MANUAL DE PRACTICAS PARA EL CURSO DE FOTOGRAMETRIA

OSCAR DE J. ZAPATA O.
Profesor Asociado

ALONSO SIERRA L.
Profesor Asociado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN

FACULTAD DE MINAS
1998

UNAL-Medellín
6 4000 00083992 1

526.982
Z16

PRACTICA PRELIMINAR
COMO UTILIZAR CORRECTAMENTE LAS FOTOS

Nombre del estudiante _____ Fecha _____

1. Principio General

Ingeniarse la manera de rayar la foto lo mínimo posible y conservarla en el mejor estado. Manejar adecuadamente los instrumentos de medición y dibujo para lograr los resultados más exactos.

2. Algunas normas para cumplir el numeral 1

a. Con excepción de los ejes de coordenadas, en la foto no aparece ninguna otra línea.
b. Cuando vaya a determinar un punto por intersección de dos líneas, dibuje únicamente dos trazos en la región donde se corten. (Ver Figura 1).

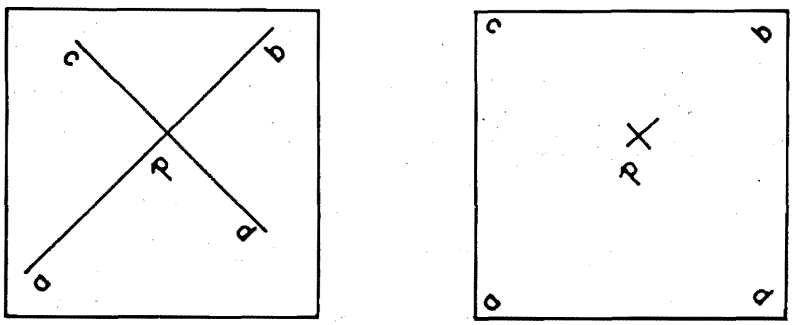

FIGURA 1. Determinación de un punto p, por intersección de dos líneas.

839921

3. Precisión en las medidas

La foto que va a utilizar tiene una escala promedia aproximadamente de 1/4900; un error en una décima de milímetro en una medida tomada en la foto implicaría un error de 0,5 m en el terreno. Para aproximarse a una lectura a una décima de milímetro debemos utilizar una lupa y definir los puntos de la manera más precisa posible; para ello, se recomienda:

a. Definir los puntos con palabras y nunca señalarlos en la foto con la punta del lápiz. Para recordar su ubicación se marca el área donde está el punto con un círculo. (Ver Figura 2).

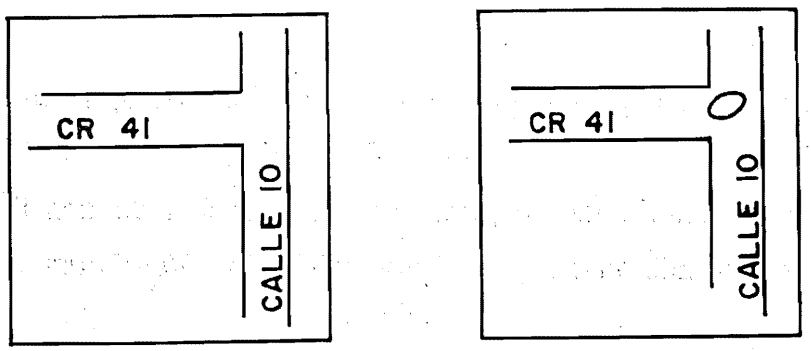

FIGURA 2. Posición de un punto en la foto

b. Para medir una coordenada de un punto, coloque la regla del punto hacia el eje, y no al contrario. No es necesario la ayuda de la escuadra; la regla se coloca paralela al eje respectivo, por apreciación.

c. Tomar la lectura con la ayuda de la lupa; la unidad de medida será siempre el milímetro, y siempre con una cifra decimal.

4. Instrumentos auxiliares de dibujo

Lápiz vidriograf de punta muy fina en todo momento, borrador blando, dos escuadras, una lupa, papel acetato, regla milimétrica.

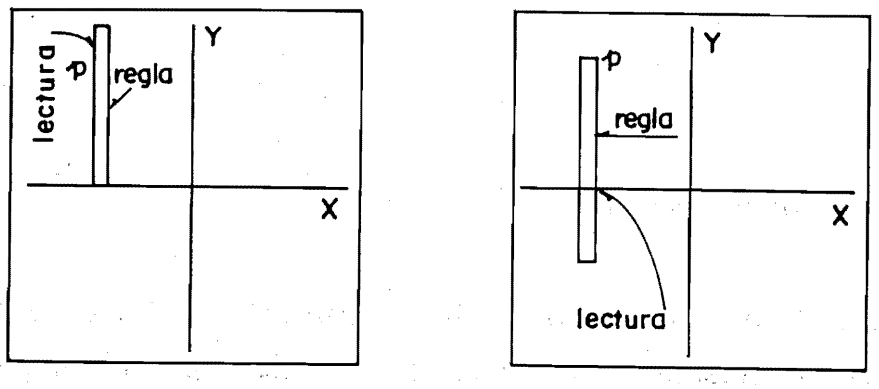

FIGURA 3. Medición de la ordenada del punto p.

El lápiz vidriograf es suave, su marca es fácil de borrar. No dañe la foto con borradores ásperos.

Cuando el dibujo es muy elaborado se ejecuta en acetato colocado sobre la foto.

No utilice la regla de medición para trazar líneas, use la escuadra.

Para trazar perpendiculares trabaje siempre con dos escuadras, así:

Problema: Por un punto p trazar una perpendicular a una recta ab. (Ver Figura 4).

