

TOPOGRAFÍA 1

MANUAL DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

CUARTO SEMESTRE 2026

INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

Para la realización adecuada de las prácticas deberán atenderse las siguientes indicaciones:

1. Presentarse puntualmente a la hora del inicio del laboratorio y permanecer durante la duración de este.
2. Realizar las actividades y hojas de trabajo planteadas durante la práctica.
3. Participación y cuidado de cada uno de los integrantes del grupo en todo momento de la práctica.
4. Conocer la teoría (leer el manual antes de presentarse a cada práctica).
5. **No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio**, Si tiene llamadas laborales deberá atender las mismas únicamente en el horario de receso.
6. Si sale del salón de clases sin la autorización del docente perderá el valor de la práctica.
7. No puede atender visitas durante la realización de la práctica.
8. El horario de receso es únicamente de 15 minutos.
9. **Respeto dentro del laboratorio hacia los catedráticos o compañeros (as).**

La falta a cualquiera de los incisos anteriores será motivo de una inasistencia.

Considere que se prohíbe terminantemente comer, beber y fumar. Éstos también serán motivos para ser retirado de la práctica.

Recuerde que para tener derecho al punteo y aprobar el curso deberá presentarse a las prácticas y realizar las evaluaciones en línea, las cuales estarán habilitadas del **26 de octubre 2026 a las 8:00 al 30 de octubre 2026 a las 18:00.**

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD
Lunes	8:00 – 12:00	Práctica 1: Uso y conocimiento del teodolito
Martes	8:00 – 12:00	Práctica 2: Radiaciones
Miércoles	8:00 – 12:00	Práctica 3: Taquimetría
Jueves	8:00 – 12:00	Práctica 4: Dibujo de polígono
La evaluación virtual estará habilitada del 26 de octubre de 2026 a las 8:00 al 30 de octubre de 2026 a las 18:00. Para tener derecho al examen final y aprobar el curso, es obligatorio asistir a las prácticas presenciales, realizar las tareas, hojas de trabajo y completar la evaluación en línea dentro del periodo establecido.		

Nota: Las hojas de trabajo contarán como asistencia del día.

MATERIAL NECESARIO PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS

Práctica	HORARIO
1	• Hojas • Teodolito y Equipo topográfico • Calculadora • Lapicero / Lápiz
2	• Hojas • Teodolito • Calculadora • Lapicero / Lápiz • Juego de Reglas • Libreta topográfica
3	• Hojas • Teodolito • Calculadora • Lapicero / Lápiz • Juego de Reglas • Libreta topográfica
4	• Hojas Milimetradas • Teodolito • Calculadora • Lapicero / Lápiz • Juego de reglas • Libreta topográfica

PRÁCTICA No. 1: USO Y CONOCIMIENTO DEL TEODOLITO

Propósito de la práctica

- Conocer conceptos generales del uso del teodolito y sus partes
- Aplicar correctamente el centrado y la nivelación del equipo.

MARCO TEÓRICO

TOPOGRAFÍA

Se considera topografía a determinar el campo, ángulos y distancias que permiten mediante la utilización de cálculos matemáticos establecer la posición de puntos que al ser ordenados adecuadamente pueda formar polígonos, que a su vez se les puede determinar un área, perímetro y orientación para su posterior representación gráfica a escala.

Para estos datos, utilizamos ángulos y distancias las cuales nos indican datos como Azimut y Rumbo.

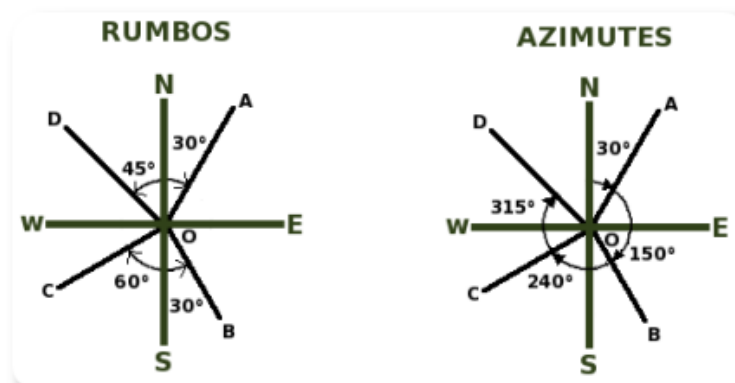
AZIMUT

Es un ángulo o medida que se mide con un teodolito y este nos indica que se un ángulo horizontal $\angle$ Hz.

Se necesita un punto de partida o punto de origen, el azimut parte del 0° y tiene un valor de 0° a 360° . Por ejemplo: $155^\circ 45' 35''$

RUMBO

Se mide de Norte a Sur y son medidas horizontales $\angle$ Hz, que se miden de 0° a 90° , utilizando los cuadrantes y se le colocan el punto cardinal al que se dirigen y que ángulo corresponde. Por ejemplo: N $75^\circ 25' 48''$ E



Para realizar una comparación o conversión de Rumbo a Azimut o Azimut a Rumbo se debe seguir la siguiente tabla:

Cuadrante	I	II	III	IV
Rumbo a Azimut	$\Delta Az = \Delta R$	$\Delta Az = 180^\circ - \Delta R$	$\Delta Az = 180^\circ + \Delta R$	$\Delta Az = 360^\circ - \Delta R$
Azimut a Rumbo	N ($\Delta Az = \Delta R$) E	S ($180^\circ - \Delta Az$) E	S ($\Delta Az - 180^\circ$) W	N ($360^\circ - \Delta Az$) W

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN EN TOPOGRAFÍA

TEODOLITO

El teodolito es el instrumento más conveniente para la medición de ángulos horizontales y verticales. A pesar de las múltiples diferencias existentes entre los diversos teodolitos, su concepción básica es la misma.



TEODOLITO ELECTRÓNICO

Para colocar un teodolito en posición de medición, los siguientes puntos son importantes: El centrado y la nivelación.

Centrado: Consiste en colocar el instrumento (teodolito) vertical, sobre el punto que define la estación.

Nivelación: Consiste en colocar el instrumento (teodolito) horizontal, sobre el punto que define la estación.

