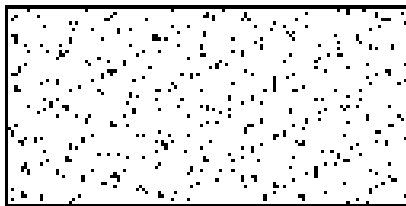
- **EDIFICACIONES:**



**CASAS:**

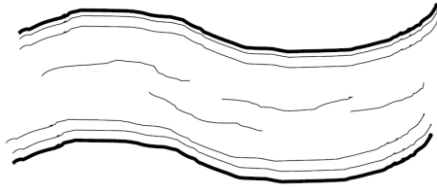


- **ZONAS VERDES:**



• **CORRIENTES DE AGUA:**

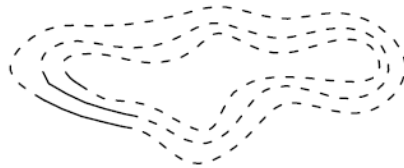
RÍO



QUEBRADA



LAGOS:



ACEQUIA:



• **OTROS:**

PUNTOS DE ALINEAMIENTO:



ESTACIÓN DE POLIGONAL:



ESTACION DE TRIANDULACIÓN:



ESTACIÓN GEODÉSICA:



BM:



HIDRANTE:



TAPA ALCANTARILLA:



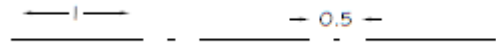
CURVAS DE NIVEL:



LINDERO NO MATERIALIZADO:



LÍNEA DE POLIGONAL:



- **FLECHA INDICADORA NORTE-SUR:**



Norte – Sur verdadero



Norte – Sur magnético