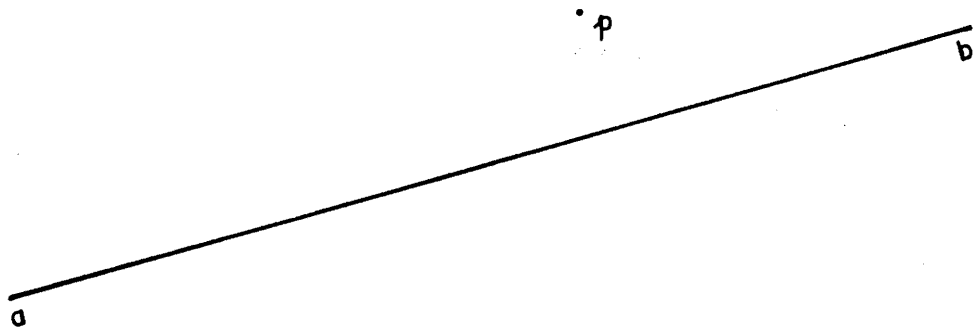

FIGURA 4. Datos del problema.

a. Colocar la escuadra 1 con su hipotenusa sobre la línea ab; la escuadra 2 apoya su hipotenusa sobre un cateto de la escuadra 1. (Ver Figura 5).

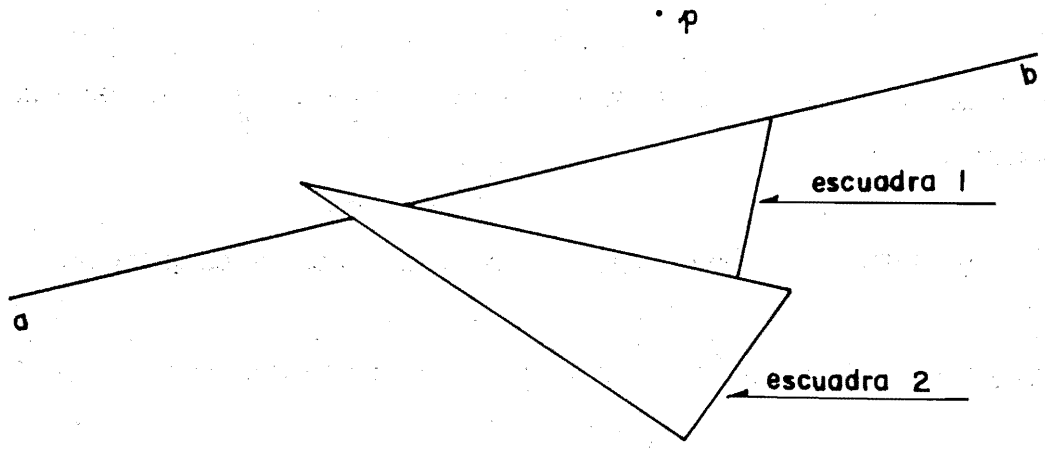

FIGURA 5. Primera posición.

b. La escuadra 2 permanece fija. La escuadra 1 gira un ángulo recto, es decir, se apoya con el otro cateto en la hipotenusa de la escuadra 2. (Ver Figura 6).

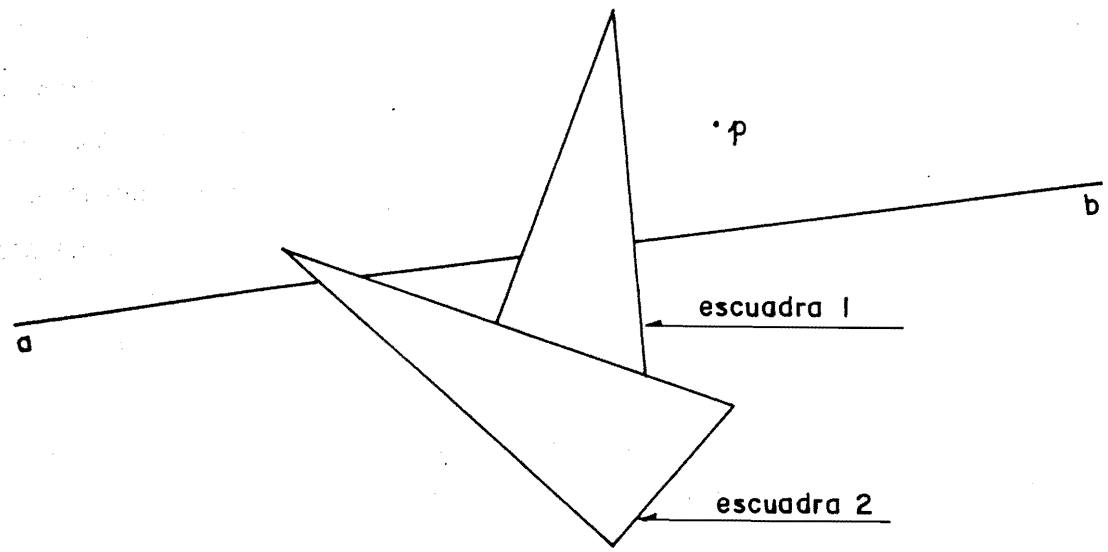

FIGURA 6. Segunda posición.

c. Se desliza la escuadra 1, apoyándose siempre en la escuadra 2, que permanece fija, hasta que su hipotenusa pase por el punto p. (Ver Figura 7).