MATERIAL Y EQUIPO DE LA PRÁCTICA

Equipo:

- Teodolito
- Trípode
- Brújula

Materiales

- Lapicero
- Tabla para apuntes
- Hojas en blanco

Nota: **Los materiales** deben ser proporcionados por el estudiante.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA CENTRAR, NIVELAR Y ORIENTAR EL TEODOLITO

1. Se define la estación.
2. Se coloca y fija el teodolito sobre el trípode.
3. Se colocan los tornillos de nivelación (tornillos calantes) en su posición media.
4. Se fija una de las patas del trípode al suelo, las dos patas restantes se sujetan con las manos, observando a través de la plomada óptica, se centra el instrumento.
5. Se sujeta una de las patas del trípode y con movimientos verticales (hacia arriba o hacia abajo), se centra la burbuja del nivel circular.
6. Posteriormente vemos el nivel tubular (nivel horizontal) se nivela con los tres tornillos de nivelación; se coloca el nivel paralelo a dos de los tres tornillos y se giran simultáneamente en direcciones opuestas (hacia a dentro o hacia afuera) hasta que la burbuja quede en el centro.
7. En seguida giramos el teodolito 90° de modo que el nivel tubular quede perpendicularmente a los dos tornillos con que se nivelo anteriormente, luego corregimos el nivel solo con el tercer tornillo hasta que la burbuja quede en el centro.
8. Ahora regresamos el teodolito a su posición inicial, es decir paralelo a los dos tornillos iniciales, verificamos que la burbuja quede centrada en el nivel tubular, si no ocurre realizamos nuevamente el paso 6 y 7 hasta lograrlo.

9. Luego debemos orientar el aparato hacia el norte, se coloca el telescopio del teodolito paralelamente a la brújula orientada al norte y se coloca $000^{\circ}00'00''$ en el ángulo horizontal.
10. Se suelta el tornillo horizontal para ver que ya el equipo genera ángulo horizontal o azimutal.

HOJA DE TRABAJO 1

- Investigar: Uso y tipos de teodolito.
- Definición de las partes del teodolito

.PRÁCTICA No. 2: RADIACIONES

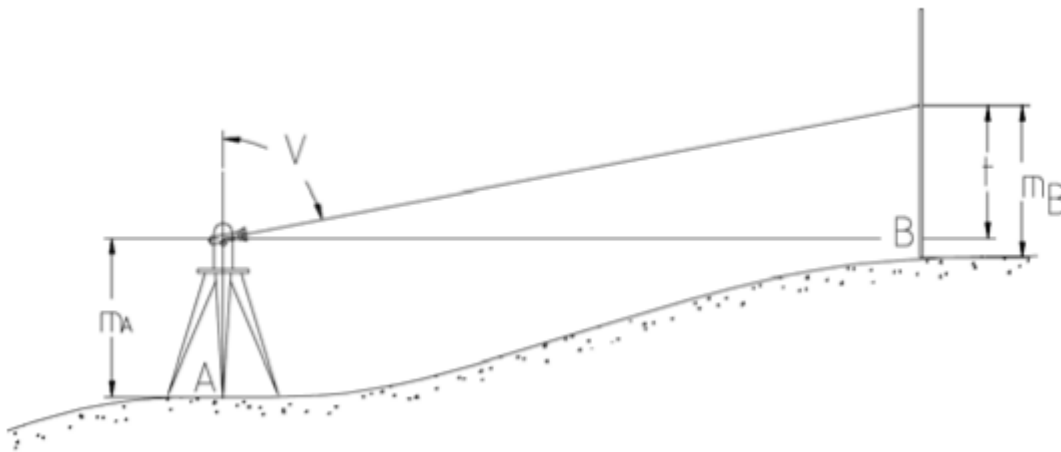
Propósito de la práctica

- Desarrollar práctica y teóricamente el concepto de Radiaciones utilizados en topografía.
- Interpretar datos obtenidos con instrumentos topográficos de forma exacta.
- Procesar la información de campo, obtenida del levantamiento topográfico.

MARCO TEÓRICO

RADIACIONES

Uno de los métodos de levantamiento de polígonos cerrados es el método de radiaciones, en el cual se emplea el teodolito, estación total o en uno de los casos más sencillos se usa cinta métrica. Consiste en estacionar nuestro equipo en un punto interior del polígono con dirección a los puntos establecidos, de los cuales se requiere determinar y orientar el instrumento para lectura de azimuth que corresponda a la visual dirigida al punto inicial.



El método de radiaciones sirve de auxilio a los levantamientos topográficos, en los cuales no es posible colocar el aparato sobre las estaciones que conforman la superficie a medir, y únicamente pueden ser observadas a cierta distancia. Este método resulta muy exacto para distancias cortas, sin embargo, se recomienda tener mucho cuidado al hacer las observaciones y tomar sus lecturas debido a que o se puede chequear error de cierre y la única forma de comprobar si el trabajo está aceptable, es volver a visar el primer ángulo al final del levantamiento para comprobar si no se ha cometido algún error. Si dicho ángulo varía y la diferencia es mayor que la aproximación del aparato, hay que efectuar nuevamente las lecturas y observaciones.

Ecuaciones para resolver el método de radiaciones

Latitud: $Lat = [\cos (Azimut)] * [Distancia]$

Longitud: $Long = [\sin (Azimut)] * [Distancia]$

Y total: $0.00 + Latitud$

X total: $0.00 + Longitud$

Coordenadas parciales en Y: $YP = P_{of} - P_{oo}$

Coordenadas parciales en X: $XP = P_{of} - P_{oo}$

Rumbo: $R = \arctan \frac{x}{y}$

Distancia entre puntos: $Dist_{p1-p2} = \sqrt{Y^2 + X^2}$

Multiplicación de coordenadas totales en forma cruzada (ver ejemplo).

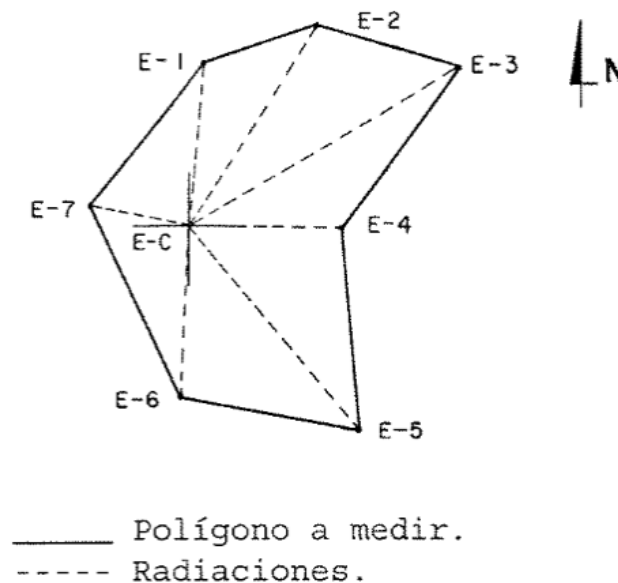
Área: $A = \frac{\Sigma Y_t - \Sigma X_t}{2}$

Para poder comprender el procedimiento del método de radiaciones debemos realizar el siguiente ejemplo:

Ejemplo 1

Utilizar el método de radiaciones para resolver la siguiente libreta topográfica.

