



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Civil

TOPOGRAFÍA I

Guía de Trabajos Prácticos

Elaborada por los siguientes docentes:

Dr. Ing. Civil Julio A. Capdevila

Inga. Civil Ivana Carrara

Ing. Civil Hugo Coggiola

Ing. Agr. Carlos Costa

Año 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS,
FISICAS Y NATURALES**

Carrera de Ingeniería Civil

**CARPETA DE
TOPOGRAFIA I**

ALUMNO:

GRUPO N° :

TURNO:

J.T.P.:

AÑO:

PLAN DE ESTUDIOS:

MATRÍCULA:

Firma

- Carpeta visada -

Fecha:

Sello

Carpeta examinada

Observaciones:

Libreta de Campaña

CURSO DE TOPOGRAFIA I (ING. CIVIL)

AÑO 2010

Los alumnos deberán concurrir a las
a las clases prácticas con los siguientes
elementos :

Libreta tipo NORTE (cuadrículada 40 hojas)

lápiz

goma de borrar

escuadra de 15 cm

lápiz color sepia ①

lápiz color rojo ②

lápiz color azul ③

lápiz color verde ④

LIBRETA DE CAMPAÑA

TOPOGRAFIA I

Nombre :


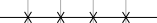







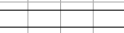




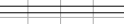



Grupo :





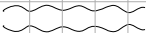
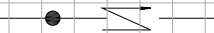
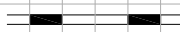
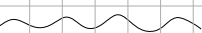


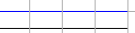

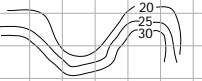
Turno :

Año :

OBSERVACIONES :

Signos Topográficos ①

	①	alambrado de hilos
		alambrado tejido
		muro contiguo o verja
		cerco de madera
	④	árbol aislado
	④	grupo de árboles
	③	curso de agua temporaria
	③	curso de agua permanente
	①	barranco
		cordón de vereda
	②	vértice triangulación general
	②	vértice triangulación local
	④	pasto cultivado
	②	vértice poligonal
	②	base de triangulación
	②	lado de triangulación
	②	medición de indirecta de dist.
		estaca de madera


	mojón de hierro
	poste de madera
	mojón de hormigón
	edificación
④ 	cerco vivo
	línea de alta tensión
	via férrea
	senda
	poste de hormigón
	poste de hierro
③ 	canal de riego
③ 	rio o arroyo
① 	curvas de nivel

Croquis de la superficie ^①
a levantar

Medición a pasos ^③

Lugar : _____ Tiempo : _____
Fecha : _____ Grupo : _____

espacio para croquis



Linea	Ida	Vuelta	Prom.
③			
A B			
B C			
C D			
D E			
E B			
E C			

Medición de Líneas con Cinta ^①

Lugar :
 Fecha :

Tiempo :
 Grupo :

espacio para
 croquis

N

②

E =

Línea	Ida	Vuelta	Δl ^②	Prom. ^②
③				
A B				
B C				
C D				
D E				
E B				
E C				

Verificación y Corrección del Teodolito ①

Error de Colimación ③

Lugar :

Fecha :

Tiempo :

Teodolito :

Grupo :

Visual	$\begin{array}{c} I \\ \hline II \end{array}$	Lectura <small>0 , ''</small>	$\Delta = \textcircled{3}$ $(II-I)/2$	Rumbo $\textcircled{2}$ corregido <small>0 , ''</small>
	$\begin{array}{c} I \\ II \\ II-I \end{array}$			
	$\begin{array}{c} I \\ II \\ II-I \end{array}$			

Verificación y Corrección del Teodolito ①

Error de Inclinación ③

Lugar :

Fecha :

Tiempo :

Teodolito :

Grupo :

Visual	$\begin{array}{c} I \\ \hline II \end{array}$	Lectura <small>0 , ''</small>	$\Delta = \textcircled{3}$ $(II-I)/2$	Rumbo $\textcircled{2}$ corregido <small>0 , ''</small>
	$\begin{array}{c} I \\ II \\ II-I \end{array}$			
	$\begin{array}{c} I \\ II \\ II-I \end{array}$			

Medición de Angulos ^① Horizontales

Metodo Sencillo ^③

Lugar :

Tiempo:

Fecha :

Grupo:

Teodolito:

	Visual	Lectura
		° ' ''
③	O A	
③	O B	
②	A O B	
		° ' ''
③	O C	
③	O D	
②	C O D	

Medición de Angulos ^① Horizontales

Metodo de Compensación ^③

Lugar :

Tiempo:

Fecha :

Grupo:

Teodolito:

Estación " A " ^③

	Visual	I Posición	II Posic.
		° ' ''	' ''
③	A B		
③	A C		
	Rd - Ri		
②	B A C		
		° ' ''	' ''
③	A C		
③	A B		
	Rd - Ri		
②	C A B		② ' ''
		° ' ''	$\Delta =$
②	$\alpha =$		

Medición de Angulos Horizontales ①

Metodo de Rumbos ③

Lugar :

Tiempo :

Fecha :

Teodolito :

Grupo :

Visual	I Posición	II Posic.	Promedio	Correc. ③	Rumbos Correg. ②
	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "
③ C B					
③ C A					
③ C E					
③ C D					
③ C B					
② Δ =			③ C =		

Medición de Angulos Horizontales ①

Metodo de Rumbos ③

Lugar :

Tiempo :

Fecha :

Teodolito :

Grupo :

Angulo	Rumbo Derecho Rd	Rumbo Izq. Ri	Rumbo Izq. ②
	° ' "	° ' "	° ' "
③ B C A			
③ A C E			
③ E C D			
③ D C B			
③ Σ			3 6 0 0 0 0 0

Medición de Angulos ①

Horizontales

Metodo de Repetición ③

Lugar : Tiempo:
 Fecha : Grupo:
 Teodolito:

Angulo	I / II	I	Lectura
	③ E A B	I I II I	

Cálculos

$$(I_0 + I'_0) / 2 =$$

$$4a = I_4 - (I_0 + I'_0) / 2 =$$

$$② E A B = a / 4 =$$

Medición de Angulos Verticales ①

Error de Índice ③

Lugar :
 Fecha :

Tiempo :
 Teodolito :
 Grupo :

Visual	I / II	Lectura	Correc.	Lectura ^② corregida
	I II ②Σ			
	I II ②Σ			

Alineaciones Exactas ①

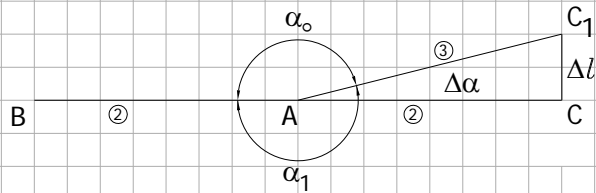
Lugar :

Tiempo:

Fecha :

Grupo:

Teodolito:



RUMBO	I Posición	II Posic.
② AB		
② AC ₁		
② $\alpha_0 =$		

RUMBO	I Posición	II Posic.
② AC ₁		
② AB		
② $\alpha_1 =$		

$$\textcircled{2} \Delta =$$

$$\textcircled{2} \alpha = \alpha_0 \pm \frac{\Delta}{2} =$$

$$\Delta\alpha = 180^\circ 00' 00'' - \alpha =$$

$$l =$$

$$\textcircled{2} \Delta l = \frac{l \times \Delta\alpha''}{\rho''} =$$

$$\rho' = 57,3$$

$$\rho' = 3438$$

$$\rho'' = 206265$$

PLANIMETRÍA SENCILLA

ALINEACIONES A SIMPLE VISTA

En muchas situaciones durante la vida profesional, el ingeniero civil necesitará intercalar un punto en una línea predefinida o bien, prolongar esta línea más allá de su límite actual. Ante un problema de este tipo, en donde no se necesite elevada exactitud, el profesional podrá recurrir a las ALINEACIONES A SIMPLE VISTA.

Para llevar adelante una alineación a simple vista es necesario conocer la posición de los puntos extremos de una línea, tener estos puntos materializados y a demás, señalarlos por medio de dos jalones.

Si por ejemplo tenemos materializada en el terreno la línea A-B (ver Figura 1), definida a partir de los puntos A y B señalizados con un jalón, será factible entonces la intercalación, por ejemplo, de un punto C al centro de la misma.

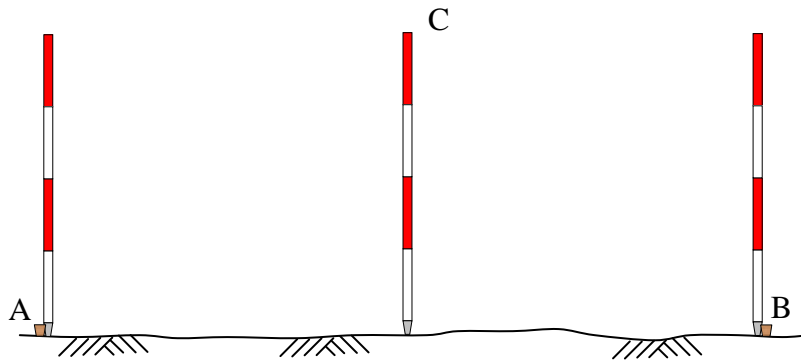


Figura 1.- Esquema de una línea materializada por mojones de madera y señalizada por jalones.

Para completar el procedimiento, el profesional será el operador y necesitará la asistencia de un ayudante que seguirá sus instrucciones durante el proceso. A continuación se detallan los pasos a seguir para alinear a simple a vista:

El operador se ubica detrás de uno de los jalones situados en los extremos de la línea, separado del mismo aproximadamente 3 a 4m, el ayudante se posiciona en el centro de la línea A-B con otro jalón esperando que el operador lo guíe.

El operador, a ojo desnudo, y buscando visuales tangentes a ambos jalones extremos le indicará al ayudante hacia que lado de la línea debe desplazar el jalón, para ello utilizará una serie de señas preestablecidas que el ayudante deberá conocer:

Desplazar el jalón hacia la derecha: extender completamente el brazo derecho

Desplazar el jalón hacia la izquierda: extender completamente el brazo izquierdo

En caso de que el jalón a alinear no se encuentre en posición vertical, el operador le indicará al ayudante mediante señas para que este corrija la posición del mismo:

Enderezar el jalón hacia la derecha: extendiendo el brazo derecho hacia arriba y con la palma de la mano extendida hacer movimientos hacia la derecha.

Enderezar el jalón hacia la izquierda: extendiendo el brazo izquierdo hacia arriba y con la palma de la mano extendida hacer movimientos hacia la izquierda.

La alineación se logra con la repetición de estas indicaciones y por aproximaciones sucesivas. La manera indicada para lograr la alineación de forma rápida consiste en que el ayudante desplace con cada indicación, según le indique el operador, la mitad del desplazamiento anterior. De esta forma, según la figura 2, del punto 1 se debería pasar al punto 2, luego al 3 y así hasta terminar.

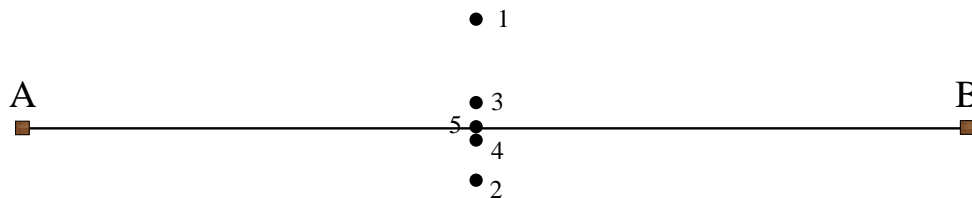


Figura 2.- Esquema de la metodología para lograr la alineación a simple vista

Una vez que el operador considera que el jalón intermedio se encuentra alineado entre los jalones extremos, le indicará al ayudante que el procedimiento finalizó, agitando ambos brazos por sobre su cabeza. Se considerará alineado cuando las visuales tangentes al primer jalón contengan al jalón intermedio y al jalón extremo.

Se recomienda repetir la operación descrita de manera de lograr mayor exactitud en la alineación.

Si el operador en vez de querer intercalar un punto quisiera prolongar la línea A-B, el procedimiento sería exactamente igual al descrito precedentemente con la única diferencia que el ayudante en vez de ubicarse entre los jalones extremos, deberá posicionarse a continuación del último jalón a la distancia requerida por el operador.

Instrumental a utilizar:

El instrumental necesario para realizar una alineación a simple vista consiste en 3 jalones, dos jalones para señalar la línea definida en el terreno y uno para alinear.

Desarrollo del trabajo práctico:

El presente trabajo práctico consistirá en la alineación y prolongación, en grupo, de una serie de líneas definidas por el docente.

Dos alumnos por grupo cumplirán las funciones de Operador y Ayudante durante el procedimiento de alineación, tarea que repetirán tantas veces como el docente les indique, para luego alternar los roles entre los demás miembros del grupo de manera que todos puedan practicar el procedimiento en ambas funciones.

PLANIMETRÍA SENCILLA

MEDICIÓN A PASOS

En la realización de la tarea de obra dentro de la ingeniería civil, en numerosas oportunidades el profesional debe recurrir a herramientas sencillas que permitan realizar mediciones expeditivas y de poca exactitud pero de mucha utilidad. Dentro de estas herramientas se encuentra la MEDICIÓN A PASOS, cuyo procedimiento consiste en la medición a pasos de una determinada longitud.

METODO:

Si se hace referencia a utilizar el paso como unidad de medida, será necesario entonces, conocer la *medida* del paso propio, además de algunas consideraciones a tener en cuenta para lograr disminuir errores groseros que vayan en detrimento de la exactitud de este método de medición, teniendo en cuenta que para aplicar este método el operador recorrerá la línea a medir caminando:

1. Este método se aplica a la medición de líneas en terrenos que sean favorables a recorrerse caminando, terrenos llanos sin grandes accidentes y en distancias de no más de 500m
2. Los pasos utilizados deben similares entre ellos, por esto es necesario que el operador no fuerce una determinada longitud de paso ya que seguramente no podrá mantenerla durante toda la medición. El operador debe usar su paso natural y usual, es decir un Paso Normal Sostenido (PNS). Los pasos se pueden contar como pasos simples o dobles, en caso de contar pasos dobles no hay que olvidar multiplicar por dos la cantidad total de pasos dobles contados, teniendo en cuenta que la medición se refiere a pasos simples.
3. Es importante también que cuando el operador recorra la línea a medir, lo haga con una trayectoria recta, de manera de evitar la aparición de errores por medir una línea curva, tal como se muestra en el croquis de la Figura 1. La manera de mantener un recorrido recto de medición es fijando la vista en el jalón que esté señalizando el final de la línea a medir.