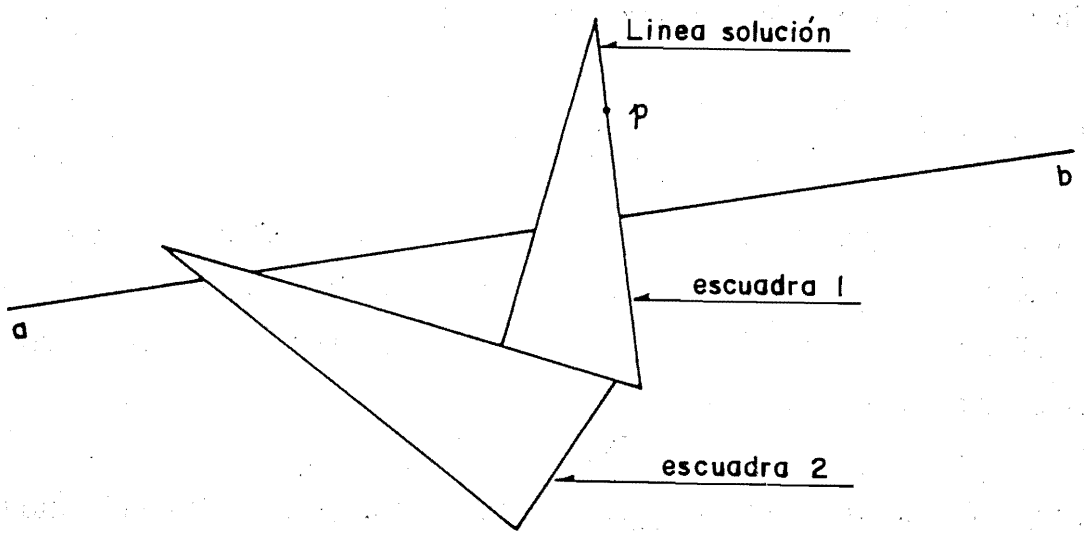

FIGURA 7. Tercera posición.

5. Orientación de la foto

Las marcas de colimación o fiduciales de las fotos permiten trazar dos ejes rectangulares. Arbitrariamente tomamos como eje de ordenadas, eje y, orientado positivamente hacia arriba, el eje que queda vertical mirando la foto de frente, con el número de la foto en la esquina inferior derecha (en el caso de las fotos 099 y 100 del vuelo C 1454 el número de la foto va en la esquina superior derecha). El otro eje, será el de abscisas, eje x, y lo orientamos positivamente hacia la derecha. (Ver Figura 8).

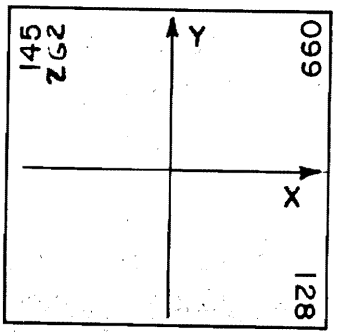

FIGURA 8. Orientación de la foto 128

7. Recuerde

Las prácticas que va a realizar en el semestre son sencillas; sin embargo, puede llegar a obtener una calificación muy baja debido a errores grandes en los resultados, producidos, en la mayoría de las veces, por mediciones mal efectuadas en la foto.

Tenga siempre presente: Un error de una décima de milímetro en la foto le va a producir un error de aproximadamente un 0.5 m en el terreno.

El vuelo al que corresponden las fotos a ser utilizadas corresponden al vuelo R875 fotos 123 a 138 sobre No. 5758 del IGAC. La cámara utilizada fue una cámara Marez Serser en f = 152.17 mm y una escala promedia de 1:4900.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Medellín
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS
Antigua Facultad de Minas

PRACTICA No.1

LOCALIZACION E INTERPRETACION FOTOGRAFICA

Nombre del estudiante _____ Fecha _____

Tome la foto 128 y colóquela de la manera como se indica en la práctica preliminar (Número de identificación en el extremo inferior derecho).

1. Observe detenidamente y defina qué área de la ciudad cubre está fotografía.

_____

_____

2. Identifique los siguientes lugares y enciérrelos con un círculo.

a. Edificio de topografía
b. Bloque 46
c. Urbanización Carlos E. Restrepo
d. Centro comercial los Sauces
e. Éxito de Colombia
f. Instituto Jorge Robledo
g. Universidad Luis Amigó
h. Liceo Marco Fidel Suárez
i. Colegio San Ignacio
j. Puente carrera 70 sobre la Quebrada Iguaná
k. Biblioteca Pública Piloto
l. Edificación Club la Isabela
m. Quebrada la Iguaná
n. Tanque EEPP en la Cerro el Volador

Tome ahora la foto 129

3. Localice en la foto 129 los siguientes sitios:

a. Bloque 46
b. Bloque Laboratorios de Química
c. Almacén y oficina de Inventarios
d. Bolera Acuario
e. Local EEVV de Medellín
f. Barrio San Germán

4. Utilizando la foto 128 realice el siguiente recorrido: Parta del laboratorio de topografía y utilizando la vía, siga hasta la entrada de casa de la carrera de Zootecnia, llegue hasta los trabajos de construcción de la carrera 65 y ascienda a campo abierto hasta la carretera al tanque, siga por ésta hasta encontrar el camino que cerca al tanque baja hacia la quebrada la Iguaná; atraviese el cerro hasta llegar a la piscina del Club la Isabela utilice la vía de acceso hasta llegar a la circunvalar del cerro y diríjase carretera abajo pasando por el puente de la Iguaná; gire a la derecha hasta las instalaciones de Indurrajes, gire a la izquierda caminando en sentido norte - sur hasta encontrar la calle 51, gire hacia el este hasta encontrar la carrera 70 allí doble a la derecha hasta la calle Colombia, gire a la izquierda baje por la calle Colombia hasta encontrar la carrera 65 por ésta hasta la quebrada la Iguaná atraviésela y diríjase nuevamente al sitio de arranque del recorrido.

5. Defina aproximadamente cuáles son los límites de la foto 128.

6. Observe cuál área es común a ambas fotos y defínala:

7. Cuantifique cuál es el porcentaje de área cubierta _____

8. Defina cuál fue la dirección del vuelo del avión

9. Es posible definir en qué año fueron tomadas este par de fotografías? _____ .
   Defina tres razones:

10. Observe las diferentes tonalidades de gris (contraste de tonos).

11. Tome la resitución de IGAC escala 1:10000

a. Determine de qué año es este plano _____
b. Ubique en el cinco de los lugares del segundo punto de esta práctica.
c. Realice sobre el plano sin rayar el recorrido planteado en el punto 4.
d. Marque sobre el plano los límites de la foto 128.