Polígono



Libreta topográfica

Est.	Po	Azimut	Dist. (m)
C	1	5°20'10"	20.1
C	2	34°15'15"	30
C	3	61°00'10"	40.15
C	4	90°50'20"	19.9
C	5	140°10'10"	34
C	6	182°50'25"	21.9
C	7	280°10'50"	13

1. Cálculo de latitudes y longitudes.

Estación 1:

$$Latitud = [\cos (Azimut)] * [Distancia]$$

$$Latitud = [\cos (5^{\circ}20'10'')] * [20.10]$$

$$Latitud = + 20.01 \text{ N}$$

$$Longitud = [\sin (Azimut)] * [Distancia]$$

$$Longitud = [\sin (5^{\circ}20'10'')] * [20.10]$$

$$Longitud = + 1.87 \text{ E}$$

Estación 2:

$$Latitud = [\cos (Azimut)] * [Distancia]$$

$$Latitud = [\cos (34^{\circ}15'15'')] * [30.00]$$

$$Latitud = + 24.80 \text{ N}$$

$$Longitud = [\sin (Azimut)] * [Distancia]$$

$$Longitud = [\sin (34^{\circ}15'15'')] * [30.00]$$

$$Longitud = + 16.89 \text{ E}$$

Estación 3:

$$Latitud = [\cos (Azimut)] * [Distancia]$$

$$Latitud = [\cos (61^{\circ}00'10'')] * [40.15]$$

$$Latitud = + 19.46 \text{ N}$$

$$Longitud = [\sin (Azimut)] * [Distancia]$$

$$Longitud = [\sin (61^{\circ}00'10'')] * [40.15]$$

$$Longitud = + 35.12 \text{ E}$$

Estación 4:

$$\begin{aligned} \text{Latitud} &= [\text{Cos}(\text{Azimut})] * [\text{Distancia}] \\ \text{Latitud} &= [\text{Cos}(90^\circ 50' 20'')] * [19.90] \\ \text{Latitud} &= - 0.29 \text{ S} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= [\text{Sen}(\text{Azimut})] * [\text{Distancia}] \\ \text{Longitud} &= [\text{Sen}(90^\circ 50' 20'')] * [19.90] \\ \text{Longitud} &= + 19.90 \text{ E} \end{aligned}$$

Estación 5:

$$\begin{aligned} \text{Latitud} &= [\text{Cos}(\text{Azimut})] * [\text{Distancia}] \\ \text{Latitud} &= [\text{Cos}(140^\circ 10' 10'')] * [34.00] \\ \text{Latitud} &= - 26.11 \text{ S} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= [\text{Sen}(\text{Azimut})] * [\text{Distancia}] \\ \text{Longitud} &= [\text{Sen}(140^\circ 10' 10'')] * [34.00] \\ \text{Longitud} &= + 21.78 \text{ E} \end{aligned}$$

Estación 6:

$$\begin{aligned} \text{Latitud} &= [\text{Cos}(\text{Azimut})] * [\text{Distancia}] \\ \text{Latitud} &= [\text{Cos}(182^\circ 50' 25'')] * [21.90] \\ \text{Latitud} &= - 21.87 \text{ S} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= [\text{Sen}(\text{Azimut})] * [\text{Distancia}] \\ \text{Longitud} &= [\text{Sen}(182^\circ 50' 25'')] * [21.90] \\ \text{Longitud} &= - 1.08 \text{ W} \end{aligned}$$

Estación 7:

$$\begin{aligned} \text{Latitud} &= [\text{Cos}(\text{Azimut})] * [\text{Distancia}] \\ \text{Latitud} &= [\text{Cos}(280^\circ 10' 50'')] * [13.00] \\ \text{Latitud} &= + 2.30 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= [\text{Sen}(\text{Azimut})] * [\text{Distancia}] \\ \text{Longitud} &= [\text{Sen}(280^\circ 10' 50'')] * [13.00] \\ \text{Longitud} &= - 12.79 \text{ W} \end{aligned}$$

2. Cálculo de coordenadas totales.

Considerando que la estación E-C es la estación de donde se están observando los puntos P1 al P7, es decir, que en esta estación se está realizando la radiación y que sus coordenadas son (0,0) entonces se procede al cálculo. Al decir Estación 1, se está haciendo referencia al Punto Observado 1, es su sinónimo.

Estación 1:

$$Ytotal_{E-1} = (coordenada Y_{E-C}) + (Latitud_{E-1})$$

$$Ytotal_{E-1} = 0.00 + 20.01$$

$$Ytotal_{E-1} = + 20.01$$

$$Xtotal_{E-1} = (coordenada X_{E-C}) + (Longitud_{E-1})$$

$$Xtotal_{E-1} = 0.00 + 1.87$$

$$Xtotal_{E-1} = + 1.87$$

Estación 2:

$$Ytotal_{E-2} = (coordenada Y_{E-C}) + (Latitud_{E-2})$$

$$Ytotal_{E-2} = 0.00 + 24.80$$

$$Ytotal_{E-2} = + 24.80$$

$$Xtotal_{E-2} = (coordenada X_{E-C}) + (Longitud_{E-2})$$

$$Xtotal_{E-2} = 0.00 + 16.89$$

$$Xtotal_{E-2} = + 16.89$$

Estación 3:

$$Ytotal_{E-3} = (coordenada Y_{E-C}) + (Latitud_{E-3})$$

$$Ytotal_{E-3} = 0.00 + 19.46$$

$$Ytotal_{E-3} = + 19.46$$

$$Xtotal_{E-3} = (coordenada X_{E-C}) + (Longitud_{E-3})$$

$$Xtotal_{E-3} = 0.00 + 35.12$$

$$Xtotal_{E-3} = + 35.12$$

Estación 4:

$$Ytotal_{E-4} = (coordenada Y_{E-C}) + (Latitud_{E-4})$$

$$Ytotal_{E-4} = 0.00 + (- 0.29)$$

$$Ytotal_{E-4} = - 0.29$$

$$Xtotal_{E-4} = (coordenada X_{E-C}) + (Longitud_{E-4})$$

$$Xtotal_{E-4} = 0.00 + 19.90$$

$$Xtotal_{E-4} = + 19.90$$

Estación 5:

$$Ytotal_{E-5} = (coordenada Y_{E-C}) + (Latitud_{E-5})$$

$$Ytotal_{E-5} = 0.00 + (- 26.11)$$

$$Ytotal_{E-5} = - 26.11$$

$$Xtotal_{E-5} = (coordenada X_{E-C}) + (Longitud_{E-5})$$

$$Xtotal_{E-5} = 0.00 + 21.78$$

$$Xtotal_{E-5} = + 21.78$$

Estación 6:

$$Ytotal_{E-6} = (coordenada Y_{E-C}) + (Latitud_{E-6})$$

$$Ytotal_{E-6} = 0.00 + (- 21.87)$$

$$Ytotal_{E-6} = - 21.87$$

$$Xtotal_{E-6} = (coordenada X_{E-C}) + (Longitud_{E-6})$$

$$Xtotal_{E-6} = 0.00 + (- 1.08)$$

$$Xtotal_{E-6} = - 1.08$$

Estación 7:

$$Ytotal_{E-7} = (coordenada Y_{E-C}) + (Latitud_{E-7})$$

$$Ytotal_{E-7} = 0.00 + 2.30$$

$$Ytotal_{E-7} = + 2.30$$

$$Xtotal_{E-7} = (coordenada X_{E-C}) + (Longitud_{E-7})$$

$$Xtotal_{E-7} = 0.00 + (- 12.79)$$

$$Xtotal_{E-7} = - 12.79$$

3. Cálculo de coordenadas parciales, rumbos y distancias entre estaciones del polígono.

Estación 1 y 2 donde el punto de observación es 2:

1. Coordenadas parciales

$$\begin{aligned} YP_{1-2} &= Ytotal_{E-2} - Ytotal_{E-1} \\ YP_{1-2} &= 24.80 - 20.01 \\ YP_{1-2} &= + 4.79 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XP_{1-2} &= Xtotal_{E-2} - Xtotal_{E-1} \\ XP_{1-2} &= 16.89 - 1.87 \\ XP_{1-2} &= + 15.02 \end{aligned}$$

- Rumbo

$$\begin{aligned} R &= \text{Arctan } \frac{x}{y} \\ R_{1-2} &= \text{Arctan } \frac{15.02}{4.79} \\ R_{1-2} &= 72^\circ 18' 43.54'' \end{aligned}$$

- Distancia entre puntos

$$\begin{aligned} Dist_{P1-P2} &= \sqrt{YP^2 + XP^2} \\ Dist_{P1-P2} &= \sqrt{(4.79)^2 + (15.02)^2} \\ Dist_{P1-P2} &= 15.76 \text{ m} \end{aligned}$$

Estación 2 y 3 donde el punto de observación es 3:

2. Coordenadas parciales

$$\begin{aligned} YP_{2-3} &= Ytotal_{E-3} - Ytotal_{E-2} \\ YP_{2-3} &= 19.46 - 24.80 \\ YP_{2-3} &= - 5.34 \end{aligned}$$

$$XP_{2-3} = Xtotal_{E-3} - Xtotal_{E-2}$$

$$XP_{2-3} = 35.12 - 16.89$$

$$XP_{2-3} = + 18.23$$

- Rumbo

$$R = \text{Arctan} \frac{x}{y}$$

$$R_{2-3} = \text{Arctan} \frac{18.23}{5.34}$$

$$R_{2-3} = 73^\circ 43' 24.38''$$

- Distancia entre puntos

$$Dist_{P2-P3} = \sqrt{YP^2 + XP^2}$$

$$Dist_{P2-P3} = \sqrt{(-5.34)^2 + (18.23)^2}$$

$$Dist_{P2-P3} = 19.00 \text{ m}$$

Estación 3 y 4 donde el punto de observación es 4:

3. Coordenadas parciales

$$YP_{3-4} = Ytotal_{E-4} - Ytotal_{E-3}$$

$$YP_{3-4} = -0.29 - 19.46$$

$$YP_{3-4} = -19.75$$

$$XP_{3-4} = Xtotal_{E-4} - Xtotal_{E-3}$$

$$XP_{3-4} = 19.90 - 35.12$$

$$XP_{3-4} = -15.22$$

- Rumbo

$$R = \text{Arctan} \frac{x}{y}$$

$$R_{3-4} = \text{Arctan} \frac{15.22}{19.75}$$

$$R_{3-4} = 37^\circ 27' 8.51''$$

- Distancia entre puntos

$$Dist_{P3-P4} = \sqrt{YP^2 + XP^2}$$

$$Dist_{P3-P4} = \sqrt{(-19.75)^2 + (-15.22)^2}$$

$$Dist_{P3-P4} = 24.93 \text{ m}$$

Estación 4 y 5 donde el punto de observación es 5:

4. Coordenadas parciales

$$YP_{4-5} = Ytotal_{E-5} - Ytotal_{E-4}$$

$$YP_{4-5} = -26.11 + 0.29$$

$$YP_{4-5} = -25.82$$

$$XP_{4-5} = Xtotal_{E-5} - Xtotal_{E-4}$$

$$XP_{4-5} = 21.78 - 19.90$$

$$XP_{4-5} = +1.88$$

- Rumbo

$$R = \text{Arctan} \frac{x}{y}$$

$$R_{4-5} = \text{Arctan} \frac{1.88}{25.82}$$

$$R_{4-5} = 4^\circ 09' 52.05''$$

- Distancia entre puntos

$$Dist_{P4-P5} = \sqrt{YP^2 + XP^2}$$

$$Dist_{P4-P5} = \sqrt{(-25.82)^2 + (1.88)^2}$$

$$Dist_{P4-P5} = 24.89 \text{ m}$$

Estación 5 y 6 donde el punto de observación es 6:

5. Coordenadas parciales

$$\begin{aligned} YP_{5-6} &= Ytotal_{E-6} - Ytotal_{E-5} \\ YP_{5-6} &= -21.87 + 26.11 \\ YP_{5-6} &= +4.24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XP_{5-6} &= Xtotal_{E-6} - Xtotal_{E-5} \\ XP_{5-6} &= -1.08 - 21.78 \\ XP_{5-6} &= -22.86 \end{aligned}$$

- Rumbo

$$\begin{aligned} R &= \text{Arctan} \frac{x}{y} \\ R_{5-6} &= \text{Arctan} \frac{22.86}{4.24} \\ R_{5-6} &= 79^\circ 29' 32.53'' \end{aligned}$$

- Distancia entre puntos

$$\begin{aligned} Dist_{P5-P6} &= \sqrt{YP^2 + XP^2} \\ Dist_{P5-P6} &= \sqrt{(4.24)^2 + (-22.86)^2} \\ Dist_{P5-P6} &= 23.25 \text{ m} \end{aligned}$$