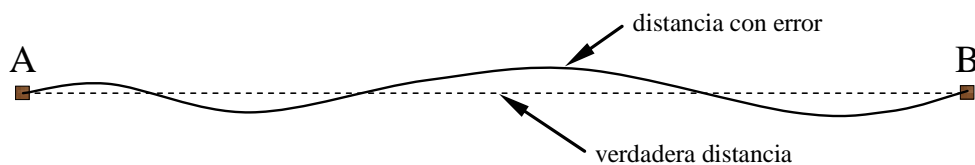


Figura 1.- Croquis de la línea a medir a pasos, incluyendo el error en la medición si la trayectoria no es recta.

1. En general, en topografía con el objeto de eliminar los errores groseros, los procedimientos de medición se repiten, por lo menos dos veces, según el método. En la medición a pasos las líneas se miden dos veces, recorriéndolas una vez en ida e inmediatamente recorriéndolas en vuelta, con el objeto de eliminar los errores personales originados, por ejemplo, en el conteo de los pasos. La línea debe ser recorrida de vuelta de manera inmediata a la ida ya que si la cantidad de líneas a medir es importante, es posible que las condiciones

físicas del operador no sean las mismas entre la medición en ida y la vuelta siendo esto una fuente significativa de error. Una vez medida en ida y en vuelta se promedian los pasos, recordando que el número de pasos debe ser entero, por lo que se redondea al número par más próximo.

DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DEL PASO:

Para determinar la longitud del propio paso es necesario conocer la verdadera longitud de cada una de las líneas medidas a pasos. Esta longitud se puede conocer mediante la medición de las mismas líneas con cinta o bien mediante la utilización de medición electrónica de distancias.

La longitud del paso “p” se obtendrá a partir de dividir la longitud de la línea en el número de pasos necesarios para recorrerla, para aumentar la precisión se procederá a determinar la longitud del paso en varias líneas para luego promediar, de esta manera se determinará:

- Error medio cuadrático de una determinación
- Error medio cuadrático del resultado
- Error relativo de una determinación

A continuación se detallan las operaciones de cálculo a realizar, teniendo como datos las mediciones realizadas tabuladas en el siguiente cuadro:

Nº	LINEA	LONGITUD [m]	Nº PASOS	LONG. C/PASO	dE [cm]	dE.dE
1	A B	150,35	148	102	4	16
2	B C	202,08	212	95	-3	9
3	C D	167,36	176	95	-3	9
				94	-4	16
11	K L	176,50	177	100	2	4
	Σ		(P) =	1803	[+] 17 [-] 17	93

- Longitud del paso más probable:

$$P_0 = \frac{(P)}{n} = \frac{1803}{11} = 98cm$$

- Error medio cuadrático de una medición:

$$e = \pm \sqrt{\frac{(dE \cdot dE)}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{93}{10}} = \pm 3,0cm$$

- Error medio cuadrático del resultado:

$$E = \pm \frac{e}{\sqrt{n}} = \pm \frac{3,0}{\sqrt{11}} = \pm 0,9cm$$

- Error relativo del resultado:

$$R = \pm \frac{1}{\frac{P_0}{E}} = \pm \frac{1}{\frac{98}{0,9}} = \pm \frac{1}{100}$$

- LONGITUD DEL PASO:

$$P = P_0 \pm E = 98cm \pm 0,9cm$$

Instrumental a utilizar:

El instrumental necesario para la realización de este trabajo práctico consiste en jalones en un número igual al de puntos que se deban señalar en el campo.

Desarrollo del Trabajo Práctico:

El presente trabajo práctico consiste en realizar la medición a pasos de un polígono cerrado que luego será medido con cinta a los fines de poder determinar la longitud del paso de cada operador.

El procedimiento de medición y cálculo se ajustará al desarrollo que se encuentra en los párrafos precedentes.

MEDICION DE LINEAS CON CINTA

INSTRUMENTOS DE MEDICION

Cintas: Longitud 25, 50, 100 metros
Material: acero

Las cintas de 25 metros se utilizan para lados cortos o para trabajar en terrenos accidentados. Las de 50 metros para medir líneas largas y en terreno llano o de pendiente uniforme. En nuestro caso las dos cintas son aptas para medir el polígono definido. Las cintas de 100 metros no son aconsejables por ser incómodas.

El ancho de la cinta puede ser de $\frac{3}{4}$ " ó $\frac{1}{2}$ " y el espesor entre 0,3 a 0,5 mm.

La longitud total de la cinta está dada entre ambos bordes externos de las agarraderas.



La menor división está dada por remaches cada 20 cm. En las cintas de 50 metros, los metros pares se indican con una pequeña placa donde figuran los números grabados a ambos lados, que representan las distancias desde los orígenes. En las cintas de 25 metros todos los metros se indican con estas placas.



Esta placa puede tener una muesca o marca en la parte superior del número, que indica que el origen está a la izquierda. En los casos que no presentara dicha muesca, tener en cuenta que cuando vemos el número al derecho, nuestro origen está a la izquierda. Esta recomendación es muy útil sobre todo cuando debemos leer en las proximidades de la mitad de la cinta y es muy difícil determinar si por ejemplo corresponde 24 ó 26 metros. Los metros impares se indican con remaches más grandes que los que están cada 20 cm. La cinta viene enrollada y guardada en una caja metálica, existiendo una manivela para poder recogerla. Tanto la tarea de desenrollado como la de recoger la cinta debe hacerse de manera tangencial a la caja, pues de lo contrario existe el peligro que se corte la cinta.

Otros elementos que se utilizarán en la medición de líneas con cinta son las fichas, que son agujas de unos 30 cm de longitud y 5 a 7 mm de diámetro. Cada juego de fichas consta de 2 aros y 11 fichas.

PROCEDIMIENTO

Para este tipo de trabajos es necesario contar con un terreno apto para la medición, es decir limpio, no muy grande, horizontal o con pendiente uniforme.

Supongamos una línea a medir entre dos puntos **A** y **B** materializados por estacas y visualizados por jalones.

El trabajo se debe realizar con dos operadores:

- ✓ El que va detrás llamado **zaguero** y debe ser el **Ingeniero**.
- ✓ El que va delante, llamado **delantero** y puede ser un **ayudante**.

Nos colocamos en un extremo, por ejemplo el **A**, extraemos la cinta de la caja y la extendemos a lo largo de la línea a medir.

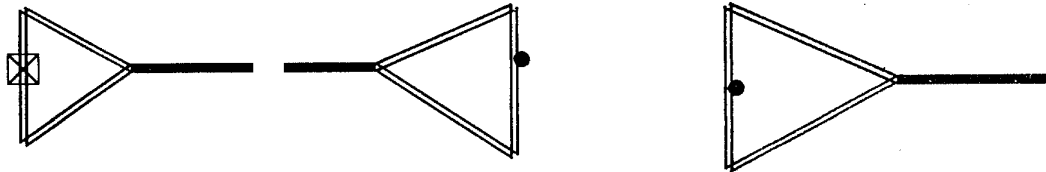
El operador **delantero** llevará un aro con 11 fichas. El operador **zaguero** a su vez llevará un aro (sin fichas), donde colocará las fichas una vez efectuada cada cintada.

El **zaguero** colocará sobre la estaca la agarradera de tal modo que su extremo coincida con el centro de la misma y la mantendrá apoyada sobre ella.

El **delantero** toma la otra agarradera, camina hacia **B**, extiende la cinta y procede a tensarla con una fuerza aproximada de 5 Kg., no ubicándose sobre la línea, de manera tal de permitir que el **zaguero** mediante señas previamente convenidas proceda a alinear una ficha que el **delantero** colocará en el extremo de la cinta.

Conseguido esto el **delantero** colocará por fuera de la agarradera la ficha y la clavará en el terreno lo más vertical posible (ficha afuera) Luego seguirá en la misma dirección y el **zaguero** soltará la cinta y dejará que esta corra libremente por el suelo.

Cuando se haya avanzado la longitud de la cinta el **zaguero** colocará la agarradera de tal modo que la ficha quede dentro de ella (ficha adentro), la sostendrá fuertemente y procederá a alinear nuevamente al **delantero**, quien ejecutará las mismas operaciones iniciales.



Terminada esta segunda cintada el **zaguero** sacará la ficha clavada en el terreno y la colocará en el aro.

Cuando se acaban las fichas, estando clavada en el terreno la ficha 11, en el aro del **zaguero** habrá 10 fichas y esto es lo que se llama una **TIRADA** (10 cintadas). Procederá a anotar en su libreta 1 TIRADA y le entregará al delantero el aro con 10 fichas. A su vez el **delantero** entregará al **zaguero** el aro vacío.

Al llegar al extremo **B** habrá un resto a medir. En ese momento el **delantero** vendrá a sostener la agarradera y el **zaguero** medirá y anotará en su libreta el valor del resto.

Para apreciar los centímetros comprendidos entre los remaches ubicados cada 20 cm se utilizará la escuadra graduada. Se mide al cm por exceso o defecto. Si son 5 mm de resto se lo lleva al cm par más próximo. Se debe medir siempre al centro de la estaca.

La longitud de la línea **A-B** medida será:

$$L = \text{N}^{\circ} \text{ DE TIRADAS} + \text{N}^{\circ} \text{ DE CINTADAS} + \text{RESTO}$$

Seguidamente se procederá a medir la misma línea en sentido contrario para eliminar los posibles errores groseros cometidos.

Se deberán medir todas las líneas del polígono y 2 diagonales. Con estos valores se determinará la longitud del paso de cada alumno.

AVALIZAMIENTO

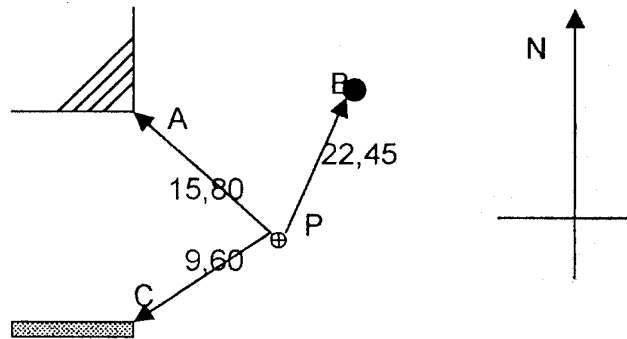
Sirve para poder localizar mojones ó estacas y reemplazarlos en caso que hayan desaparecido.

POR MEDIO DE DISTANCIAS

Buscamos en las cercanías del punto que queremos avalizar, con distancias no mayores a una cincuenta, elementos perdurables en el tiempo, como ser aristas de edificios, postes, alcantarillas, y con menor precisión árboles.

Estas mediciones no deben ser enfrentadas, pues los arcos de círculo que se formaran cuando se replanteen se cortaran en dos lugares muy próximos, ocasionando incertidumbre en la ubicación del mismo.

Debemos confeccionar un croquis que contenga la mayor información posible.



- ✓ Tomamos desde **P** distancias a 3 elementos previamente elegidos.
- ✓ El mojón ó estaca quedará determinado por la intersección de 2 arcos de circunferencia trazados desde los puntos elegidos (por ejemplo **B** y **C**) La tercera medida (desde **A**) se utiliza como comprobación.

T.P.N°

MEDICION DE LINEAS CON CINTA (1)

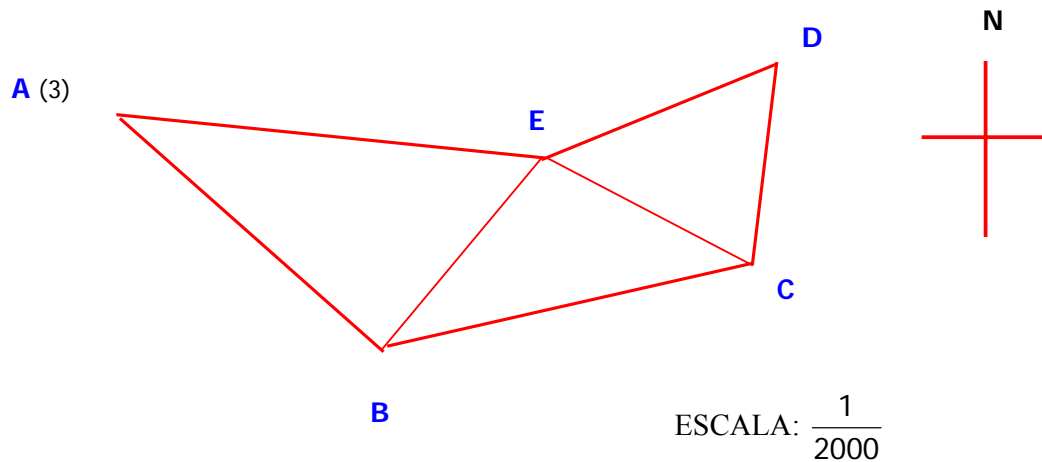
Lugar: Ciudad Universitaria
Fecha:
Instrumental: cinta 50 m, jalones, juego de fichas

Tiempo:
Grupo:

1) METODO (3)

El objetivo del presente trabajo práctico es determinar la exactitud en la medición de líneas para distintos operadores. La medición se realizará en ida y vuelta para evitar errores groseros, al cm. Sobre las diferencias entre ambos recorridos para la misma línea se obtendrá la exactitud alcanzada en la medición.

CROQUIS (3)



2) CALCULOS (3)

N°	LINEA	IDA	VUELTA	PROMEDIO	ΔL (cm)	$\frac{\Delta L \cdot \Delta L}{L}$ (cm)	L (Hm)	$\frac{\Delta L \cdot \Delta L}{L}$ L(Hm)
1	AB	129,93	129,95	129,94	-2	4	1,299	3,08
2	BC	173,89	173,87	173,88	2	4	1,739	2,30
3	CD	150,34	150,32	150,33	2	4	1,503	2,66
4	DE	114,09	114,11	114,10	-2	4	1,141	3,51
5	EA	143,05	143,04	143,04	1	1	1,430	0,70
6	EB	135,83	135,84	135,84	-1	1	1,358	0,74

7	EC	150,14	150,13	150,14	1	1	1,501	0,67
	□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □				[+]= 6 [-]= 5		9.971 (3)	13,66 $\frac{[\Delta L \cdot \Delta L]}{L(Hm)}$ (3)
	(3)							

1) Diferencia media para L = 100 m

$$D_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \left[\frac{\Delta L \cdot \Delta L}{L(Hm)} \right]} = \pm \sqrt{\frac{1}{7} \cdot 13,66} = \pm 1,4 \text{ cm (3)}$$

2) Error medio cuadrático para una medición de L = 100 m.

$$e_0 = \pm \frac{D_0}{\sqrt{2}} = \pm \frac{1,4}{\sqrt{2}} = \pm 1,0 \text{ cm (3)}$$

3) Error medio cuadrático del resultado para L = 100 m.

$$E_0 = \pm \frac{D_0}{2} = \pm \frac{1,4}{2} = \pm 0,7 \text{ cm (3)}$$

4) Error relativo de una medición de 100 m.

$$R = \pm \frac{1}{L} = \pm \frac{1}{L} = \pm \frac{1}{100} = \pm \frac{1}{14000} \text{ (2)}$$

$$\frac{dL}{E_0} = \frac{1}{0,007}$$

NOTA:

ΔL : Diferencia entre la ida y la vuelta para cada línea
L(Hm): Longitud expresada en Hectómetros.