PRACTICA No.2

DETERMINACION DE LA ALTURA DE VUELO

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Foto No. 128

Definición de elementos:

Punto 1:
Punto 2:
x', y' : Coordenadas fotográficas del punto 1 x'', y'' : Coordenadas fotográficas del punto 2 h' : Cota del punto 1. h'' : Cota del punto 2. D : Es la distancia terrestre entre los puntos 1 y 2 f : Es la longitud focal de la cámara. H : Altura de vuelo

Datos de la práctica:

D = 1084.4 m	f = 152.17 mm

	Coordenadas Fotogramétricas x' (mm)	Coordenadas Fotogramétricas y' (mm)	Cota (m)
Punto 1			h' =
	x'' (mm)	Y'' (mm)	
Punto 2			h'' =

Cálculos y resultados

$\Delta x = x'' - x' =$	mm
$\Delta y = y'' - y' =$	mm
$\Delta xh = x'' h'' - x' h' =$	mm.m
$\Delta yh = y'' h'' - y' h' =$	mm.m
$m = \Delta x \, . \, \Delta xh + \Delta y \, . \, \Delta yh =$	$mm^2.m$
$n = (\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 =$	mm^2
$s = (\Delta xh)^2 + (\Delta yh)^2 - (fD)^2 =$	$mm^2.m^2$
$H = \frac{m + \sqrt{m^2 - ns}}{n} =$	m

PRACTICA No. 3

DETERMINACION DE LA BASE AEREA

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Fotos No. 128-129

Utilizando un par estereoscópico, señalamos en la primera foto (128) el punto imagen del centro de la segunda foto (129).

Medimos en la primera foto la distancia d, desde su centro a la imagen del centro de la segunda.

La distancia terrestre entre los dos puntos mencionados será la Base Aérea, es decir, la longitud del camino recorrido por el avión entre la toma de las dos fotos.

Datos de la práctica:

En foto 128:

Distancia medida en la foto,	d = mm
Longitud focal de la cámara,	f = 152,17 mm
Altura	H = 2285 m
Cota del punto, centro de la foto 129	h = 1560 m

Base Aérea, $B = \frac{d_{128}\,(H - h_{129})}{f} =$ m

En foto 129:

Distancia medida en la foto	d = mm
Longitud focal de la cámara	f = 152.17 mm
Altura absoluta de vuelo	H = 2285 m
Cota del punto centro de foto 128	h = 1470 m
Base Aérea = $B = \frac{d_{129}\,(H - h_{128})}{f}$ = m	

PRACTICA No. 4

DETERMINACION DE DISTANCIAS TERRESTRES POR MEDIO DE FOTOS

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Foto No.128

Primer método: por coordenadas fotográficas sin restituir la foto.

Determine los puntos bien nítidos en la foto y en un mapa de región.

Obtenga las cotas de los dos puntos, consultando el mapa.

Sean a y b los dos puntos.

Datos de la práctica:

Punto A:
Punto B:

Cota del punto a,	ha = m
Cota del punto b,	hb = m
Altura de vuelo H,	H = m
Distancia focal de la cámara aérea,	f = 152,17 mm

Mida las coordenadas fotográficas de los puntos a y b

Coordenadas de a, x_a = mm	y_a = mm
Coordenadas de b, x_b = mm	y_b = mm

Cálculos y Resultados:

Calcule las coordenadas terrestres de los puntos A y B

$x_A = x_a (H - h_a)/f$:	m	$y_A = y_a (H - h_a)/f =$	m
$x_B = x_b (H - h_b)/f$	m	$y_B = y_b (H - h_b)/f =$	m

Distancia terrestre AB,

$D = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} =$	m

Segundo método: Restitución de coordenadas polares

Mapa a la escala de uno de los dos puntos.

Mida el valor de R para el punto que va a corregir, el punto a, por ejemplo:

r_a : milímetros. En este caso el mapa se elabora a la escala del punto b.

$r_a =$	mm

Cálculos y resultados

Calcule la nueva posición del punto a, así:

$r_{a'} = \frac{r_a (H - h_a)}{(H - h_b)} =$	mm

Corrija la posición del punto a, de acuerdo con el valor obtenido para $r_{a'}$; sea a' el nuevo punto.

Mida la longitud a'b en la foto, y anótela,

d =	mm

Módulo escalar del punto b,

$M = \frac{(H - h_b)}{f}$ =	m/mm

Distancia terrestre AB,

D = M . d =	m

Tercer método: Restitución de las coordenadas rectangulares

Mapa a una escala cualquiera.

Restituyamos la foto a una escala cualquiera, por ejemplo, 1/10000.

(Sería más rápido restituir a la escala de uno de los dos puntos, como en el caso anterior).

Cálculos y Resultados

Escala del punto a, $E_a = \frac{f}{(H - h_a).1000}$ =
Escala del punto b, $E_b = \frac{f}{(H - h_b).1000}$ =

Nuevas coordenadas:

Del punto a, $x'a = x_a \cdot \frac{0.0001}{E_a} =$
$y'a = y_a \frac{0.0001}{E_a} =$
Del punto b, $x'b = x_b \cdot \frac{0.0001}{E_b} =$
$y'b = y_b \cdot \frac{0.0001}{E_b} =$

Distancia en la foto restituida o mapa a escala 1/10000:

$d = \sqrt{(x_b' - x_a')^2 + (y_b' - y_a')^2} =$	mm

Distancia terrestre:

$D = \frac{d}{0.0001.10^3} = 10.d =$	m

PRACTICA No. 5
CALCULO DE AREAS

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Foto No. 128

Datos de la práctica

Altura de vuelo,	H =	m
Distancia focal de la cámara,	f = 152,17 mm	

Descripción de los vértices de los polígonos y valor de sus respectivas cotas.