Estación 6 y 7 donde el punto de observación es 7:

6. Coordenadas parciales

$$\begin{aligned} YP_{6-7} &= Ytotal_{E-7} - Ytotal_{E-6} \\ YP_{6-7} &= 2.30 + 21.87 \\ YP_{6-7} &= +24.17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XP_{6-7} &= Xtotal_{E-7} - Xtotal_{E-6} \\ XP_{6-7} &= -12.79 + 1.08 \\ XP_{6-7} &= -11.71 \end{aligned}$$

- Rumbo

$$R = \text{Arctan} \frac{x}{y}$$

$$R_{6-7} = \text{Arctan} \frac{11.71}{24.17}$$

$$R_{6-7} = 25^{\circ} 50' 58.15''$$

- Distancia entre puntos

$$Dist_{P6-P7} = \sqrt{YP^2 + XP^2}$$

$$Dist_{P6-P7} = \sqrt{(24.17)^2 + (-11.76)^2}$$

$$Dist_{P6-P7} = 26.86 \text{ m}$$

Estación 7 y 1 donde el punto de observación es 1:

7. Coordenadas parciales

$$YP_{7-1} = Ytotal_{E-1} - Ytotal_{E-7}$$

$$YP_{7-1} = 20.01 - 2.30$$

$$YP_{7-1} = + 17.71$$

$$XP_{7-1} = Xtotal_{E-1} - Xtotal_{E-7}$$

$$XP_{7-1} = 1.87 + 12.79$$

$$XP_{7-1} = + 14.66$$

- Rumbo

$$R = \text{Arctan} \frac{x}{y}$$

$$R_{7-1} = \text{Arctan} \frac{14.66}{17.71}$$

$$R_{7-1} = 39^{\circ} 37' 2.31''$$

- Distancia entre puntos

$$Dist_{P7-P1} = \sqrt{YP^2 + XP^2}$$

$$Dist_{P7-P1} = \sqrt{(17.71)^2 + (14.66)^2}$$

$$Dist_{p7-p1} = 22.99 \text{ m}$$

4. Cálculo del área del polígono.

Tabla de resumen de cálculos previos, donde Y y X son coordenadas parciales entre cada uno de los puntos observados, a su vez Yt y Xt, son coordenadas totales de cada Punto Observado (Po),

Est.	Po.	Y	X	Yt	Xt
	1			20.01	1.87
1	2	4.79	15.02	24.80	16.89
2	3	-5.34	18.23	19.46	35.12
3	4	-19.75	-15.22	-0.29	19.90
4	5	-25.82	1.88	-26.11	21.78
5	6	4.24	-22.86	-21.87	-1.08
6	7	24.17	-11.71	2.30	-12.79
7	1	17.71	14.66	20.01	1.87

Se repite el punto observado Po 1 con el objetivo de completar la multiplicación cruzada.

Procedemos a calcular el área del polígono utilizando la siguiente fórmula.

$$A = \left| \frac{\sum (X_T * Y_T) - \sum (Y_T * X_T)}{2} \right|$$

Procedimiento

1. Se debe multiplicar de forma cruzada, la coordenada Yt1 por Xt2 y así de forma cruzada, todas las demás estaciones. El resultado de la multiplicación lo debemos anotar en la misma fila del Po. que estemos analizando.
2. Seguidamente se suman todos los datos obtenidos de la multiplicación cruzada.
3. Se restan entre sí ambos resultados de las sumatorias.
4. Al obtener la diferencia, se divide dentro de 2 para obtener el dato definitivo.

Y	X	Yt	Xt	Yt*Xt	Xt*Yt
		20,01	1,87		
4,79	15,02	24,8	16,89	337,9689	46,376
-5,34	18,23	19,46	35,12	870,976	328,6794
-19,75	-15,22	-0,29	19,9	387,254	-10,1848
-25,82	1,88	-26,11	21,78	-6,3162	-519,589
4,24	-22,86	-21,87	-1,08	28,1988	-476,3286
24,17	-11,71	2,3	-12,79	279,7173	-2,484
17,71	14,66	20,01	1,87	4,301	-255,9279
				1902,0998	-889,4589
				2791,56	
				1395,78	

$$\Sigma Y_t X_t - \Sigma X_t Y_t = [(20.01 \cdot 16.89) + (24.8 \cdot 35.12) + (19.46 \cdot 19.9) + (-0.29 \cdot 21.78) + (-26.11 \cdot -1.08) + (-21.87 \cdot -12.79) + (2.3 \cdot 1.87)] - [(1.87 \cdot 24.8) + (16.89 \cdot 19.46) + (35.12 \cdot -0.29) + (19.9 \cdot -26.11) + (21.78 \cdot -21.87) + (-1.08 \cdot 2.3) + (-12.79 \cdot 20.01)] = 2,791.56 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{ÁREA} &= \left| \frac{2,791.56}{2} \right| \\ \text{ÁREA} &= |1,395.78| \\ \text{ÁREA} &= 1,395.78 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

MATERIAL Y EQUIPO DE LA PRÁCTICA

Equipo:

- Teodolito
- Trípode
- Cinta Métrica
- Brújula
- Plomada

Materiales

- Lapicero
- Tabla para apuntes
- Hojas en blanco
- Calculadora

Nota: **Los materiales** deben ser proporcionados por el estudiante.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA MEDICIÓN DEL POLÍGONO (RADIACIONES)

1. Ubicar el teodolito en el centro del polígono a medir, es decir que se visualicen todos los puntos a medir.
2. Centrar, nivelar y orientar el teodolito.
3. Luego giramos el teodolito en sentido horario y ubicamos el punto con el visor óptimo.
4. Teniendo ubicado el punto lo centramos con los tornillos tangenciales, hasta que la mira quede en el centro del punto observado. Luego se anota el ángulo azimutal.
5. Se realiza el paso anterior para el resto de los puntos.

REPORTE DE LOS DOS MÉTODOS

1. Croquis del polígono a medir.
2. Tabla final.

HOJA DE TRABAJO 2

Realizar mediante el método de radiaciones la siguiente libreta topográfica, elabore paso a paso y dibuje el polígono final.

Est.	Po	Azimut	Dist. (m)
C	1	35°25'10"	30.1
C	2	54°15'25"	40
C	3	71°20'10"	15.15
C	4	98°55'20"	40.9
C	5	160°20'20"	34.5
C	6	188°50'25"	50
C	7	285°50'10"	68

PRÁCTICA No. 3: TAQUIMETRÍA

Propósito de la práctica

- Determinar distancias indirectas en medición de terrenos.
- Determinar la diferencia de nivel entre la estación y un punto cualquiera.