MEDICION DE BASES AUXILIARES

La medición de la base no es otra cosa que medir una línea con cinta (llamada base auxiliar) en forma precisa, corrigiendo luego los valores medidos aplicando la **ECUACIÓN DE LA CINTA**.

El trabajo consiste en medir una línea en terreno llano, tratando que ésta coincida con un camino, una vereda, etc., de esa manera disminuimos el error de alineación.

Se mide de la misma manera que se miden los lados del polígono, pero además se determina la fuerza tirante con la romana, es decir tensamos la cinta con 5 Kg. También en cada cintada se tomará la temperatura ambiente.

Cada línea se medirá 4 veces: 2 en ida y 2 en vuelta.

MEDICION	RESTO	FICHAS	LONGITUD	t°C	OBSERV.
Ida					
Vuelta					
Ida					
Vuelta					

Con los valores obtenidos en el terreno corregimos aplicando la **ECUACIÓN DE LA CINTA**:

$$L = L_0 \pm L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t \pm \frac{L_0 \cdot \Delta P}{S \cdot E} - n \cdot da$$

L_0 : es la longitud nominal de la cinta, garantizada por el fabricante a 20°C, 5 Kg. de fuerza tirante, la cinta horizontal y apoyada en el suelo en toda su longitud.

$\pm L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$: corrección por variación de temperatura, donde

α : 0.000011 . 1/°C \longrightarrow coeficiente de dilación lineal del acero.
 Δt : (t - 20°C)

La influencia que tiene la temperatura sobre la longitud de la cinta se rige según la ley de dilatación lineal de los cuerpos. La variación de la longitud por la temperatura es proporcional a la longitud del cuerpo, de la naturaleza de éste y de la variación de temperatura.

$\pm \frac{L_0 \cdot \Delta P}{S \cdot E}$: corrección por variación de esfuerzo tirante, donde

ΔP : (P - 5 Kg.)

S: sección de la cinta en mm²

E: módulo de elasticidad del acero (21.000 kg/mm²)

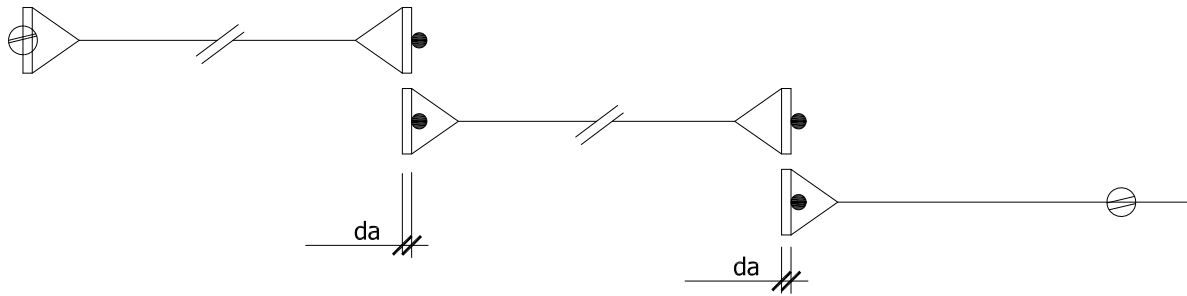
- $n da$: corrección por error de agarradera, donde

n: número de cintadas ó de fichas

da: espesor de la agarradera

En cada cintada medimos 2 veces el espesor de agarradera da .

La corrección es siempre con signo (-)



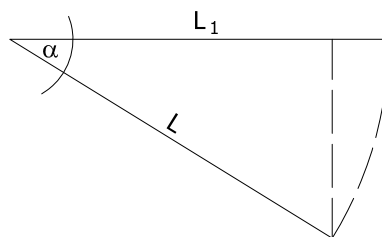
En este caso $n=2$

En cuanto al signo de las correcciones por variación de temperatura y por esfuerzo tirante, tenemos:

	L_0	ERROR	CORRECCION
$P=5 \text{ Kg. ; } t=20^\circ\text{C}$		NO	NO
$P=5 \text{ Kg. ; } t > 20^\circ\text{C}$		⊖	⊕
$P=5 \text{ Kg. ; } t < 20^\circ\text{C}$		⊕	⊖
$P > 5 \text{ Kg. ; } t=20^\circ\text{C}$		⊖	⊕

La fuerza tirante = 5 Kg no se tiene en cuenta pues se considera que 5 Kg es la fuerza tirante necesaria para tensar la cinta en el terreno.

También recordemos que en el caso que el terreno sea inclinado debemos reducirlo al horizonte, ya que a nosotros nos interesa la distancia horizontal.



$$L_1 = L \cdot \cos \alpha$$

L_1 = longitud reducida al horizonte

L = longitud corregida por Δt , ΔP y d_a

DESCOMPOSICION EN TRIÁNGULOS

Este método se utiliza para determinar la superficie de un polígono.

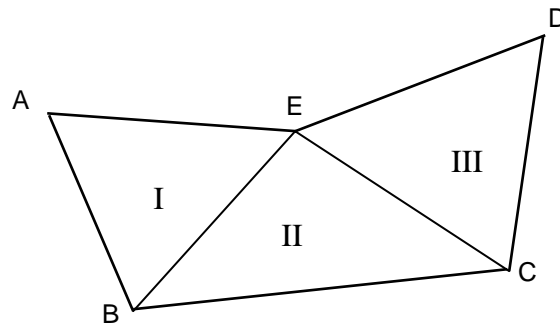
Consiste en descomponer el polígono en una serie de triángulos, en los cuales medimos solamente los lados y calculamos la superficie, y como suma de la superficie de cada triángulo obtenemos la superficie total del polígono.

Los lados de cada triángulo se van a medir con ruleta al cm por exceso o por defecto, y si la lectura fuera 5 mm se lo lleva al centímetro par más próximo.

El método de descomposición en triángulos se utiliza para conocer superficies en forma expeditiva, y con suficiente exactitud en superficies pequeñas, no utilizándose ya el método para determinar la superficie de un polígono geométrico de apoyo.

Su uso es aconsejable para determinar superficies en obras de ingeniería en forma rápida, como por ejemplo superficies de pavimentos ejecutados en distintos materiales (asfalto, hormigón, etc.), excavaciones, terraplenes. Además, puede utilizárselo en la etapa de anteproyecto, a los fines de realizar cálculos y presupuestos en forma rápida.

Es aconsejable realizar un croquis muy prolijo de la superficie a calcular y de los distintos triángulos en que se la dividió.



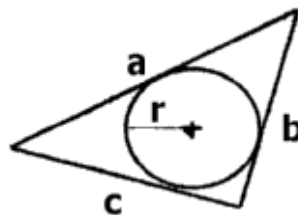
La superficie de cada triángulo se obtiene aplicando la Fórmula de Herón:

$$S = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)}$$

$$p = \frac{a + b + c}{2} \quad (p: \text{semiperímetro})$$

Considerando el radio de la circunferencia inscrita en cada triángulo tenemos que:

$$r = S/p$$



Los ángulos interiores de cada triángulo pueden obtenerse con las siguientes expresiones:

$$\alpha = 2 \operatorname{arctg} (r/(p-a))$$

$$\beta = 2 \operatorname{arctg} (r/(p-b))$$

$$\gamma = 2 \operatorname{arctg} (r/(p-c))$$

Debe notarse que los lados son nombrados con las letras que corresponden a los ángulos opuestos lo que facilita y ordena el cálculo.

Como control de cálculo deberá verificarse que la suma de los ángulos interiores de cada triángulo sea de 180° , por aplicación de la expresión:

$$\Sigma\alpha_{\text{int}} = 180^\circ 00' 00''(n-2) = 180^\circ 00' 00'' (3-2) = 180^\circ 00' 00''$$

Siendo n el número de lados del polígono

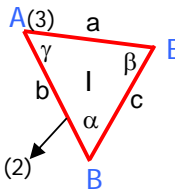
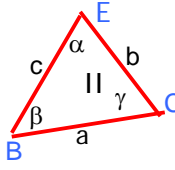
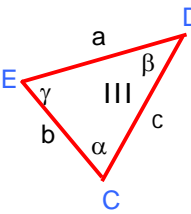
Si no se verifica la condición anterior, significa que hay un error de cálculo. Para minimizar la posibilidad de error al momento de calcular los ángulos interiores, es conveniente utilizar todos los decimales que entrega la calculadora.

DESCOMPOSICION EN TRIANGULOS (1)

DATOS:

A-B= 12,99 B-E= 13,58
 B-C= 17,38 C-E= 15,01
 C-D= 15,03
 D-E= 11,41
 E-A= 14,30

CALCULO:

TRIANGULO	LADOS MEDIDOS		(p-a) (p-b) (p-c) p	$S = \sqrt{p \cdot (p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c)}$ $r = S/p$		$\alpha = 2 \arctg (r/(p-a))$ $\beta = 2 \arctg (r/(p-b))$ $\gamma = 2 \arctg (r/(p-c))$				
	a	14,30	p-a	6,135	S	79,99	α	65	04	42
	b	12,99	p-b	7,445			β	55	28	03
	c	13,58	p-c	6,855	r	3,91	γ	59	27	15
	2p	40,87	p	20,44			Σ	180	00	00 (2)
						(2)	Δ	00"		(2)
	a	17,38	p-a	5,605	S	98,30	α	74	41	19
	b	15,01	p-b	7,975			β	56	24	22
	c	13,58	p-c	9,405	r	4,28	γ	48	54	19
	2p	45,97	p	22,99			Σ	180	00	00 (2)
						(2)	Δ	00"		(2)
	a	11,41	p-a	9,315	S	79,27	α	44	38	45
	b	15,01	p-b	5,715			β	67	35	03
	c	15,03	p-c	5,695	r	3,82	γ	67	46	12
	2p	41,45	p	20,725			Σ	180	00	00 (2)
						(2)	Δ	00"		(2)

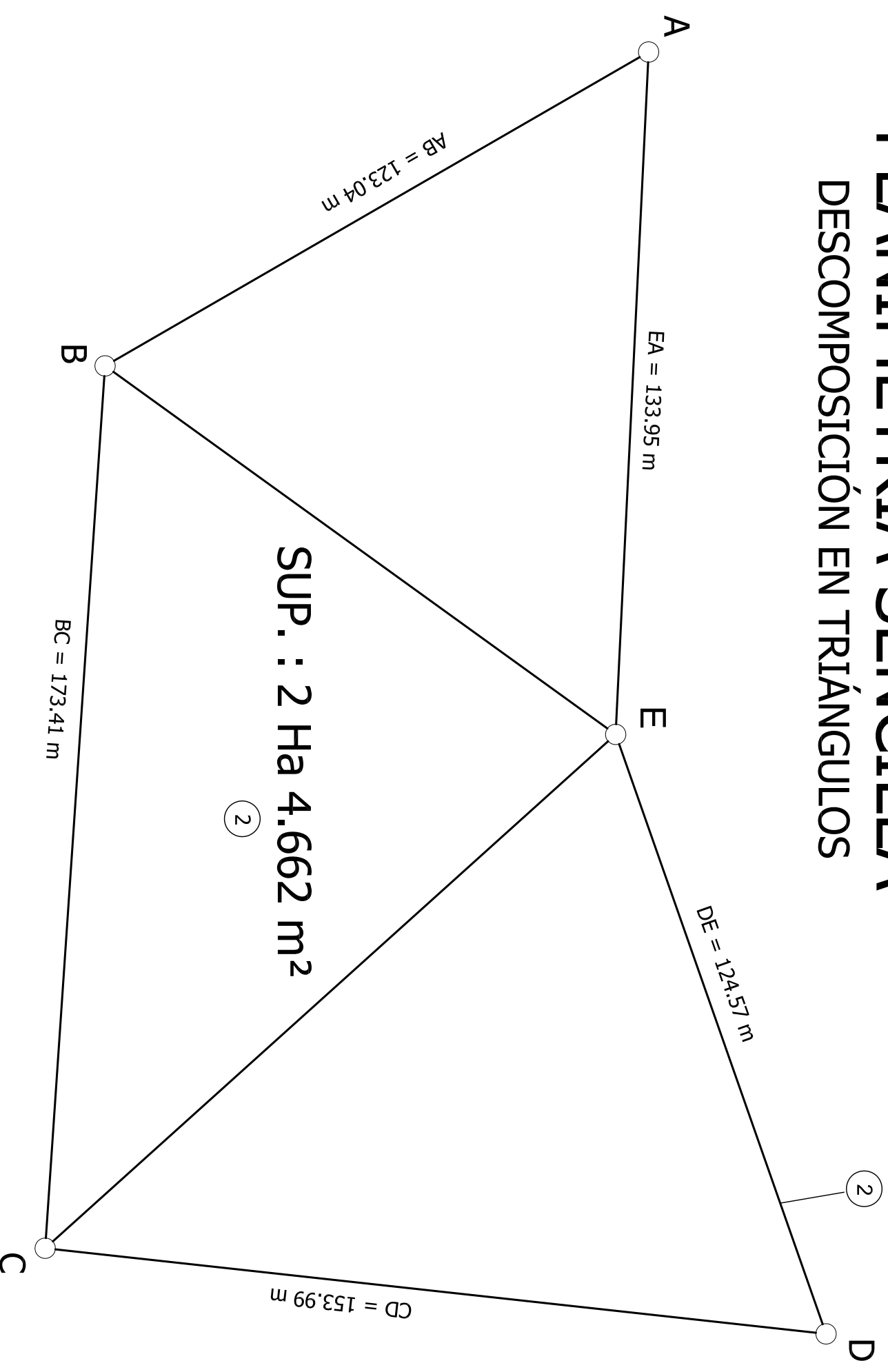
RESUMEN (3)

TRIANG.	LADO	LONG.	ANGULO COMPENSADO			SUPERF.	AREA TOTAL		
EAB (3)	(3) EA	14,30	EAB	(3) α	°	'	"	79,99 (2)	257 m² (2)
	AB	12,99	ABE	β	65	04	42		
	BE	13,58	BEA	γ	55	28	03		
EBC (3)	(3) BC	17,38	CEB	(3) α	74	41	19	98,30 (2)	
	CE	15,01	EBC	β	56	24	22		
	EB	13,58	BCE	γ	48	54	19		
ECD (3)	(3) ED	11,41	DEC	(3) α	44	38	45	79,27 (2)	
	EC	15,01	ECD	β	67	35	03		
	CD	15,03	CDE	γ	67	46	12		

Sistema Geométrico de Apoyo

Lugar: Ciudad Universitaria
Municipio de Córdoba

PLANIMETRIA SENCILLA DESCOMPOSICIÓN EN TRIÁNGULOS



PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN

EXAMEN DE TEODOLITO

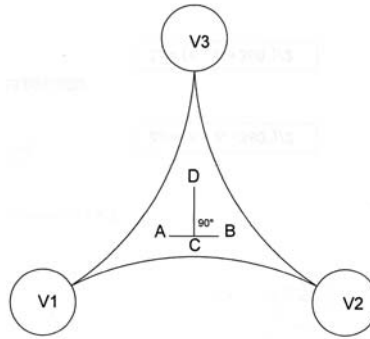
La finalidad de este práctico es el conocimiento del aparato y el funcionamiento de sus principales componentes.