Punto	Descripción	Cota (m)
1		
2		
3		
4		

Trace los ejes de coordenadas fotográficos y mida el par de coordenadas rectangulares para cada punto, y la coordenada r, distancia del punto orígen de cada uno de los vértices.

Con estos valores llene el siguiente cuadro.

Punto	x_i (mm)	y_i (mm)	r_i (mm)
1			
2			
3			
4			

Calcule la z_i y la escala E_i de cada punto y anótelas:

Punto	$z_i = H - h_i$ (m)	$E_i = \frac{f}{z_i \cdot 1000}$
1		
2		
3		
4		

Restitución de la foto

Calcule las nuevas coordenadas de los puntos para un mapa a escala 1/10000

Punto	$x_i' = x_i \cdot \frac{0.0001}{E_1}$	$y_i' = y_i \cdot \frac{0.0001}{E_1}$	$r_i' = r_i \cdot \frac{0.0001}{E_1}$
1			
2			
3			
4			

CALCULO DE AREA

1. Método numérico

Llene el siguiente cuadro y efectúe las operaciones indicadas: Δ_1 = y' (del punto siguiente) - y' (del punto anterior).

Punto	x_i'	y_i'	$\Delta_1 = y'_{(i+1)} - y'_{(i-1)}$	Doble área $x_i'.\Delta_i$
1				
2				
3				
4				

Sumatoria de doble área, S =	mm^2
Area del dibujo, a = S/2 =	mm^2
Area del terreno, $A = \frac{a.(10)^8}{10^6}$ =	m^2

Comparación de la foto con un mapa a escala 1:10000.

Coloque una hoja de papel acetato encima de la foto y pase al papel los cuatro vértices del polígono y el punto principal de la foto.

Con los valores y midiendo a partir del punto principal en el papel acetato, halle los cuatro vértices del polígono restituido a escala 1:10000.

2. Método gráfico

1' - 3', divide la figura en dos triángulos cuyas superficies calcularemos:

Mida las seis líneas del dibujo y llene el cuadro siguiente:

Línea	Distancia (mm)	Elementos para el cálculo (mm)
		$p_1 = (a + b + c)/2 =$
1' - 2'	a =	$p_1 - a =$
2' - 3'	b =	$p_1 - b =$
1' - 3'	c =	$p_1 - c =$
		$p_2 = (c + d + e)/2$
1' - 3'	c =	$p_2 - c =$
3' - 4'	d =	$p_2 - d =$
1' - 4'	e =	$p_2 - e =$

p_1, p_2 = semiperímetro.

Areas de los triángulos, del polígono, y del terreno

Area del primer triángulo:

$a_1 = \sqrt{a_1 (p_1 - a)(p_1 - b)(p_1 - c)} =$ mm^2

Area del segundo triángulo:

$a_2 = \sqrt{p_2 (p_2 - c)(p_2 - d)(p_2 - e)} =$ mm^2

Area del polígono en el dibujo:

$A = a_1 + a_2 =$ mm^2

Area del terreno:

$A = \frac{a \cdot (10)^8}{(10)^6} =$ m^2

3. Cálculo del área por medio de la escala promedia

Sea:

$E_{máx}$ = escala del punto de mayor cota
$E_{máx}$ =
$E_{mín}$ = escala del punto de menor cota
E_{min} =
Escala promedia = $E_m = \frac{E_{max} + E_{min}}{2}$
$E_m = \frac{\quad + \quad}{2}$

Calcular las coordenadas terrestres (x_i, y_i) y el área del lote a partir de las coordenadas fotográficas, (x_i, y_i) mediante la siguiente tabla.

Punto	$X_1 = x_1/E_m$ (m)	$Y_1 = y_1/E_m$ (m)	Doble área $X_i (Y_a - Y_p)$ (m^2)

Y_a = Y del punto anterior, Y_p = Y del punto posterior

$Area\ 0 = \frac{sum}{2} = \frac{\quad}{2} =$ m^2
Area = m^2

PRACTICA No. 6

TRIANGULACION RADIAL (método gráfico)

Elaboración de un mapa utilizando dos fotos verticales del terreno

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Fotos Nos. 128 y 129

A. Definición y Datos

0_1, es el punto principal de la foto de la izquierda, ( )
0_2, es el punto principal de la foto de la derecha, ( )
0_1", es la imagen 0_1 en la foto de la derecha.
0_2', es la imagen de 0_2 en la foto de la izquierda.
La distancia 0_1 0_2 en el terreno es, B = 0_1 0_2 = m.
Escala del mapa a elaborar, E = 1/ M = Módulo Escalar =
Distancia 0_1 0_2 en el mapa, 0_1 0_2 = d = B/M = m = mm

B. Disposición de las fotos y del mapa

La primera foto o foto de la izquierda es la No.128, la de la derecha es la No.129.

Determine en la foto de la izquierda los puntos 0_1 y 0_2'. En la foto de la derecha los puntos 0_2 y 0_1".

Fije las fotos con cinta adhesiva sobre la mesa de tal manera que los números de las fotos queden situados en el vértice inferior derecho; que los puntos 0_1, 0_2', 0_1", 0_2, queden en línea recta, y que la distancia 0_1 0_2 sea de | m |

Además haga que el vértice interior izquierdo de la foto de la izquierda quede a 15 cm del borde de la mesa y que éste sea paralelo a la línea de vuelo.

Coloque el papel acetato de (60 x 60) cm ó 4 acetatos de tal manera que se cubra hasta el borde de la mesa por debajo de las fotos y que alcance a cubrir unos 15 a 20 cm por encima del borde superior de las fotos. La cobertura a izquierda y derecha es suficiente con que se cubra totalmente las fotos.

Fije el papel acetato con cinta adhesiva.

C. Como se elabora el mapa

El mapa se elabora por puntos.