MARCO TEÓRICO

ESTADAL

El estadal o también conocido como mira topográfica, es una regla graduada que se usa mediante un nivel para ayudar al topógrafo en el cálculo de desniveles de un terreno o polígono. Se pueden encontrar estadales de distintos modelos, materiales y medidas que se ajusten a las necesidades. Las más comunes son estadales de 4 a 5 metros y regularmente de aluminio y rígidas.

TAQUIMETRÍA

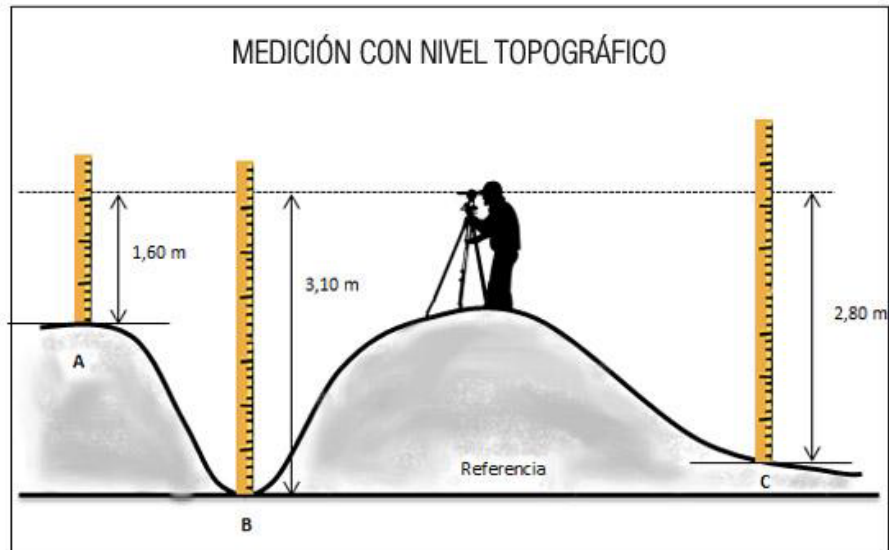
La taquimetría permite la medición indirecta de distancias, así como también el poder determinar la diferencia de nivel entre la estación y un punto cualquiera por cálculos matemáticos (abarca la Planimetría y Altimetría), para poder dar la forma tridimensional al plano.

Teóricamente no hay restricción para el cálculo de diferencias de alturas, en la práctica está limitada por las condiciones del terreno, la distancia de observación y la precisión del ángulo vertical.

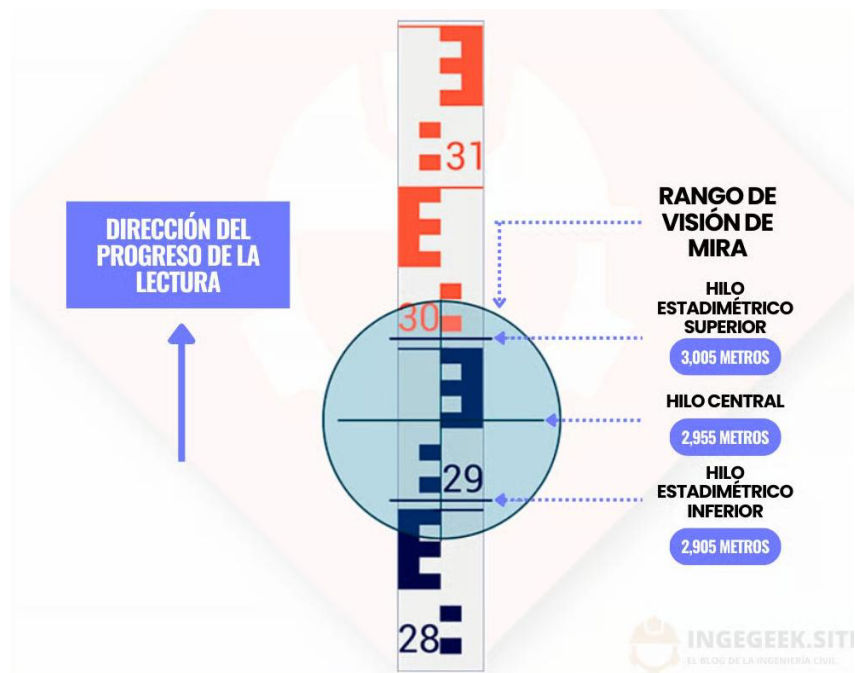
Para poder usar este método se requiere de un teodolito en cuyo retículo podemos leer el hilo superior (HS), el hilo medio (HM) y el hilo inferior (HI). (Hilos Taquimétricos)

En esta práctica se pretende determinar la distancia horizontal a través de método indirecto, la diferencia de altura (o curvas de nivel) e incorporar el concepto de polígono base y polígono real a través del término “radiaciones de puntos”

La precisión depende de la experiencia del operador, del tipo de aparato y de las condiciones del terreno, sin embargo, se considera en (+/-) 0.5 a 2 cm, la precisión en alturas y (+/-) 10 cm, la precisión en distancia, se recomienda no efectuar lecturas a distancias mayores a 300m.



Cálculo de alturas por medio de uso de Estadal



Lectura de hilos con Estadal

MATERIAL Y EQUIPO DE LA PRÁCTICA

Equipo:

- Teodolito
- Trípode
- Brújula
- Estadal
- Flexómetro (Metro)
- Plomada
- GPS

Materiales

- Lapicero
- Tabla para apuntes
- Hojas en blanco
- Calculadora

Nota: **Los materiales** deben ser proporcionados por el estudiante.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA MEDICIÓN DE TAQUIMETRÍA

1. Ubicar, centrar, nivelar y orientar el teodolito.
2. Luego giramos el teodolito en sentido horario y ubicamos el punto con el visor óptimo.
3. Teniendo ubicado el punto lo centramos con los tornillos tangenciales horizontal y vertical, hasta que la mira quede en el centro del punto observado.
4. Ahora fijamos los botones de movimiento horizontal y vertical.
5. Luego se lee y se anotan los siguientes datos: ángulo horizontal, ángulo vertical, hilo superior, hilo medio e hilo inferior $((HS+HI) / 2)$, debe de ser igual a HM, si no es así, verificar)
6. Se realiza el paso anterior para el resto de los puntos.
7. Aplicar las fórmulas siguientes para determinar Cotas de elevación y Distancias horizontales de la Estación de Base en radiación hacia cada uno de los Puntos observados.

$$DH = 100 * (HS - HI) * \text{Sen}^2(V)$$

$$Cota_{E1} = Cota_{E0} + hi + \frac{DH}{\tan(V)} - HM$$

Donde:

DH = Distancia horizontal.