ESTACIONAMIENTO DEL TEODOLITO:

- 1) **Centrado:** se siguen tres pasos para teodolitos con plomada óptica:
 - a) Horizontalizar en forma aproximada el trípode sobre la estaca, clavando una pata del mismo.
 - b) Colocar el teodolito, atornillándolo al trípode, y centrar lo mejor posible con la ayuda de las patas del trípode (método del avión), clavar las dos patas restantes.
 - c) Calar el nivel esférico, con la ayuda de las patas extensibles del trípode.
 - d) Si es necesario aflojar el tornillo central, centrar correctamente, y ajustar el aparato al trípode nuevamente.

- 2) **Verticalización:** (con tres tornillos calantes)
 - a) Se lleva el nivel de alidada a una posición paralela a la línea AB determinada por los calantes V y V2. el calado se opera en forma simultánea sobre los tornillos V1 y V2 en sentido antagónico de giro, teniendo en cuenta que la burbuja se desplaza en la dirección que indica el dedo índice de la mano derecha.
 - b) Se gira alidada 90° y se cala el tercer calante V. (línea CD).
 - c) Se vuelve el aparato a la posición inicial (paso a) y afinamos con V1 y V2.
 - d) Se gira alidada 180° para verificar el calado, puede ocurrir que:
 1. el nivel esté calado, por lo que se dice que esta corregido. Hay paralelismo entre el eje del nivel tubular de alidada y el plano horizontal.
 2. el nivel se descala, por lo que el mismo esta descorregido. Si se descala tenemos la influencia de dos errores. La mitad del desplazamiento de la burbuja corresponde a un error del nivel tubular (falta de paralelismo entre el eje del nivel tubular y el plano horizontal). La otra mitad del desplazamiento de la burbuja corresponde al error de verticalidad (eje vertical no está vertical). Para corregirlo y poder trabajar con el teodolito, en esta posición, se

debe desplazar la burbuja del nivel tubular de alidada la mitad del desplazamiento total con los tornillos V1 y V2 (colocamos el eje vertical en posición vertical, eliminando el error de verticalidad), y la otra mitad con los tornillos propios del nivel de alidada (corregimos el nivel tubular de alidada).



Una vez que se cumplimentó con cada uno de los pasos anteriores el aparato está en condiciones de ser utilizado.

SISTEMA DE LECTURA:

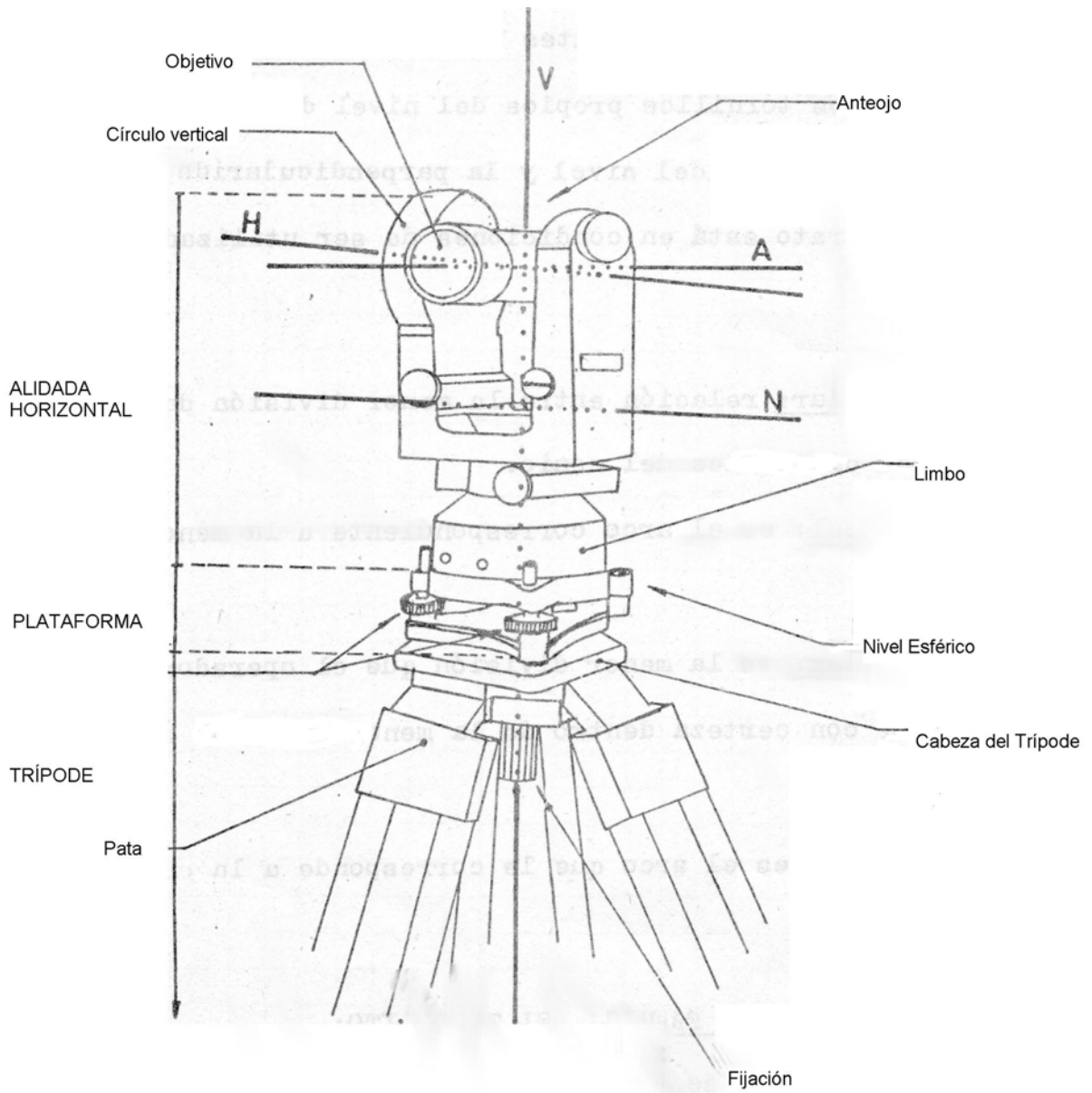
- **Apreciación Angular:** menor división del sistema de lectura.
- **Estimación Angular:** es la menor división que el operador puede individualizar con certeza dentro de la menor división del sistema de lectura.

CONDICIONES INSTRUMENTALES DE FÁBRICA DEL TEODOLITO

- **Eje Vertical (V):** es el eje que pasa por el centro de la alidada y el centro del limbo, que se extiende desde el cenit al nadir (se proyecta en el mojón).
- **Eje de Colimación o del Anteojo (C):** une el centro del objetivo con el centro de la cruz de hilos del retículo.
- **Eje Horizontal (H):** materializado por el eje mecánico que permite vascular el anteojo.

Estos ejes deben cumplir las siguientes condiciones:

- V debe ser vertical
- $C \perp H$
- $H \perp V$

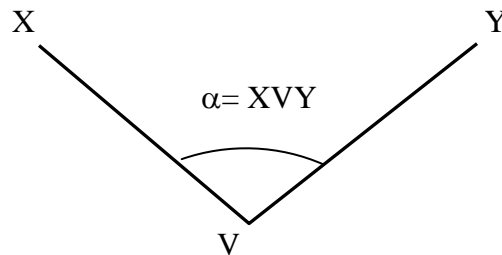


PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN

MEDICIÓN DE ÁNGULOS HORIZONTALES:

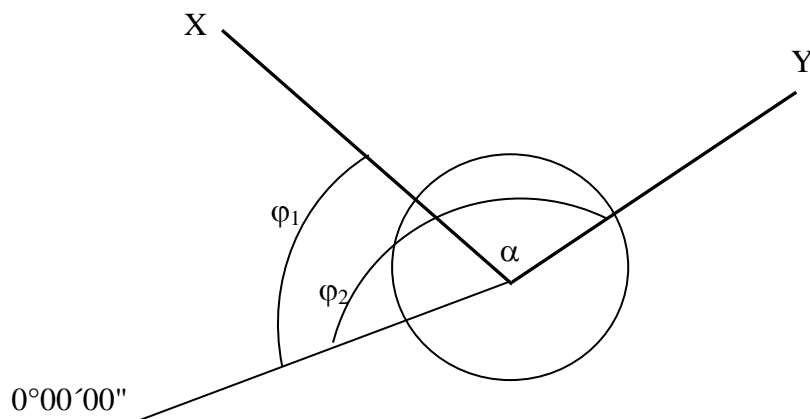
METODO SENCILLO

Se trabaja en una sola posición del anteojo (I Posición: círculo vertical a la izquierda)



Estacionados en V, se desea medir el ángulo comprendido entre las visuales X e Y (XVY)

El teodolito mide rumbos instrumentales



- Apuntamos a X en I Posición y tomamos lectura φ_1 (R_i : Rumbo izquierdo)
- Soltamos alidada, giramos de izquierda a derecha, apuntamos a Y, tomando lectura φ_2 (R_d : Rumbo derecho)

El ángulo será entonces la diferencia entre dos rumbos instrumentales:

$$\alpha = \varphi_2 - \varphi_1 \quad (R_d - R_i)$$

En éste método influyen todos los errores instrumentales:

- COLIMACION
- INCLINACION
- EXCENTRICIDAD DE ALIDADA

- APUNTE
- LECTURA
- GIRO DE TRIPODE
- ARRASTRE

Ejemplo:

VISUAL	LECTURA		
	°	'	"
VX	52	11	00
VY	170	45	00
XVY	118	34	00

PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN

ERRORES QUE SE COMETEN EN LA MEDICIÓN DE ANGULOS HORIZONTALES

Error de Verticalidad, Colimación e Inclinación

Las lecturas que se efectúan en el teodolito, sobre el limbo horizontal, para medir ángulos horizontales se ven afectadas por errores de tipo instrumental, personal y natural. Los errores tratados en este apartado se encuadran dentro de los tipos personales, en el caso del error de verticalidad, e instrumentales si se refiere al error de colimación e inclinación. A los fines de poder analizar cada uno de ellos es conveniente definir los tres ejes presentes en un teodolito:

- ↪ **Eje Vertical:** se materializa uniendo el centro del limbo horizontal y el centro de la alidada y pasando por la vertical del lugar (**V**).
- ↪ **Eje Horizontal:** es aquel a través del cual bascula el anteojo y pasa por los montantes del mismo.
- ↪ **Eje de Colimación:** se materializa uniendo el centro de la cruz de hilos del retículo con el centro focal del objetivo.

Los ejes “virtuales” que se acaban de definir deben cumplir entre ellos ciertas condiciones. Algunas de ellas las garantiza el fabricante cuando el aparato es nuevo. Las condiciones son:

El eje vertical debe ser vertical $\Rightarrow V \equiv V$

El eje de colimación debe ser perpendicular al eje horizontal $\Rightarrow C \perp H$

El eje horizontal debe ser perpendicular al eje vertical $\Rightarrow H \perp V$

Cuando estas condiciones no se cumplen, las mediciones que efectuemos van a estar influenciadas por los siguientes errores:

El eje vertical no es vertical: $V \neq V \Rightarrow$ **Error de Verticalidad**

Eje de colimación no es perpendicular al eje horizontal: $C \not\perp H \Rightarrow$ **Error de Colimación**

Eje horizontal no es perpendicular al eje vertical: $H \not\perp V \Rightarrow$ **Error de Inclinación**

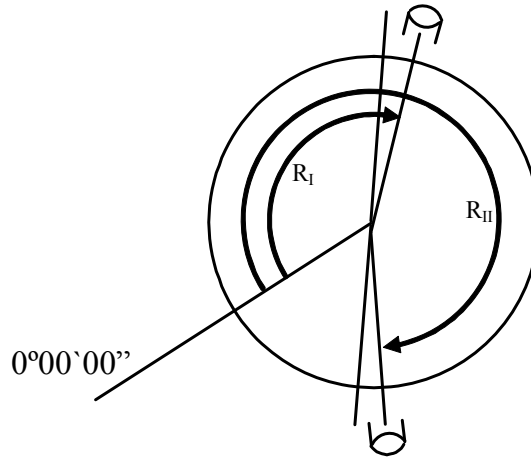
ERROR DE VERTICALIDAD

Para eliminar la influencia de este error el único requisito que se debe cumplir es tener sumo cuidado y prestar mucha atención durante el estacionamiento del teodolito. No se puede corregir el aparato del error de verticalidad, lo único que se puede hacer es verticalizar de manera muy precisa.

ERROR DE COLIMACIÓN

Cuando la condición de perpendicularidad entre el eje de Colimación y el eje Horizontal no se cumple, todas las lecturas tomadas con el teodolito tendrán la influencia del error de colimación. Esta influencia se expresa analíticamente de la siguiente manera:

$$C = \frac{c}{\cos(h)}$$



En donde C es la influencia del error de colimación, c es el error de colimación propiamente dicho y h es el ángulo de elevación del punto apuntado.

Para verificar si un aparato presenta error de colimación es necesario seguir los siguientes pasos:

1°. Se elige un punto de fácil ubicación, ya que lo apuntaremos en I y II posición del anteojo, y sobre el horizonte, es decir un punto que no esté elevado.