Un punto en el mapa es la intersección de dos líneas, una en cada foto, línea que está determinada por dos puntos: Punto principal de la foto e imagen del punto en cuestión en la misma.

D. Contenido del mapa

El mapa debe contener los siguientes elementos del terreno:

a. El cuadrilátero con los siguientes vértices,
1.
2.
3.
4.

b.
c.
d.
e.
f. Las leyendas con los nombres de los elementos dibujados, la escala, la flecha con la dirección sur-norte aproximada, el rótulo de la plancha que contenga: U.N. - Fotogrametría, contiene: elaboración de mapa por el método de triangulación, dibujo: revisó: (nombre del profesor), fecha:, escala: 1:2000.

PRACTICA No. 7

TRIANGULACION RADIAL (Método numérico)

Nombre del estudiante _____ Fecha _____

Fotos No. 128 y 129.

Definiciones

En cada foto se toma el punto principal como origen de coordenadas y la línea de vuelo como eje de abscisas.
x', y", con las coordenadas de la imagen del punto del terreno en la foto izquierda,
x", y", las coordenadas del mismo punto en la foto derecha (129).
X, Y, son las coordenadas del punto del terreno en un sistema que tiene origen en el punto principal del terreno correspondiente al de la foto izquierda, y eje de abscisas, la línea de vuelo terrestre.

Datos

La base aérea es B:	m

Mediciones y cálculos

Para cada punto del cuadrilátero manejado en la práctica No.5, mida las coordenadas en cada una de las fotos, llene las dos primeras columnas del cuadro siguiente y ejecute los cálculos indicados.

Cuadro para el cálculo del área del polígono por el método de las coordenadas.

Punto	Coor. Foto izquierda. x' (mm)	Coor. Foto izquierda. y' (mm)	Coor. Foto derecha. x'' (mm)	Coor. Foto derecha. y'' (mm)	P = x' - x''	$y_{io} = \frac{(y'+y'')}{2}$
1						
2						
3						
4						

Cálculo de áreas

Δ_i = y (del punto siguiente) - y (del punto anterior)

Punto	Coor. Terrestres $X = \frac{B \cdot x'}{p}$ (m)	Coor. Terrestres $Y = \frac{B \cdot y_{io}}{p}$ (m)	$\Delta_i = Y_{i+1} - Y_{i-1}$	Dobles áreas $X \cdot \Delta_i$
1				
2				
3				
4				

Sumatoria =	m^2

Area del terreno = Sumatoria/2 =	m^2

PRACTICA No. 8

AMARRE PLANIMETRICO DE UN PUNTO DEL TERRENO POR EL METODO DE TRANSFORMACION DE COORDENADAS

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Foto No. 128

1. Datos

Coordenadas terrestres de dos puntos del terreno en el sistema para el punto A (E, N, h):

E_A = m	N_B = m	h_a = m

Para el punto B:

E_B = m	N_B = m	h_b = m

Cota del punto C:

h_c = m

Distancia focal de la cámara, f = 152,17 mm
Altura de vuelo, H = m

2. Mediciones en la foto

Medir en la foto las coordenadas de los puntos a, b, c, imágenes de los puntos A,.B, C, respectivamente.

Punto a	x_a =	mm,	y_a =	mm.
Punto b	x_b =	mm,	y_b =	mm.
Punto c	x_c =	mm,	y_c =	mm.

3. Cálculos

3.1 Módulos escalares de los puntos a, b, c.

Punto a	$M_a = (H - h_A)/f$ =	m/mm
Punto b	$M_b = (H - h_B)/f$ =	m/mm
Punto c	$M_c = (H - h_C)/f$ =	m/mm

3.2 Coordenadas terrestres en el plano (X, Y) de cada punto del terreno:

Punto A	$X_A = X_a \cdot M_a$ =	m	$Y_A = y_a \cdot M_a$ =	m
Punto B	$X_B = X_b \cdot M_b$ =	m	$Y_B = y_b \cdot M_b$ =	m
Punto C	$X_C = X_c \cdot M_c$ =	m	$Y_C = y_c \cdot M_c$ =	m

3.3 Comprobación de mediciones y cálculos: distancia terrestre

$AB = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$ =	m
$AB = \sqrt{(E_B - E_A)^2 + (N_B - N_A)^2}$ =	m

Si tiene una discrepancia mayor de tres metros, revice mediciones y cálculos.

3.4 Cálculos del ángulo entre el eje Y y la línea AB:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{E_B - E_A}{N_B - N_A} =$$

3.5 Angulo β entre el eje N y la línea AB:

$$\beta = \tan^{-1} \frac{E_B - E_A}{N_B - N_A} =$$

3.6 Angulo entre el eje Y y el eje N:

$$\theta = \alpha - \beta =$$

3.7 Rotación de los ejes (X, Y) un ángulo θ y nuevas coordenadas de A, B, C con respecto a los ejes paralelos al sistema (E.N):

$E_A' = X_A \text{ COS } (\theta) - Y_A \text{ SEN } (\theta) =$	m
$N_A' = X_A \text{ SEN } (\theta) + Y_A \text{ COS } (\theta) =$	m
$E_B' = X_B \text{ COS } (\theta) - Y_B \text{ SEN } (\theta) =$	m
$N_B' = X_B \text{ SEN } (\theta) + Y_B \text{ COS } (\theta) =$	m
$E_C' = X_C \text{ COS } (\theta) - Y_C \text{ SEN } (\theta) =$	m
$N_C' = X_C \text{ SEN } (\theta) + Y_C \text{ COS } (\theta) =$	m

3.8 Coordenadas del origen del sistema (X, Y) o (E', N') con respecto al sistema dado (E, N):

$E_o = E_A - E_A' =$	m
$N_o = N_A - N_A' =$	m

Comprobación, utilizando el punto B:

$E_o = E_B - E_B' =$	m
$N_o = N_B - N_B' =$	m

3.9 Amarre del punto C:

$E_c = E_o - E_c' =$	m
$N_c = N_o - N_c' =$	m

PRACTICAS No. 9 y 10

RESPUESTAS AL EJERCICIO DE VISION ESTEREOSCOPICA No. 1

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Se trata de ordenar las figuras observadas en cada uno de los cinco círculos, en cuanto a su altura.