HS = Hilo superior.

HI = Hilo inferior.

HM = Hilo medio

V = Ángulo vertical.

hi = Altura de instrumento.

Cota = Cota o altura a la que se encuentra la estación.

Ejemplo 2

Realizar la siguiente libreta topográfica por medio del método de Taquimetría

Est	Po	Azimut			Lectura de Hilos			Angulo Vertical		
		Grados °	Minutos '	Segundos "	HS	HM	HI	Grados °	Minutos '	Segundos "
	0									
0	1	16	18	5	1.31	1.16	1	90	32	20
0	2	20	18	35	1.33	1.16	1	90	56	5
0	3	29	30	25	1.24	1.12	1	91	48	55
0	4	33	30	0	1.15	1.08	1	92	49	45
0	5	93	41	20	1.12	1.06	1	95	56	15
0	6	140	38	45	1.2	1.1	1	91	57	25
0	7	154	46	30	1.19	1.09	1	90	56	45
0	8	172	7	35	1.21	1.11	1	89	14	30
0	9	211	44	5	1.225	1.11	1	89	36	0
0	10	291	21	0	1.11	1.06	1	93	19	5
0	11	355	34	55	1.27	1.14	1	90	50	55

1. Cálculo de Distancia Horizontal (DH)

$$DH = 100 * (HS - HI) * \text{Sen}^2(V)$$

- Distancia horizontal E0-P1

$$DH_{0-1} = 100 * (1.31 - 1.00) * \text{Sen}^2(90^\circ 32' 20'')$$

$$DH_{0-1} = 30.997 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P2

$$DH_{0-2} = 100 * (1.33 - 1.00) * \text{Sen}^2(90^\circ 56' 5'')$$

$$DH_{0-2} = 32.991 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P3

$$DH_{0-3} = 100 * (1.24 - 1.00) * \text{Sen}^2(91^\circ 48' 55'')$$

$$DH_{0-3} = 23.976 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P4

$$DH_{0-4} = 100 * (1.15 - 1.00) * \text{Sen}^2(92^\circ 49' 45'')$$

$$DH_{0-4} = 14.963 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P5

$$DH_{0-5} = 100 * (1.12 - 1.00) * \text{Sen}^2(95^\circ 56' 15'')$$

$$DH_{0-5} = 11.876 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P6

$$DH_{0-6} = 100 * (1.20 - 1.00) * \text{Sen}^2(91^\circ 57' 25'')$$

$$DH_{0-6} = 19.977 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P7

$$DH_{0-7} = 100 * (1.19 - 1.00) * \text{Sen}^2(90^\circ 56' 45'')$$

$$DH_{0-7} = 18.995 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P8

$$DH_{0-8} = 100 * (1.21 - 1.00) * \text{Sen}^2(89^\circ 14' 30'')$$

$$DH_{0-8} = 20.996 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P9

$$DH_{0-9} = 100 * (1.225 - 1.00) * \text{Sen}^2(89^\circ 36' 0'')$$

$$DH_{0-9} = 22.499 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P10

$$DH_{0-10} = 100 * (1.11 - 1.00) * \text{Sen}^2(93^\circ 19' 5'')$$

$$DH_{0-10} = 10.963 \text{ m}$$

- Distancia horizontal E0-P11

$$DH_{0-11} = 100 * (1.27 - 1.00) * \text{Sen}^2(90^\circ 50' 55'')$$

$$DH_{0-11} = 26.994 \text{ m}$$

2. Tabla resumen

Est	Po	Lectura de Hilos				Rumbo				Azimut			DH m
		HS	HM	HI		Grados °	Minutos '	Segundos "		Grados °	Minutos '	Segundos "	
0	1	1.31	1.16	1	N	16	18	5	E	16	18	5	30.997
	2	1.33	1.16	1	N	20	18	35	E	20	18	35	32.991
	3	1.24	1.12	1	N	29	30	25	E	29	30	25	23.976
	4	1.15	1.08	1	N	33	30	0	E	33	30	0	14.963
	5	1.12	1.06	1	S	86	18	40	E	93	41	20	11.879
	6	1.2	1.1	1	S	39	21	15	E	140	38	45	19.977
	7	1.19	1.09	1	S	25	13	30	E	154	46	30	18.995
	8	1.21	1.11	1	S	7	52	25	E	172	7	35	20.996
	9	1.225	1.11	1	S	31	44	5	W	211	44	5	22.499
	10	1.11	1.06	1	N	68	39	0	W	291	21	0	10.963
	11	1.27	1.14	1	N	4	25	5	W	355	34	55	26.994

Reporte

- Cálculos para encontrar las distancias a través de taquimetría (distancia indirecta)
- Cálculos para encontrar la diferencia de nivel entre la estación y un punto cualquiera.
- Comparación de las distancias medidas directa e indirectamente.
- Tabla final.

HOJA DE TRABAJO 3

Realice la siguiente libreta topográfica por el método de taquimetría, calcule la DH de los siguientes puntos.

Est	Po	Azimut			Lectura de Hilos			Angulo Vertical		
		Grados °	Minutos '	Segundos "	HS	HM	HI	Grados °	Minutos '	Segundos "
	0									
0	1	25	20	15	1.31	1.16	1	90	32	20
0	2	40	38	35	1.33	1.16	1	90	56	5
0	3	56	50	28	1.24	1.12	1	91	48	55
0	4	75	35	09	1.15	1.08	1	92	49	45
0	5	94	49	23	1.12	1.06	1	95	56	15
0	6	125	25	49	1.2	1.1	1	91	57	25
0	7	156	46	33	1.19	1.09	1	90	56	45

PRÁCTICA No. 4: DIBUJO DE POLÍGONO A MANO

Propósito de la práctica

- Aprender cómo realizar el trazo de un polígono a mano.

MARCO TEÓRICO

PLANO TOPOGRÁFICO

Los planos topográficos son dibujos que muestran las principales características físicas del terreno, tales como edificaciones, cercas, caminos, ríos, lagos y bosques, así como las diferencias de altura que existen entre los accidentes de la tierra tales como valles y colinas (llamadas también relieves verticales), se basan en los datos que se recogen durante los levantamientos topográficos.

Con fines catastrales estos planos reflejan la relación de la parte jurídica (linderos - áreas) con la realidad del terreno.