2°. Apuntamos el punto elegido en I posición del anteojo, en donde tomaremos lectura del rumbo R_I (rumbo con la influencia del error de colimación):

$$R_I = L_I - c / \cos h \quad (1)$$

L_I : rumbo correcto al punto en I posición, libre de la influencia del error de colimación

3°. Dando vuelta de campana apuntamos al mismo punto pero ahora en la II posición del anteojo, tomando lectura del rumbo R_{II} (rumbo con la influencia del error de colimación):

$$R_{II} = L_{II} + c / \cos h \quad (2)$$

L_{II} : rumbo correcto al punto en II posición, libre de la influencia del error de colimación

Teniendo en cuenta que las lecturas en I y II posición del anteojo van a diferir en 180° , se suma miembro a miembro (1) y (2):

$$2L_I = R_I + R_{II}$$

$$L_I = \frac{R_I + R_{II}}{2} \quad (3)$$

En consecuencia, **tomando lectura en posición I y en posición II y promediando los valores de minutos y segundos, obtenemos el rumbo libre de la influencia del error de colimación (L_I).**

Efectuando un procedimiento similar pero restando miembro a miembro (2) menos (1):

$$R_{II} - R_I = 180^\circ + 2 \cdot \frac{c}{\cos(h)} \quad (4)$$

A partir de (4) se puede concluir que la influencia del error de colimación es:

$$C = \frac{c}{\cos(h)} = \frac{(R_{II} - R_I) - 180^\circ}{2} \quad (5)$$

De la expresión (5) surge el motivo por el cual es necesario elegir un punto sobre el horizonte ($h = 0^\circ$) para verificar la presencia del error de colimación en el teodolito. Para mostrar el error en su verdadera magnitud es necesario que el coseno de h tome el valor uno, de tal forma que la influencia C sea igual al error mismo, c .

$$\text{si } h = 0^\circ \text{ entonces } C = c = \frac{(R_{II} - R_I) - 180^\circ}{2}$$

En conclusión, la diferencia entre las lecturas (rumbos), en I posición y II posición del anteojo, diferenciada en 180° es el doble del error de colimación

Para corregir el error de colimación, de manera que el aparato quede libre de su influencia, es necesario provocar, mediante el dispositivo de lectura el rumbo corregido obtenido en (3). Al observar por el anteojo, el punto quedará desapuntado, en consecuencia se debe desplazar la cruz de hilos del retículo para provocar nuevamente el apunte. De esta forma desplazamos el eje de colimación, el punto está apuntado y la lectura es la correcta.

ERROR DE INCLINACIÓN

Cuando la condición de perpendicularidad entre el eje Horizontal y el eje Vertical no se cumple, todas las lecturas tomadas con el teodolito tendrán la influencia del error de inclinación, influencia que analíticamente se expresa de la siguiente manera:

$$I = i \cdot \tan(h)$$

En donde I es la influencia del error de inclinación, i es el error de inclinación propiamente dicho y h es el ángulo de elevación del punto apuntado.

Para verificar si un aparato presenta error de inclinación es necesario seguir los siguientes pasos:

1°. Se elige un punto de fácil ubicación, ya que lo apuntaremos en I y II posición del anteojo, y con una elevación cercana a 45° sobre el horizonte.

2°. Apuntamos el punto elegido en I posición del anteojo, en donde tomaremos lectura del rumbo R_I (rumbo con la influencia del error de inclinación):

$$R_I = L_I - i \cdot \tan h \quad (6)$$

L_I : rumbo correcto al punto en I posición, libre de la influencia del error de inclinación

3°. Dando vuelta de campana apuntamos al mismo punto pero ahora en la II posición del anteojo, tomando lectura del rumbo R_{II} (rumbo con la influencia del error de inclinación):

$$R_{II} = L_{II} + i \cdot \tan h \quad (7)$$

L_{II} : rumbo correcto al punto en II posición, libre de la influencia del error de inclinación

Teniendo en cuenta que las lecturas en I y II posición del anteojo van a diferir en 180° , se suma miembro a miembro (1) y (2):

$$2L_I = R_I + R_{II}$$

$$L_I = \frac{R_I + R_{II}}{2} \quad (8)$$

En consecuencia, **tomando lectura en posición I y en posición II y promediando los valores de minutos y segundos, obtenemos el rumbo libre de la influencia del error de inclinación (L_I)**.

Efectuando un procedimiento similar pero restando miembro a miembro (2) menos (1):

$$R_{II} - R_I = 180^\circ + 2 \cdot i \cdot \tan(h) \quad (9)$$

A partir de (4) se puede concluir que la influencia del error de colimación es:

$$I = i \cdot \tan(h) = \frac{(R_{II} - R_I) - 180^\circ}{2} \quad (10)$$

De la expresión (10) surge el motivo por el cual es necesario elegir un punto elevado 45° sobre el horizonte ($h = 45^\circ$) para verificar la presencia del error de inclinación en el teodolito. Para mostrar el error en su verdadera magnitud es necesario que la tangente de h tome el valor uno, de tal forma que la influencia I sea igual al error mismo, i .

$$\text{si } h = 45^\circ \text{ entonces } I = i = \frac{(R_{II} - R_I) - 180^\circ}{2}$$

En conclusión, la diferencia entre las lecturas (rumbos), en I posición y II posición del anteojo, diferenciada en 180° es el doble del error de inclinación

Para corregir el error de inclinación, de manera que el aparato quede libre de su influencia, es necesario provocar, mediante el dispositivo de lectura, el rumbo corregido obtenido en (8). Al observar por el anteojo el punto estará desapuntado, en consecuencia se debe corregir el apunte desplazando el eje horizontal, de manera que cumpla con la condición preestablecida (perpendicularidad con el eje vertical). Para ello se utilizan los

montantes del anteojo, que serán desplazados hasta lograr el apunte del punto, en este momento el punto está apuntado y la lectura es la correcta.

Se desarrolló primero el procedimiento de verificación y corrección del error de colimación porque es éste el orden que se debe seguir al momento de corregir el aparato. Esto es así porque para corregir el error de colimación el punto elegido debe estar sobre el horizonte, es decir tener altura de elevación igual a cero, de manera de que el error se manifieste en toda su magnitud; cuando $h = 0^\circ$, la tangente de h es igual a cero y, en consecuencia, la influencia del error de inclinación es nula, por ende el error registrado en las lecturas tomadas será solamente de colimación. Una vez que el teodolito se encuentra sin error de colimación, se procede a verificar y corregir el error de inclinación, pero ya seguros de que el error de colimación no está presente en las lecturas tomadas.

EJEMPLOS NUMÉRICOS

Datos de Campaña – Error de Colimación

Verificación y Corrección del Teodolito																			
Error de Colimación																			
Lugar: Ciudad Universitaria								Instrumental: Wild T1											
Fecha: 27/04/2000								Grupo: 1											
Tiempo: Bueno																			
Visual	I	Lectura							Correc.	Lectura Corregida									
	II																		
				0			"												
Jalón A	I	1	4	8	4	8	3	0	+	0	0	0	1	4	8	4	8	3	0
	II			6	8	4	8	3	0	-	0	0	0	6	8	4	8	3	0
				0			"												
Jalón B	I	2	2	5	0	3	4	0	+	0	0	1	2	2	5	0	3	4	1
	II			4	5	0	3	4	2	-	0	0	1	4	5	0	3	4	1
				0			"												
Jalón C	I	2	6	7	0	0	3	0	+	0	1	0	2	6	7	0	0	4	0
	II			8	7	0	0	5	0	-	0	1	0	8	7	0	0	4	0

Datos de Campaña – Error de Inclinación

Verificación y Corrección del Teodolito																
Error de Inclinación																
Lugar: Ciudad Universitaria								Instrumental: Wild T1								
Fecha: 27/04/2000								Grupo: 1								
Tiempo: Bueno																
Visual	I	Lectura						Correc.			Lectura Corregida					
	II															
				0								0				
Poste	I	1	7	5	5	1	4	5	-	0	1	5	1	7	5	
	II	3	5	5	5	1	1	5	+	0	1	5	3	5	5	
				0									0			
Luminaria	I	1	6	5	3	5	0	0	+	0	1	5	1	6	5	
	II	3	4	5	3	5	3	0	-	0	1	5	3	4	5	
				0									0			

PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN

MEDICIÓN DE ÁNGULOS HORIZONTALES:

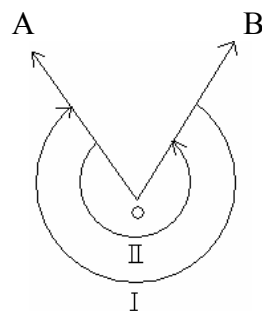
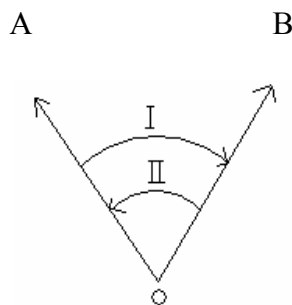
MÉTODO DE COMPENSACIÓN

El objetivo del método de compensación consiste en la medición de uno ó más ángulos horizontales, a partir de un determinado procedimiento, por el cual se elimina la influencia de una serie de errores instrumentales

MÉTODO

Estacionados en un punto O , se debe medir el ángulo comprendido entre las visuales a los puntos A y B ($A\hat{O}B$). Se debe medir un ángulo y su explemento en forma independiente y sucesiva, compensando luego la estación, procediendo de la siguiente manera:

1. Apuntando a A en I posición tomamos lectura del rumbo izquierdo OA ($^{\circ} \prime \prime$)
2. Se barre el ángulo poligonal $A\hat{O}B$ de izquierda a derecha hasta la visual B , registrando el rumbo OB ($^{\circ} \prime \prime$).
3. Mediante una “vuelta de campana” se cambia el teodolito a II posición y se vuelve a tomar lectura del rumbo OB , en segunda posición, en este caso solo se anotan los minutos y segundos ($\prime \prime$) ya que el valor correspondiente a los grados debe diferir en 180° , respecto del tomado en I posición.
4. Se barre nuevamente el ángulo $A\hat{O}B$, pero ahora de derecha a izquierda, desde el punto B hasta A , registrando el rumbo en A ($\prime \prime$).
5. Con el mismo procedimiento se mide el explemento ($B\hat{O}A$), teniendo en cuenta que el rumbo izquierdo del explemento se corresponde con el derecho del ángulo poligonal.



COMPENSACIÓN DE LA ESTACIÓN

Una vez medidos el ángulo poligonal y su explemento, la suma de ambos debería ser igual a:

$$\sum \text{ángulos} = 360^{\circ} 00' 00''$$

Si la suma de ambos ángulos no es igual 360° quiere decir que existe un **error de cierre de estación**.

$$\Delta = \Sigma \text{ángulos} - 360^\circ 00'00''$$

Mientras dicho error se encuentre dentro de tolerancia, se puede compensar el mismo dividiéndolo por partes iguales según el número de visuales que concurren a la estación (número de ángulos), en este ejemplo 2 visuales. Para compensar los valores angulares se procede de la siguiente manera:

Se debe determinar la corrección, que lleva signo inverso al error:

$$\text{correc} = -\frac{\Delta}{n^\circ \text{visuales}}$$

Luego se compensa el ángulo poligonal como sigue:

$$\text{Ángulo compensado} = \text{ángulo poligonal} + \text{correc}$$

Este método es muy usado en poligonometría

ERRORES

La aplicación de este método en la medición de ángulos horizontales permite eliminar la influencia de muchos errores instrumentales tales como:

- Colimación, midiendo en las dos posiciones del anteojo
- Inclinación, midiendo en las dos posiciones del anteojo
- Excentricidad de alidada, midiendo en las dos posiciones del anteojo
- Giro de trípode, barriendo el ángulo de derecha a izquierda y de izquierda a derecha
- Error de arrastre, midiendo ángulo y explemento

Además permite reducir los errores de apunte y de lectura.

Ejemplo numérico del método de Compensación

Medición de Angulos Horizontales									
Método de Compensación									
Lugar:					Tiempo:				
Fecha:					Grupo:				
Estación:					Teod.:				
	visual	I posición			II posic.				
		°	'	"	'	"			
	O A	7 0 3	7 1 0	3 6 2	0				
	O B	1 0 0	2 5 4	0	2 5 0	0			
	Rd-Ri	2 9 4	8 3 0	4 8 4	0				
	A O B	2 9	4 8	3 5					
	O B	1 2 3	2 0 0	0	1 9 2	0			
	O A	9 3 3	2 1 0	3 1 1	0				
	Rd-Ri	3 3 0	1 2 1	0	1 1 5	0			
	B O A	3 3 0	1 2	0 0					
	Σ	= 3 6 0	° 0 0'	3 5"					
			Δ	= 3 5"					
	AOB	= 2 9°	4 8'	1 7"					

PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN
MEDICIÓN DE ÁNGULOS HORIZONTALES:
MÉTODO DE RUMBOS

Como su nombre lo indica este método se basa en medir “**rumbos**” y por diferencia de rumbos obtener los ángulos.

Este método, como todos los métodos completos, elimina la influencia de los errores sistemáticos.

Pasos para realizar el método:

1° Estacionar el teodolito

2° Apuntando a todas las visuales determinamos cuál es la que ofrece las mejores condiciones de apunte y este será el primer rumbo a medir ya que la primer lectura la consideramos “libre de error” y por lo tanto no sufre corrección.

3° Apuntamos al primer punto en I posición (si el apunte es a un jalón, debe ser lo más bajo posible para minimizar el error de inclinación del mismo) y tomamos lectura en el limbo horizontal ($^{\circ}$ ‘ ‘‘).

4° Repetimos la operación “*de izquierda a derecha*” (en sentido horario) en I posición, anotando los rumbos ($^{\circ}$ ‘ ‘‘) obtenidos en la libreta de campaña, hasta cerrar en el primer punto nuevamente.

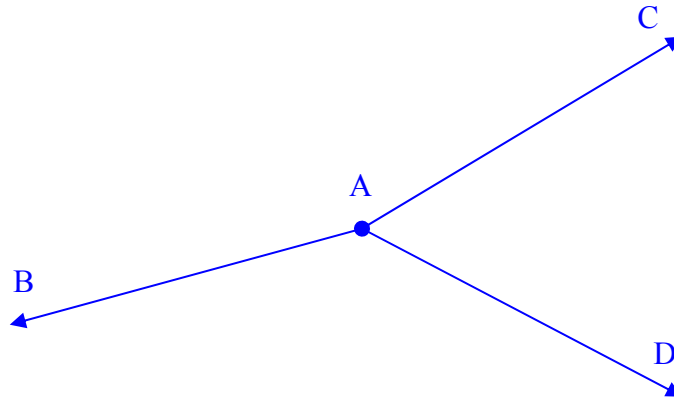
5° Luego en II posición repetimos la operación pero ahora de “*derecha a izquierda*” (en sentido antihorario). Controlando que los grados difieran en 180° , anotamos los minutos y segundos de *abajo hacia arriba*.

6° Cálculo de compensación de rumbos y determinación de los ángulos. La compensación se explica a través del ejemplo numérico.

Precisión del método $15''$

Ejemplo:

Croquis



Planilla

Estación "A"

Visual	I	II	Promedio	Correción	Rumbos Corregidos
B	249 29 54	30 30	30 12	-----	249 30 12
C	61 42 12	42 36	42 24	-03	61 42 21
D	129 43 54	44 30	44 12	-06	129 44 06
B	249 30 00	30 42	30 21	-09	249 30 12
$\Delta = 09''$				$C = -09''/3 = -03''$	

Se debe tener en cuenta que el rumbo en B tomado al inicio del método (B_0) debería ser igual al tomado una vez completado el recorrido por todas las visuales (B_f). Si ésto no ocurre sobreviene un **error de cierre de estación** (Δ).