Círculo 1. (el de los 6 números):

Observe los 6 números y la circunferencia que los circunscribe; escriba a continuación, en orden descendente de nivel, es decir, de la más alta a la más profunda, los nombres de las siete figuras a un mismo nivel, escriba el nombre de ellas en la misma línea.

Orden	Visión estereoscópica	Datos sin ordenar	Lectura cuña de paralaje
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Círculo 2. (el del cuadrado)

Ordene las tres figuras.

Orden	Visión estereoscópica	Datos sin ordenar	Lectura cuña de paralaje
1			
2			
3			

Círculo 3. (el de la torre)

Ordene las cinco figuras

Orden	Visión estereoscópica	Datos sin ordenar	Lectura cuña de paralaje
1			
2			
3			
4			
5			

Círculo 4. (el de las letras)

Ordene las seis figuras

Orden	Visión estereoscópica	Datos sin ordenar	Lectura cuña de paralaje
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Círculo 5.

Ordene las cinco figuras

Orden	Visión estereoscópica	Datos sin ordenar	Lectura cuña de paralaje
1			
2			
3			
4			
5			

PRACTICA No. 11

DETERMINACION DE COTAS UTILIZANDO LA PARALAJE ESTEREOSCOPICA

Mediciones con la escala milimétrica

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Fotos No. 128 y 129

Primer método, conocida la base aérea B.

Determine en cada foto el punto principal.
Enseguida, señale en cada una la imagen del punto principal de la otra.

Con cinta adhesiva, fije las fotos sobre la masa de tal manera que los cuatro puntos determinados queden en línea recta.

Por los puntos cuyas cotas desee calcular mida la distancia entre la imagen del punto en la foto de la izquierda, (128) imagen p', y la imagen del mismo en la foto de la derecha, (129) imagen p".

Hágalo para los siete puntos siguientes:

Punto	Descripción
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

Nomenclatura y datos de la práctica:

Base aérea, B =	m
Altura de vuelo, H =	m
Longitud focal de la cámara, f = 152,17 mm	
Distancia entre los centros de las fotos, d =	mm

Tabla de valores de las mediciones y cálculos

Punto	Distancia p'p'' (mm)	X' (mm)	X'' (mm)	Paralaje p=d-p'p''	Paralaje P=X'-x''	Z=(B.f)/p (m)		Cota (m) h=H-Z	

Segundo método, conocida la cota de un punto.

Tomando el punto 4 como referencia, tendremos:

P_4 = pr =
Zr = H - h =

Punto	Paralaje	Paralaje	Δp=p-pr	Δp=p-pr	$\Delta h = \frac{\Delta p.Zr}{p}$	$\Delta h = \frac{\Delta p.Zr}{p}$	Cota h=hr+Δh (m)	Cota h=hr+Δh (m)
1								
2								
3								
4			0	0	0	0	hr=	Hr=
5								
6								
7								

PRACTICA No. 12

MEDICIONES DE LA BARA DE PARALAJE

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Resultado de lecturas con la barra de paralaje

Punto	1			2			3		
Descripción:									
	Lectura B de paralaje	V	V^2	Lectura B de paralaje	V	V^2	Lectura B de paralaje	V	V^2
Lectura 1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
Suma									
Promedio									
e									

Error medio cuadrático del promedio = e

V = Lectura promedio - lectura

$$e = \frac{\sum V^2}{(n-1)\,n} \times 0.6745$$

PRACTICA No. 13

DETERMINACION DE COTAS A PARTIR DE LAS LECTURAS CON BARRA DE PARALAJE

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Fotos No.128 y 129

Datos de la práctica

Altura de vuelo, H =	m	
Cota del punto de referencia, h_3 =	m	
$Z_3 = H - h_3$ =		m
Paralaje del punto de referencia, p_3 =	mm	

Tabla de ordenación de cálculos

Punto	Lectura Li	$\Delta pi = \Delta Li = Li - L3$	$pi = p3 + \Delta pi$	$\Delta hi = (\Delta pi.Z3)/pi$ (m)	Cota (m) $hi = h_3 + \Delta hi$
1					
2					
3		0		0	h_3

PRACTICA No. 14

DETERMINACION DE LA PENDIENTE ENTRE PUNTOS DEL TERRENO

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Fotos No. 129 y 130

Datos de la práctica

Punto a:
a', a": Son las imágenes de un punto del terreno, en la foto de la izquierda y de la derecha, respectivamente.
b', c', d': Son las imágenes de tres puntos en la foto izquierda, (129).
b", c", d": Son las respectivas imágenes en la foto de la derecha, (130).

Estos tres puntos deben escogerse de tal manera que la línea del terreno que une cualquiera de ellos con el primero sea una línea de pendiente constante, es decir, que su perfil sea una línea recta.

f: distancia focal de la cámara = 152.17 mm
B: base aérea = m
0_1 0_2: Es la distancia entre los centros de las dos fotos
E: Es la escala de la cual se va a elaborar el mapa, es igual a $(0_1\ 0_2)/B$

Orientación de las fotos y lectura con la barra de paralaje.

Determine la línea de vuelo en cada foto.

Coloqué las fotos, una a continuación de la otra, de modo que las líneas de vuelo queden en una sola línea recta, y a la distancia apropiada para su visión estereoscópica.