Para realizar esta práctica será necesario utilizar cualquiera de las tablas realizadas en las prácticas anteriores, utilizando las hojas milimetradas para realizar por medio de un plano cartesiano la ubicación de los puntos obtenidos y así poder realizar el procedimiento del dibujo a mano alzada utilizando el juego de reglas y así poder dar una forma gráfica a los puntos tomados con el equipo topográfico en campo.

ESCALA

Es la relación entre las longitudes medidas en el dibujo y las longitudes de la realidad que representan.

El objetivo fundamental del uso de las escalas es poder dibujar objetos grandes como: terrenos, edificios, que por su gran tamaño no podrían ser representados a escala natural en una hoja de papel, y también objetos muy pequeños como: piezas de un reloj, de una máquina, necesitan ser ampliados para poder ser visualizados claramente.

Para una mejor ilustración de lo que sucede al usar diversas escalas véase el siguiente ejemplo.

	Longitud medida en el dibujo		Longitud que representa del objeto real
Escala que reducen el tamaño del objeto real	1	:	1000
	1	:	100
	1	:	10
Escala Natural	1	:	1
Escala que aumentan el tamaño del objeto real	10	:	1
	100	:	1
	1000	:	1

Conversión de las dimensiones de un objeto a una escala diferente

Existen un número incontable de escalas, las de uso común son las que se encuentran en el escalímetro, cuando se dibuja a una escala común no hay necesidad de hacer conversiones, pero, si debido a razones de espacio disponibles, normas, restricciones, etc. Es necesario usar una escala que no esté en el escalímetro, ni sea múltiplo de una de ellas hay que realizar una conversión, seguir los siguientes pasos:

- Si la escala pedida aumentará o disminuirá el objeto.
- Si las dimensiones están en metros o pulgadas.
- El resultado de la conversión estará dado en centímetros, usar escala natural para medir.

La fórmula para aplicación de escala es:

$$Escala = \frac{Medida\ en\ el\ dibujo}{Medida\ real}$$

Ejemplo 3

Suponiendo que se desea plasmar en un plano el dibujo de una pared de block, con longitud horizontal de 3 metros y la escala a la que se desea plasmar es de 1:100. ¿Qué dimensión real tendrá el dibujo en el plano?

$$ESCALA = \frac{Medida\ en\ el\ Dibujo}{Medida\ real}$$

- Se procede a convertir todas las medidas conocidas a centímetros, para manejar las mismas unidades de medida.

$$\begin{aligned} Medida\ real &= 3.00\ m \\ Medida\ real &= 3.00\ m \times \frac{100\ cm}{1.00\ m} \\ Medida\ real &= 300\ cm \end{aligned}$$

- Despejando la “Medida en el Dibujo”, de la ecuación

$$Medida\ en\ el\ Dibujo = Escala \times Medida\ real$$

- Recordando que la forma de representar la escala 1:100 también es 1/100

$$\begin{aligned} Medida\ en\ el\ Dibujo &= \frac{1}{100} \times 300\ cm \\ Medida\ en\ el\ Dibujo &= 3.00\ cm \end{aligned}$$

Vemos que se redujo 100 veces, esto dependerá de la escala que se aplique al dibujo, ya que esta puede aumentar o reducir el dibujo dentro del plano.

Cuando un plano de ubicación o localización se realiza la escala a trabajar dependerá del profesional que presente el documento, pero por lo general se presentan a escala 1:1000 o 1:1250.

A continuación se presenta un plano de Finca Nueva por Desmembración el cual se tomará como ejemplo para fines didácticos de esta práctica.

SEGUNDO REGISTRO DE LA PROPIEDAD

DERROTERO			
E.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA
A	B	279°39'47.9"	232.5668638
B	C	221°20'59.5"	190.8769685
C	D	131°20'2.19"	194.99
D	E	108°25'35.7"	68.51005139
E	A	29°29'8.6"	292.755494

PLANO DE FINCA NUEVA POR DESMEMBRACIÓN

FINCA MATRIZ NO.	FOL.	LIB.	DE	FECHA: / /
NATURALEZA FINCA NUEVA: ☐ RURAL ☐ URBANA				FECHA: / /
UBICACIÓN: Municipio: _____ Cantón: _____				
ÁREA: _____ m²				
NOMBRE FINCA NUEVA (para Titular): _____				
DIRECCIÓN FINCA NUEVA (a la Finca Matriz): _____				
OTORGANTE (S): _____				
ADQUIRIENTE (S): _____				

El formato debe ir en hoja tamaño Oficio (21.6 cm × 33.0 cm)

Nota: Se puede descargar el formato en <https://srp.gob.gt/3385-2/>

MATERIAL Y EQUIPO DE LA PRÁCTICA

Materiales

- Lapicero
- Tabla para apuntes
- Hojas en blanco, tamaño oficio (10 unidades)
- Hojas milimetradas, tamaño oficio (10 unidades)
- Regla de 30cm
- Transportador circular (360 grados)
- Calculadora

Nota: **Los materiales** deben ser proporcionados por el estudiante.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA REALIZAR PLANO DE REGISTRO

1. Utilizar hojas milimetradas para realizar el dibujo más preciso.
2. Se debe tener los datos obtenidos en el campo y trabajados en gabinete de la práctica no.2.
3. Se dibujará el polígono en una hoja milimetrada, con la información generada en gabinete, la cual debe de tener, coordenadas, distancias, rumbos y azimuth, los cuales con ayuda de reglas y transportador, serán plasmados manualmente.
4. Utilizar una escala adecuada para trazar las dimensiones del polígono en el formato establecido.
5. Luego se debe de dibujar el formato dado por el registro de la propiedad.
6. Llenar los datos del formato.
7. Se finaliza el plano colocando firma, timbre y sello del profesional a cargo.

Reporte

- Plano de registro trabajado en clase.

HOJA DE TRABAJO 3

Para realizar el reporte de la práctica 4, utilice la hoja de trabajo de la práctica 2, realizando el polígono y su respectivo derrotero.

BIBLIOGRAFÍA

- VELA, Billeb. *Apuntes de Topografía I y II*
- BRINKER, Wolf. *Topografía, Editorial Alfaomega*
- RAYMOND, Bannister, *Técnicas Modernas en Topografía.*
- Melgar Mansilla, José Alejandro. *Topografía: Principios básicos y Planimetría. Trabajo de graduación para Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1984, 255 páginas.*

HOJA DE DATOS PRACTICA No. 2

GRUPO No. _____

No.	Apellidos, Nombres	Carnet	Sede
1			
2			
3			
4			
5			
6			

[illegible]

HOJA DE DATOS PRACTICA No. 3

GRUPO No. _____

No.	Apellidos, Nombres	Carnet	Sede
1			
2			
3			
4			
5			
6			

[illegible]