Cálculos

$n = 3$ (Número de visuales)

$$\Delta = B_f - B_0 = 249^{\circ}30'21'' - 249^{\circ}30'12'' = 09''$$

$$C = -\Delta/n = -09''/3 = -03'' \quad (\text{corrección})$$

Al primer rumbo no lo corregimos. Al segundo rumbo lo corregimos en C, al tercer rumbo en dos veces C y al cierre en 3 veces C.

$$C_c = C \times 1 \quad C_D = C \times 2 \quad C_{Bf} = C \times 3$$

Determinación de los ángulos

Ang	R _d	R _i	R _d - R _i
	° ' ''	° ' ''	° ' ''
BÂC	61 42 21	249 30 12	172 12 09
CÂD	129 49 06	61 42 21	68 01 45
DÂB	249 30 12	129 44 06	119 46 06
			$\Sigma = 360^{\circ}00'00''$

PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN

MEDICIÓN DE ÁNGULOS HORIZONTALES:

MÉTODO DE REPETICIÓN

El método de repetición consiste en sumar “X” cantidad de veces el ángulo (X/2 veces en I posición y X/2 veces en II posición) con X par. Sólo se puede aplicar con un teodolito “repetidor”.

Éste método se utiliza cuando la medición requiere de gran precisión (2”).

Pasos para realizar el método:

1° Estacionar el teodolito

2° Girando la alidada, buscamos una lectura próxima a 0°00’00”.

3° Una vez cumplimentado el paso 2 “solidarizamos el limbo con la alidada” y apuntamos a la visual izquierda en I posición, tomando lectura “ l_0 ” (próxima a 0°00’00”)

4° Soltamos la alidada y apuntamos a la visual derecha tomando lectura “ l_1 ” solo en grados y minutos.

5° En este punto solidarizamos limbo y alidada; volvemos a apuntar a la visual izquierda.

6° Sin tomar lectura soltamos alidada y apuntamos a la visual derecha.

7° Fijamos limbo y alidada; soltamos el tornillo de movimientos rápidos, haciendo vuelta de campana apuntamos a la visual izquierda en II posición.

8° Soltamos alidada, apuntamos a la visual derecha.

9° Fijamos limbo y alidada, apuntamos a la visual izquierda nuevamente

10° Soltamos limbo, apuntamos a la visual derecha y tomamos lectura “ l_4 ” en grados, minutos y segundos.

11° Controlamos que $(l_1 - l_0) \times 4$ sea similar a l_4 para asegurar que hemos hecho los pasos correctamente.

12° Invertimos ahora las 4 operaciones para restar los 4 ángulos que acumulamos en el limbo o sea, siguiendo en II posición y apuntando a la visual derecha, soltamos limbo, apuntamos a izquierda; fijamos limbo, apuntamos a derecha; soltamos limbo, apuntamos a izquierda; fijamos limbo pasamos a I posición y apuntamos a derecha; soltamos limbo, apuntamos a izquierda; fijamos limbo, apuntamos a derecha; soltamos limbo, apuntamos a izquierda y tomamos lectura l_0' .

$|l_0 - l_0'|$ no debe superar los 12” para asegurarnos que el método no supere los 2” de precisión.

Hemos medido ocho veces el ángulo pero tomando sólo 3 lecturas, reduciendo así el error de lectura.

Calculamos el ángulo “ α ” de la siguiente forma:

$$\alpha = \frac{l_4 - (l_0 + l'_0) / 2}{4}$$

Ejemplo Numérico

Planilla de cálculos

Estación “A”

Ang	I / II	I	II	Cálculos
	I	l_0	00.20.18	$l_4 = 272^\circ 26' 56''$
	I	l_1	68.21	$(l_0 + l_0') / 2 = 0^\circ 20' 24''$
	II	l_4	272.26.56	$4\alpha = l_4 - (l_0 + l_0') / 2$
	I	l_0'	00.20.30	$4\alpha = 272^\circ 06' 32''$
				$\alpha = 68^\circ 01' 38''$

PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN

MEDICIÓN DE ÁNGULOS HORIZONTALES:

COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS

Como se enunció en la explicación de cada uno de los métodos de medición de ángulos horizontales, resulta de suma importancia respetar todos los pasos dispuestos ya que de esta manera los diferentes métodos permiten eliminar la influencia de muchos de los errores sistemáticos presentes en la medición. A continuación se detallan los métodos de medición de ángulos horizontales en relación a los errores cuya influencia eliminan:

Errores	Método			
	Sencillo	Compensación	Rumbos	Repetición
Centración	no	no	no	no
Verticalización	no	no	no	no
Colimación	no	si	si	si
Inclinación	no	si	si	si
Exc. Alidada	no	si	si	si
Apunte	no	disminuye	disminuye	disminuye >>
Lectura	no	disminuye	disminuye	no
Giro de Tripode	no	si	si	si
Arrastre	no	si	si	no

PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN

CÁLCULO DE COORDENADAS

Actualmente la topografía ha ido actualizando sus herramientas de cálculo y en consecuencia el uso de COORDENADAS, ya sean cartesianas o polares ha tomado un lugar importante dentro de los elementos a emplear para los diferentes cálculos. Una vez calculadas las coordenadas, con los datos tomados en campaña, es posible dibujar y representar gráficamente los detalles del terreno considerados. Con las coordenadas de dos puntos se hace posible además calcular la distancia entre los mismos, aunque no se hubiese estacionado en ninguno de ellos. En este curso utilizaremos solo coordenadas en el plano, dejando para la Topografía II las coordenadas planialtimétricas.

Desde un punto de vista geométrico un “punto” se define como la intersección de dos rectas, mientras que topográficamente un “punto” es la proyección sobre el terreno de la dirección de la plomada (la vertical) y está materializado por un mojón, una antena, un pararrayo, etc. Si cada uno de estos puntos del plano son referenciados a dos ejes perpendiculares entre si (X e Y), los puntos topográficos que ellos representan van a quedar perfectamente definidos a partir de sus coordenadas X e Y. De esta manera, dos puntos A y B tendrán coordenadas (X_A, Y_A) y (X_B, Y_B) , respectivamente, como se muestra en la Figura 1. Cabe aclarar que en Topografía el eje X coincide con la dirección del Norte-Sur verdadero (Norte), siendo el eje Y perpendicular a este último.

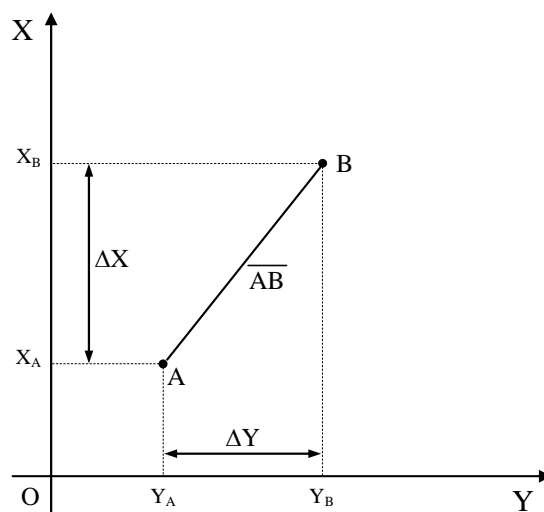


Figura 1.- Esquema de dos puntos del plano definidos a partir de sus coordenadas rectangulares

A partir de la Figura 1 se proponen dos puntos A y B, cuya distancia entre ellos está definida como \overline{AB} , del mismo modo es dato la diferencia entre las coordenadas X e Y de ambos puntos (ΔX y ΔY). Si materializamos un eje paralelo al eje X (Norte) que pase por el punto A, definiremos el “rumbo” de la línea AB, enunciado como (AB) . Se define el rumbo verdadero como el ángulo horizontal que forma la línea AB con otra línea dirigida al Norte (ver Figura 2).

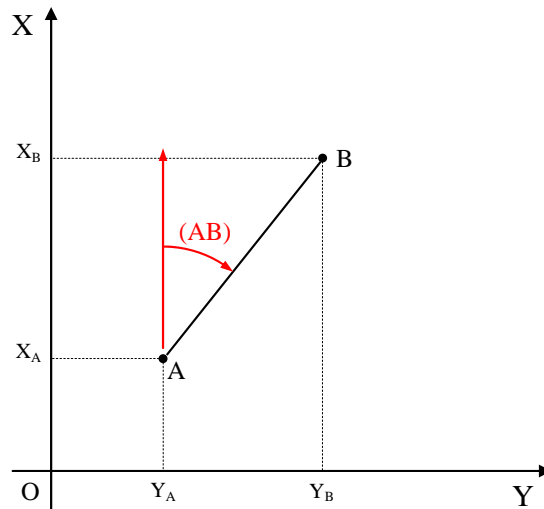
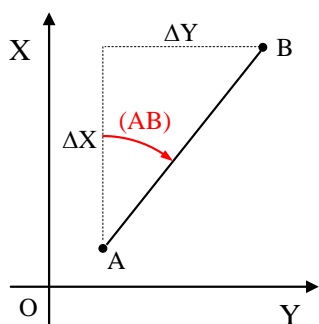


Figura 2.- Esquema del rumbo de la línea AB definida por los puntos A y B.

Siguiendo la definición del rumbo de una línea enunciada en el párrafo anterior, es factible plantear las 3 funciones trigonométricas intentando proponer expresiones que faciliten la determinación de coordenadas como sigue:



$$\operatorname{sen}(AB) = \frac{\Delta Y}{\overline{AB}} \quad \Rightarrow \quad \overline{AB} = \frac{\Delta Y}{\operatorname{sen}(AB)} = \frac{Y_B - Y_A}{\operatorname{sen}(AB)} \quad (1)$$

$$\operatorname{cos}(AB) = \frac{\Delta X}{\overline{AB}} \quad \Rightarrow \quad \overline{AB} = \frac{\Delta X}{\operatorname{cos}(AB)} = \frac{X_B - X_A}{\operatorname{cos}(AB)} \quad (2)$$

$$\tan(AB) = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \quad (AB) = \arctan\left(\frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}\right) \quad (3)$$

$$\overline{AB} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (4)$$

De las expresiones anteriores es factible concluir que conociendo las coordenadas de los puntos A y B, se puede determinar el rumbo de la línea (AB) a partir de la expresión (3). Conocido el rumbo de (AB) se puede determinar la distancia que separa al punto A del B, tanto a partir de la expresión (1) como de la expresión (2) lo que permite un control de cálculo. Cabe mencionar que la expresión de Pitágoras (4) otorga un tercer control de cálculo, aclarando que **sólo** se debe utilizar como control y no como herramienta de cálculo.

A partir de las expresiones (1) y (2) se obtienen las coordenadas de un punto B conociendo las coordenadas de otro punto A, la distancia que separa ambos puntos y el rumbo de la línea (AB) tal como sigue:

De (1) y (2):

$$Y_B - Y_A = \overline{AB} \cdot \operatorname{sen}(AB)$$

$$X_B - X_A = \overline{AB} \cdot \operatorname{cos}(AB)$$

De donde se deduce:

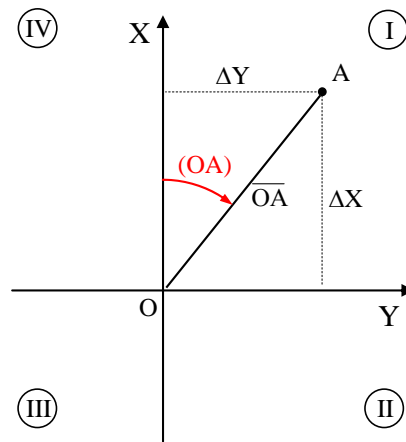
$$\boxed{Y_B = Y_A + \overline{AB} \cdot \text{sen}(AB)} \quad (5)$$

$$\boxed{X_B = X_A + \overline{AB} \cdot \text{cos}(AB)} \quad (6)$$

ARRUMBAMIENTO

Hasta el momento el análisis se desarrollo para una línea ubicada en el cuadrante positivo de los ejes X e Y, es decir para el primer cuadrante. Cuando la línea se ubica en cualquiera de los otros 3 cuadrantes, la manera de determinar el rumbo se modifica de acuerdo a los siguientes análisis:

Cuadrante I:



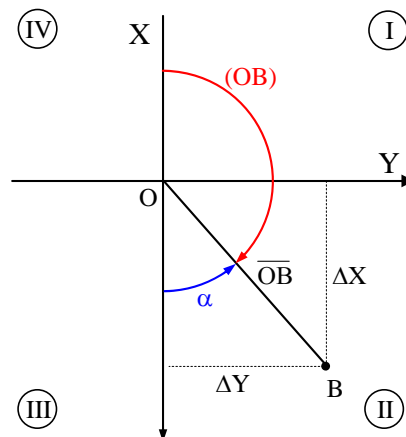
Se plantea la tangente del rumbo (OA):

$$\tan(OA) = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{>0}{>0}$$

Tanto ΔY como ΔX son positivos por lo tanto el resultado es positivo y el rumbo es:

$$\boxed{(OA) = \arctan\left(\frac{\Delta Y}{\Delta X}\right)}$$

Cuadrante II:



Se plantea la tangente del ángulo α :

$$\tan \alpha = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{> 0}{< 0}$$

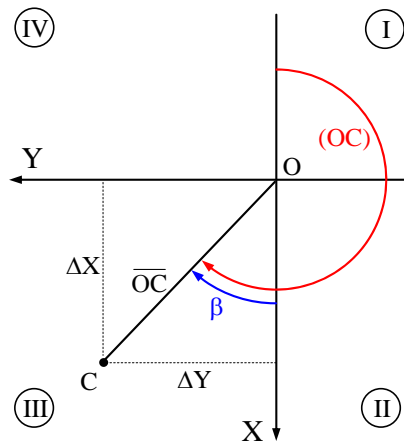
Al ser ΔX negativo, el resultado es negativo y en consecuencia el ángulo α tiene signo negativo:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{\Delta Y}{\Delta X}\right) < 0$$

Del gráfico se concluye que el rumbo (OB) se determina como sigue:

$$\boxed{(OB) = 180^\circ + (-\alpha)}$$

Cuadrante III:



Se plantea la tangente del ángulo β :

$$\tan \alpha = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{< 0}{< 0}$$

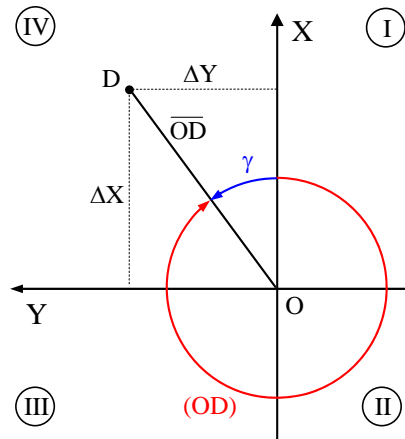
Al ser ΔY y ΔX negativos, el resultado es positivo y en consecuencia el ángulo β tiene signo positivo:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{\Delta Y}{\Delta X}\right) > 0$$

Del gráfico se concluye que el rumbo (OB) se determina como sigue:

$$\boxed{(OB) = 180^\circ + \beta}$$

Cuadrante IV:



Se plantea la tangente del ángulo γ :

$$\tan \gamma = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{< 0}{> 0}$$

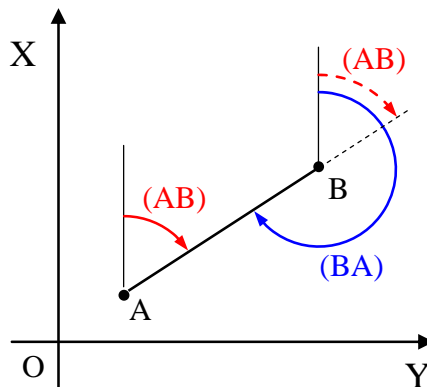
Al ser ΔY negativo, el resultado es negativo y en consecuencia el ángulo γ tiene signo negativo:

$$\gamma = \arctan\left(\frac{\Delta Y}{\Delta X}\right) < 0$$

Del gráfico se concluye que el rumbo (OD) se determina como sigue:

$$\boxed{(OD) = 360^\circ + (-\gamma)}$$

Cabe destacar que una misma línea AB puede estar arrumbada de dos maneras diferentes, tomando el origen de la línea en A ó en B, en este sentido se definirá el rumbo (AB) ó el rumbo (BA) respectivamente, cuya diferencia se muestra en el siguiente esquema:

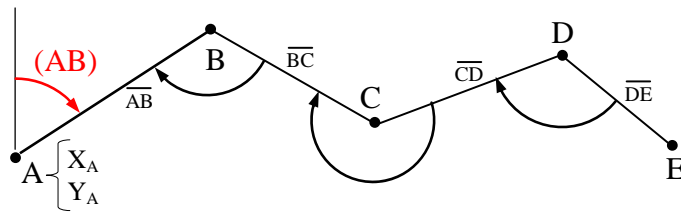


La diferencia entre ambos rumbos expresada matemáticamente es:

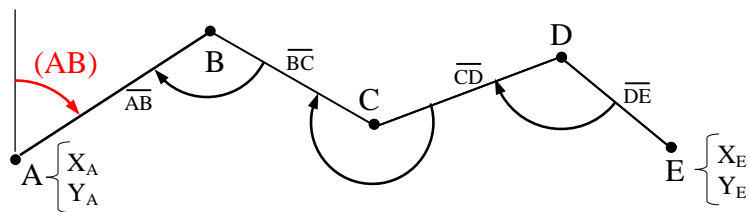
$$\boxed{(BA) = (AB) + 180^\circ}$$

El cálculo de coordenadas presenta mucha utilidad en la resolución de polígonos geométricos empleados como sistemas de apoyo, ya que midiendo lados y ángulos es factible determinar las coordenadas de sus vértices. A continuación se detallan algunas de los tipos de poligonales que se pueden emplear:

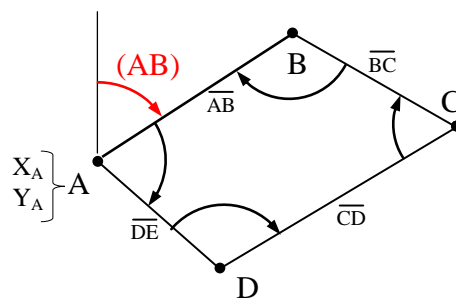
Poligonal Atada y Orientada:



Poligonal Doblemente Atada y Orientada:



Polígono Cerrado:



PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN

POLIGONOMETRÍA GEOMÉTRICA

La POLIGONOMETRÍA GEOMÉTRICA se encuentra dentro de los sistemas de apoyo, junto con la triangulación topográfica y la trilateración. Este sistema de apoyo es muy utilizado en la topografía vial, como así también en el levantamiento de detalles, tareas de mensura, etc.

La poligonometría geométrica se basa en la medición de:

- Todos los ángulos interiores del polígono con el empleo del teodolito, por el método de compensación.
- Todos los lados del polígono con cinta de agrimensor ó distanciómetro

Para poder utilizar este sistema geométrico de apoyo se necesita un terreno favorable a la medición de líneas con cinta o bien tener visuales entre los vértices para la medición con distanciómetro y teodolito, además la longitud de los lados que forman el polígono debe estar acotada ya que los errores se propagan tal como puede observarse en el croquis de la Figura 1.

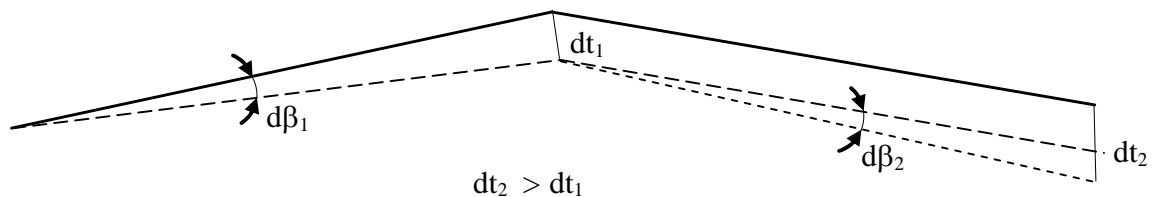


Figura 1.- Croquis de una poligonal abierta y la incidencia de un error angular en la determinación de los vértices.

METODO:

El procedimiento de medición en campo de una poligonal “cerrada” es el siguiente:

1. Materialización de los vértices de la poligonal y señalización de los mismos mediante jalones, eligiendo convenientemente la ubicación de los mismos.
2. Estacionando el teodolito en cada vértice se deben medir todos los ángulos interiores del polígono mediante el método de compensación de medición de ángulos horizontales.
3. Una vez medidos todos los ángulos interiores se deben medir todos los lados del polígono con la ayuda de una cinta de agrimensor o mediante el distanciómetro.
4. Completado el trabajo de campaña se procede a su cálculo en gabinete.

CÁLCULO:

1. El primer paso consiste en compensar cada una de las estaciones medidas de manera que el error de cierre de estación sea nulo en todos los casos.

Estación	Ángulo	Ángulo medido	Corrección	Ángulo Comp.
A	EAB	95° 18' 30"	- 00' 02"	95° 18' 28"
	BAE	264° 41' 34"	- 00' 02"	264° 41' 32"
	Error Δ	+ 04"		

2. A continuación, y con las estaciones compensadas, se procede a realizar el cierre angular del polígono, en donde se debe verificar que la suma de los ángulos interiores alcancen un valor de:

$$\Sigma \text{ang} = 180^\circ \cdot (n - 2)$$

Si esta ecuación no se cumple, se debe compensar el error de cierre según el número de vértices del polígono.

Ángulo	Ángulo compensados por estación	Corrección	Ángulos compensados
EAB	95° 18' 28"	- 00' 01"	95° 18' 27"
ABC	129° 04' 56"	- 00' 01"	129° 04' 55"
			71° 18' 02"
Σ	540° 00' 05"		540° 00' 00"
	$\Delta = + 05"$		

3. Con los datos de medición de lados del polígono y los ángulos interiores compensados se procede a realizar el cálculo de coordenadas según el siguiente cuadro, teniendo en cuenta que debo conocer el rumbo de alguno de los lados del polígono (dato):

EST.	ÁNGULO	RUMBO	DISTANCIA	ΔY	ΔX	Corr. ΔY	Corr. ΔX	Y	X
A									
B									
C									
D									
E									
A									
			[L] =	[+] = [-] =	[+] = [-] =				

$$fx = [\Delta X] - [-\Delta X] =$$

$$fy = [\Delta Y] - [-\Delta Y] =$$

$$\text{Correc. } \Delta X_i = -fx \frac{l_i}{[L]}$$

$$\text{Correc. } \Delta Y_i = -fy \frac{l_i}{[L]}$$

$$F = \sqrt{[fx]^2 + [fy]^2} =$$

$$\text{Error Relativo: } R = \frac{1}{[L] / F}$$

Tolerancias:

$$\text{Angular: } \pm (60^\circ \sqrt{n} / \sqrt{L_{hm}}) =$$

$$\text{Lineal: } \pm 32 \sqrt{L_{km}} =$$

4. Una vez calculadas las coordenadas definitivas, en donde se ha logrado el cierre lineal del polígono se debe realizar el cálculo inverso, es decir obtener los valores finales de ángulos y lados para poder confeccionar el plano respectivo.

EST.	Y	X	ΔY	ΔX	DISTANCIA	RUMBO	ANGULO
A							
B							
C							
D							
E							
A							

5. Luego, con las coordenadas finales es factible determinar la superficie del polígono a partir del empleo del método de Gauss, cuya planilla se detalla a continuación:

Método de Gauss:

Vert.	X_k	Y_k	$X_{k+1}-X_{k-1}$	$Y_{k+1}-Y_{k-1}$	$X_k (Y_{k+1}-Y_{k-1})$	$Y_k (X_{k+1}-X_{k-1})$
A						
B						
C						
D						
E						
A						
					[+] =	[+] =
					[-] =	[-] =
					2S =	-2S =
					S =	S =
					SUPERFICIE =	

Instrumental a utilizar:

El instrumental necesario para la realización de este trabajo práctico consiste en:

Jalones en un número igual al de puntos que se deban señalar en el campo.

Teodolito

Cinta de agrimensor ó distanciómetro

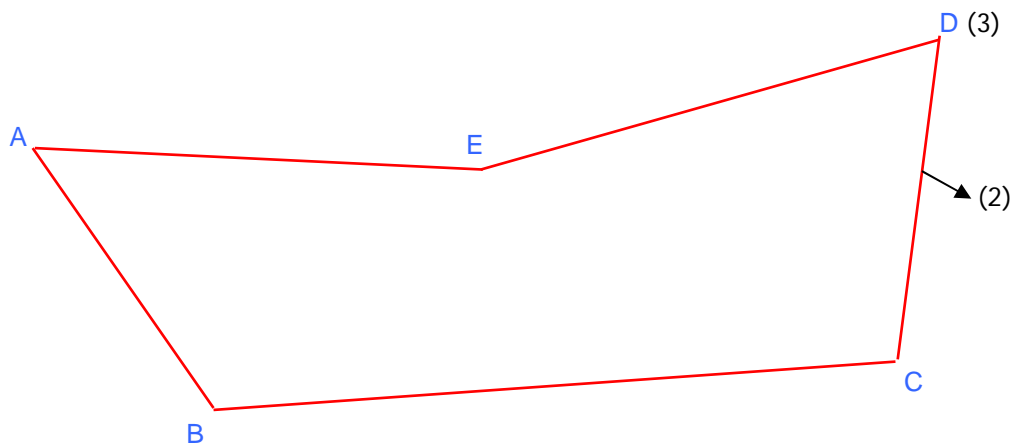
Desarrollo del Trabajo Práctico:

El presente trabajo práctico consiste en realizar la medición y cálculo de un polígono cerrado de “n” lados, para ello cada grupo deberá contar con un teodolito ó estación total y, eventualmente, una cinta de agrimensor lo que le permitirá medir todos los ángulos interiores y los lados del polígono, para luego proceder a su cálculo según el detalle anterior.

T.PN°

POLIGONOMETRIA GEOMETRICA (1)**DATOS PARA EL CALCULO (3)**

<u>LADOS</u>	<u>RUMBO</u>	<u>COORDENADAS</u>
A - B = 123.00 m	(AB) = 150° 00' 00"	<u>Vértice A:</u> Xa = 500.00
B - C = 173.35 m		Ya = 500.00
C - D = 154.01 m		
D - E = 124.60 m		
E - A = 134.00 m		

**ESTACION A :**

EAB = 57° 14' 30"
BAE = 302° 46' 30"

ESTACION B :

ABC = 123° 53' 00"
CBA = 236° 08' 00"

ESTACION C :

BCD = 92° 21' 20"
DCB = 267° 38' 00"

ESTACION D :

CDE = 64° 26' 35"
EDC = 295° 33' 25"

ESTACION E :

DEA = 202° 05' 30"
AED = 157° 55' 30"

POLIGONOMETRIA GEOMETRICA (1)
COMPENSACION DE ESTACIONES (3)

ESTACION	ANGULO	ANGULO MEDIDO	CORRECCION	ANGULO COMPENSADO
(3)	(3)	0' 00" 00"	0' 00" 00"	0' 00" 00"
A	EAB	57:14:30	0:00:30	57:14:00
	BAE	302:46:30	0:00:30	302:46:00
	Σ	360:01:00 360:00:00	(3)	360:00:00 (2)
	Δ	0:01:00 (2)		
B	ABC	123:53:00	0:00:30	123:52:30
	CBA	236:08:00	0:00:30	236:07:30
	Σ	360:01:00 360:00:00		360:00:00
	Δ	0:01:00		
C	BCD	92:21:20	0:00:20	92:21:40
	DCB	267:38:00	0:00:20	267:38:20
	Σ	359:59:20 360:00:00		360:00:00
	Δ	0:00:40		
D	CDE	64:26:35	0:00:00	64:26:35
	EDC	295:33:25	0:00:00	295:33:25
	Σ	360:00:00 360:00:00		360:00:00
	Δ	0:00:00		
E	DEA	202:05:30	0:00:30	202:05:00
	AED	157:55:30	0:00:30	157:55:00
	Σ	360:01:00 360:00:00		360:00:00
	Δ	0:01:00		

POLIGONOMETRIA GEOMETRICA (1)

(3)	(3)	(2)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(2)	(2)	(3)			
EST.	ANGULO MEDIDO	CORREC.	ANGULO COMPENS.	RUMBO φ	LONG. (m)	ΔX L COS φ	CORR.	ΔX CORREGIDO	ΔY L SEN φ	CORR.	ΔY CORREGIDO	X	Y	EST.
A	57:14:00	0:00:03	57:14:03	150 00 00	123,00	-106,521	-0,018	-106,539	61,500	0,042	61,542	500,00	500,00	A
B	123:52:30	0:00:03	123:52:33	93 52 33	173,35	-11,718	-0,026	-11,743	172,954	0,059	173,012	393,46	561,54	B
C	92:21:40	0:00:03	92:21:43	6 14 16	154,01	153,098	-0,023	153,075	16,734	0,052	16,786	381,72	734,55	C
D	64:26:35	0:00:03	64:26:38	250 40 54	124,60	-41,220	-0,019	-41,238	-117,584	0,042	-117,542	534,79	751,34	D
E	202:05:00	0:00:03	202:05:03	272 45 57	134,00	6,466	-0,020	6,446	-133,844	0,046	-133,798	493,55	633,80	E
Σ	539:59:45	0:00:15	540:00:00		708,96	[+] 159,564	-0,106	0,000	[+] 251,187	0,241	0,000			
(3)	540:00:00					[-] -159,458			[-] -251,428					
Δ	0:00:15				[L]	f_x 0,106			f_y -0,241					
(2)	(2)	(3)	(2)		(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)			

$$T = \pm 60'' \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{[L]Hm}} = \pm 50'' \quad (3)$$

$$T = \pm 32\sqrt{[L]Km} = \pm 27 \text{ cm} \quad (3)$$

$$f_x = [+ \Delta x] - [- \Delta x]$$

$$f_y = [+ \Delta y] - [- \Delta y]$$

$$F = \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)} = 26 \text{ cm} \quad (3)$$

$$\text{Corrección } X_i = - \frac{f_x \cdot l_i}{[L]}$$

$$\text{Corrección } Y_i = - \frac{f_y \cdot l_i}{[L]}$$

$$R = \pm \frac{1}{[L]} = \pm \frac{1}{708,96} = \pm \frac{1}{2700} \quad (2)$$

$$\Sigma \alpha_{int} = 180^\circ 00' 00''(n-2) = 180^\circ 00' 00''(5-2) = 540^\circ 00' 00''$$

CALCULO DE L, φ Y ANG. A PARTIR DE COORDENADAS (3)

(3)					(2)	(2)	(2)	(3)
EST.	X	Y	Δ X	Δ Y	LONG. (m)	RUMBO φ	ANGULO	EST.
A	500,00	500,00						A
B	393,46	561,54	-106,54	61,54	123,04	149:59:18	57:13:42	B
C	381,72	734,55	-11,74	173,01	173,41	93:52:55	123:53:37	C
D	534,79	751,34	153,08	16,79	153,99	6:15:35	92:22:40	D
E	493,55	633,80	-41,24	-117,54	124,57	250:39:58	64:24:23	E
A	500,00	500,00	6,45	-133,80	133,95	272:45:36	202:05:38	A

(2)Σ= 540:00:00

$$\Sigma \alpha_{int} = 180^\circ 00' 00''(n-2) = 180^\circ 00' 00''(5-2) = 540^\circ 00' 00'' \quad (2)$$

2) CALCULO DE LA SUPERFICIE POR METODO DE GAUSS (3)

(3)

VERT.	Xk	Yk	X(k+1)-X(k-1)	Y(k+1)-Y(k-1)	Xk[Y(k+1)-Y(k-1)]	Yk[X(k+1)-X(k-1)]
A	500,00	500,00	-100,09	-72,257	-36.128,295	-50.046,729
B	393,46	561,54	-118,28	234,554	92.287,817	-66.420,787
C	381,72	734,55	141,33	189,799	72.449,400	103.815,860
D	534,79	751,34	111,84	-100,756	-53.883,442	84.027,553
E	493,55	633,80	-34,79	-251,340	-124.050,080	-22.051,298
A	500,00	500,00				
		(3) [+]=	253,17	424,35	164.737,217	187.843,413
		(3) [-]=	-253,17	-424,35	-214.061,817	-138.518,814
				(3) 2S=	-49.324,599	49.324,599
				(3) S=	-24.662,300	24.662,300

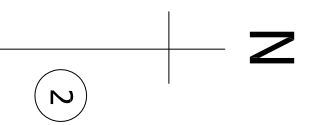
SUP.: **2Ha. 4.662,30 m²** (2)

Sistema Geométrico de Apoyo

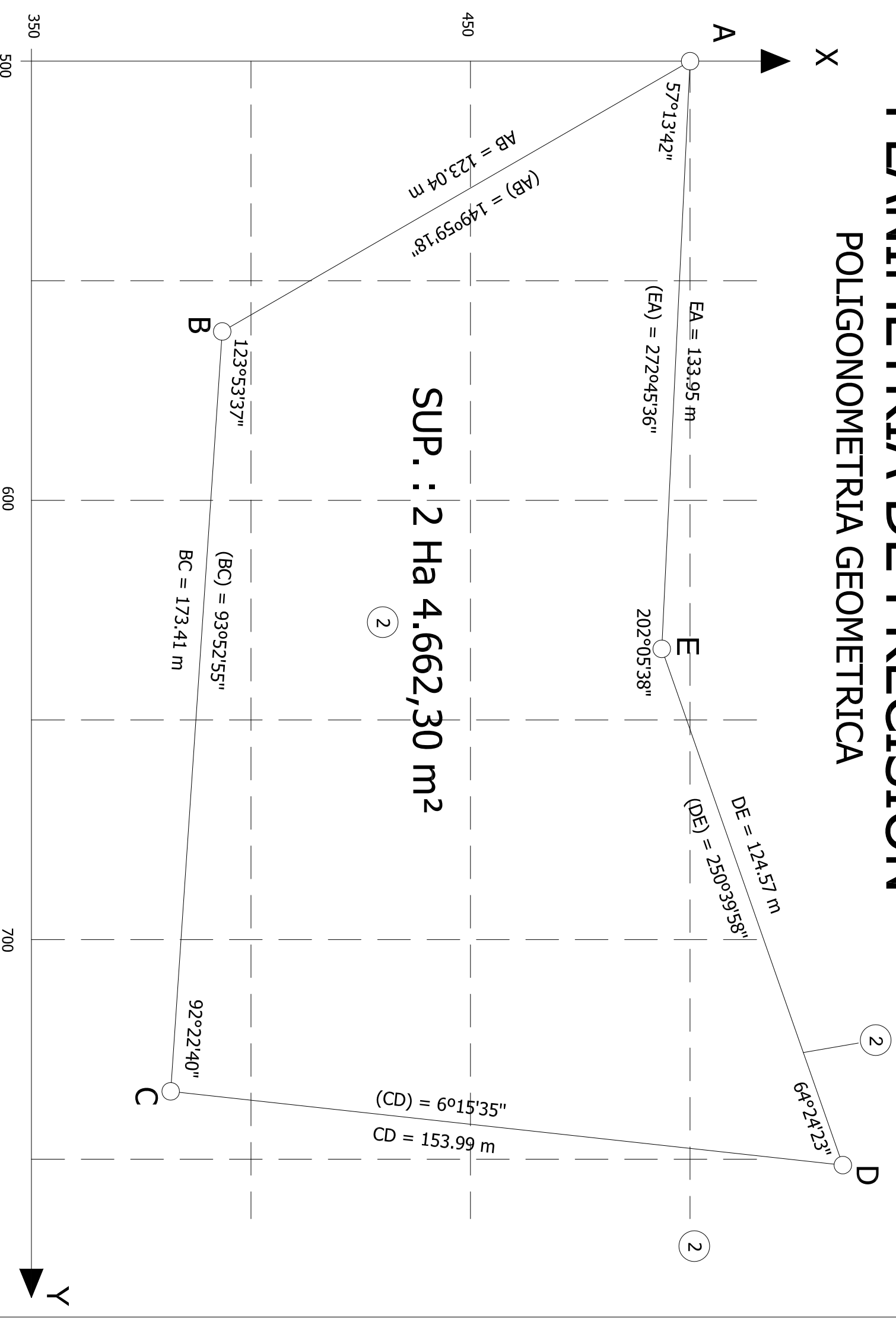
Lugar: Ciudad Universitaria
Municipio de Córdoba

PLANIMETRIA DE PRECISION

POLIGONOMETRIA GEOMETRICA



Pto	Y	X
A	500.00	500.00
B	561.54	393.46
C	734.55	381.72
D	751.34	534.79
E	633.80	493.55



Córdoba, junio de 2006

PLANIMETRÍA DE PRECISIÓN

MEDICIÓN DE ÁNGULOS VERTICALES

ERROR DE INDICE

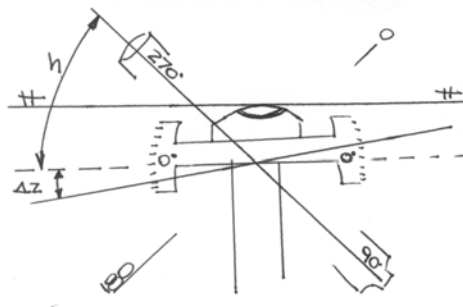
Limbo vertical: consta de círculo graduado al que acompaña el anteojo solidariamente

Alidada vertical: incluye los dispositivos de lectura sobre el limbo, llamados índices y un nivel tubular solidario a los índices.

Un ángulo está formado por dos direcciones, En el caso de *ángulos verticales* las dos direcciones son: una la de apunte, y la otra, la horizontal; esta horizontal se consigue con la ayuda del nivel de índice.

CONDICIONES INSTRUMENTALES

1. Plano del limbo perpendicular al eje horizontal del anteojo
2. El centro del limbo debe coincidir con el eje horizontal del anteojo
3. Los centros de limbo y alidada deben coincidir.
4. Paralelismo entre eje del nivel de índice y línea de los índices, si esta condición no se cumple, existe **ERROR DE INDICE**.



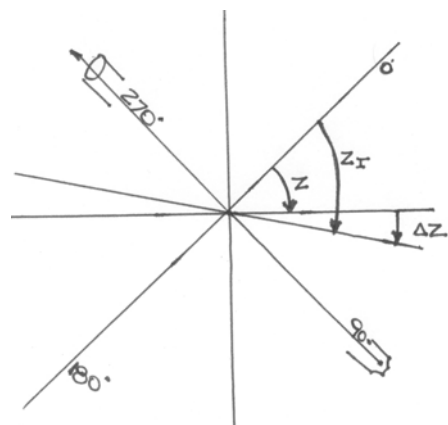
El Error de Índice es el ángulo formado por la falta de paralelismo entre la línea de los índices ($0^\circ - 0^\circ$) y el eje del nivel (H - H) (la tangente a la burbuja cuando el nivel esta calado).

VERIFICACIÓN DEL ERROR DE ÍNDICE

Mido el ángulo en I posición

$$z_1 = z + \Delta z$$

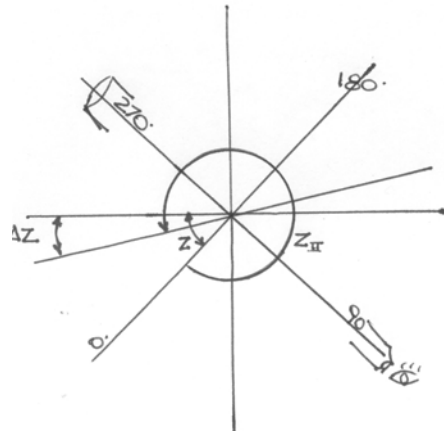
$$z = z_1 - \Delta z \quad (1)$$



Mido el ángulo en II posición

$$z_{II} = 360^\circ - z + \Delta z$$

$$z = 360^\circ - z_{II} + \Delta z \quad (2)$$



Restamos miembro a miembro 1 y 2

$$\begin{aligned} z &= z_I - \Delta z \\ z &= 360^\circ - z_{II} + \Delta z \\ \hline 0 &= z_I - \Delta z - 360^\circ + z_{II} - \Delta z \\ 2\Delta z &= z_I + z_{II} - 360^\circ \end{aligned}$$

$$\Delta z = (z_I + z_{II} - 360^\circ) / 2$$

Podemos observar: que la suma de las lecturas en primera y segunda posición del anteojo, diferenciada en 360° , es el doble del error de índice

Lectura corregida en I posición:

$$Z_{Ic} = (z_I + 360^\circ - z_{II}) / 2$$

$$Z_{Ic} = (z_I - z_{II} + 360^\circ) / 2$$

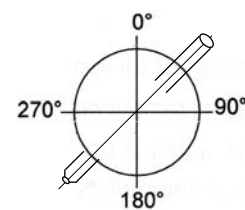
CORRECCIÓN

Apuntamos al punto en I posición, provocamos la lectura corregida con el tornillo de calado del nivel de índices, observando que el nivel de índices se descala. A continuación corregimos el calado del nivel con los tornillos propios del mismo.

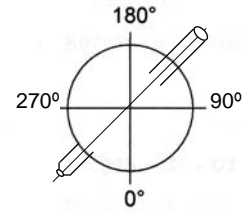
Solidario al anteojo se encuentre limbo del círculo vertical, este puede estar graduado de diferentes formas.

Tipos de graduación del círculo vertical:

- Cenitales
- De altura o directos



- Nadirales



- Por cuadrantes

Los ángulos verticales siempre **llevan signo (+/-)**

- + ángulos de elevación
- ángulos de depresión

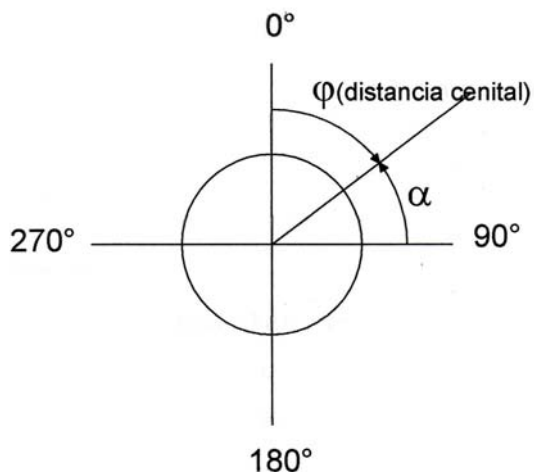
MÉTODOS DE MEDICIÓN DE ÁNGULOS VERTICALES:

- Sencillo: en una posición
- Compensación: en dos posiciones

Procedimiento del Método de compensación:

En I posición apuntamos al punto, calamos el nivel de índice (en aparatos no automáticos) y tomamos lectura en ($^{\circ} \ ' \ ''$). Pasamos a II posición, volvemos a apuntar, calamos el nivel de índices y leemos ($^{\circ} \ ' \ ''$).

La suma de las lecturas en I y II posición debería ser $360^{\circ} 00' 00''$, en caso que no lo fuese existe error de índice (la diferencia es 2 veces el error de índice). Obtenemos el error si lo hubiere y corregimos las lecturas.



α = ángulo que queremos obtener

φ = distancia cenital (valor que leemos en teodolitos cenitales)

EJEMPLO:**Teodolito cenital**

Visual	Pos	Angulo	Correc	Angulo corre.
		° ' "	' "	° ' "
Torre	I	85 18 40	+00 35	85 19 15
	II	274 40 10	+00 35	274 40 45
	Σ	359 58 50	+01 10	360 00 00
	Δ	- 01' 10"		

$$\alpha = 90^{\circ} 00' 00'' - 85^{\circ} 19' 15'' = + 4^{\circ} 40' 45''$$

Teodolito de altura o directo

Visual	Pos	Angulo	Correc	Angulo corre.
		° ' "	' "	° ' "
Torre	I	7 12 00	+1 30	7 13 30
	II	7 15 00	-1 30	7 13 30
	Δ	0 03 00		