Tome tres lecturas a cada uno de los cinco puntos y calcule el promedio:

Punto	Primera lectura	Segunda lectura	Tercera lectura	Promedio
a				L_a =
b				L_b =
c				L_c =
d				L_d =

Elaboración del dibujo

Coloque el papel acetato de tal manera que le permita ejecutar el método de triangulación gráfica, para los puntos entre los cuales se desea encontrar la pendiente del terreno.

Fije con cinta adhesiva el papel acetato.

Trace cuatro líneas radiales de longitud indefinida desde el punto O_1, punto principal de la foto izquierda, en las direcciones de a', b', c', d'.

Trace cuatro líneas radiales de longitud indefinida desde el punto O_2, punto principal de la foto derecha, en las direcciones de a", b", c", d". Los puntos donde éstas corten a las respectivas direcciones trazadas desde O_1, nos determinan los puntos a, b, c, d que corresponden a un mapa a escala.

Mediciones y Cálculos

Mida las siguientes distancias en las fotos: entre los centros de las fotos, distancia,

$O_1 O_2$ =	mm
a'a" =	mm

Mida las siguientes distancias en el papel acetato:

Distancia ab =	mm
Distancia ac =	mm
Distancia ad =	mm

Calcule:

Paralaje del punto a, $p_a = 0_1\ 0_2 - a'a'' =$	mm
Escala del dibujo, $E = (0_1\ 0_2)/(1000\ B) =$	
Una constante, $K = (100 \cdot f \cdot 0_1\ 0_2)/p_a =$	mm

Tabla de resultados:

Punto	$\Delta p_i = L_i - L_a$	$p_1 = p_a + \Delta p_i$	d_i, distancia en el dibujo (mm)	Pendiente de línea(%) $s = (\Delta p_i . K)/(p_i . d_i)$
a	$\Delta p_a = 0$	$p_a =$	aa=0	0
b	$\Delta p_b =$	$p_b =$	ab=	
c	$\Delta p_c =$	$p_c =$	ac=	
d	$\Delta p_d =$	$p_d =$	ad=	

PRACTICA No. 14ª

DETERMINACION DE LA PENDIENTE ENTRE PUNTOS DEL TERRENO

(Adaptado para la regla milimétrica)

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Fotos No. 129 y 130

Datos de la práctica:

Punto a: Intersección camino y vía cerca al tanque de agua de las EE.PP de Medellín en el cerro el Volador.

a', a", son las imágenes de un punto del terreno, en la foto de la izquierda y de la derecha, respectivamente.

b', c', d', son las imágenes de tres puntos en la foto izquierda.

b", c", d", son las respectivas imágenes en la foto de la derecha.

Estos tres puntos deben escogerse de tal manera que la línea del terreno que une cualquiera de ellos con el primero sea una línea de pendiente constante, es decir, que su perfil sea una línea recta.

f: distancia focal de la cámara = 152.17 mm
B: base aérea = m
E: la escala a la cual se va a elaborar el mapa por triangulación radial, es igual a 1/2000.
O_1 O_2: es la distancia a la cual habrá que colocar los centros de las fotos, será O_1 O_2 = (B x 1000)/2000 =

Orientación de las fotos y mediciones con la escala milimétrica

Determine la línea de vuelo de cada foto.

Coloque las dos fotos, una a continuación de la otra, con sus líneas de vuelo en línea recta y de tal manera que los centros de las fotos queden a una distancia O_1 O_2 igual al dato definido conforme a la escala a la que se va a hacer a la triangulación radial.

Fije las fotos a la mesa con cinta adhesiva.

Mida las distancias entre las imágenes, con una cifra decimal, y anótelas en seguida:

a'a'' = j_a =	mm
b'b'' = j_b =	mm
c'c'' = j_c =	mm
d'd'' = j_d =	mm

Elaboración del mapa a escala 1/2000

Coloque el papel acetato de tal manera que le permita ejecutar el método de triangulación gráfica, para los puntos entre los cuales se desea encontrar la pendiente del terreno.

Fije con cinta adhesiva el papel acetato.

Trace cuatro líneas radiales de longitud indefinida, en el papel acetato, en dirección del punto O_1, hacia los puntos a', b', c', d'.

Trace, en el papel acetato, cuatro líneas radiales desde el punto O_2 en las direcciones de a'', b'', c'', d''. Los puntos donde estas direcciones se corten a las respectivas direcciones trazadas desde O_1, nos determinarán los puntos a, b, c, d, que corresponden a un mapa a escala 1/2000.

Mediciones y cálculos

Comprobar la siguiente distancia entre los centros de las fotos,

$O_1\ O_2$ =	mm

Medir las siguientes distancias en el papel acetato:

Distancia aa = d_a = 0	
Distancia ab = d_b =	mm
Distancia ac = d_c =	mm
Distancia ad = d_d =	mm
Calcule $p_a = O_1\ O_2$ - a' a" =	mm
Calcule K = (100 . f . $O_1\ O_2$)/p_a =	mm

Tabla de resultados

Punto	$\Delta p_1 = j_1 - j_a$	$p_1 = p_a + \Delta p_1$	distancia en el mapa $a_1 = d_1$	Pendiente de línea(%) $s = (.K\ \Delta p_i) / (d p_i)$
a	$\Delta p_a = 0$	p_a=	$d_a = 0$	0
b	Δp_b=	p_b=	d_b =	
c	Δp_c=	p_c=	d_c =	
d	Δp_d=	p_d=	d_d =	

PRACTICA No. 15

PERFIL DE UNA LINEA POLIGONAL

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Fotos No. 129 y 130

Descripción línea de perfil

Definiciones y Datos

Altura de vuelo, H =	m	
Cota del punto 1, h_1 =	m	
Z para el punto 1, $Z_1 = H - K_1$ =		m

Posición del punto 1:

0_1 es el punto principal de la foto 129

0_2 es el punto principal de la foto 130

0_1" es la imagen de 0_1 en la foto 130

0_2' es la imagen de 0_2 en la foto 129

Procedimiento

1. Determine los puntos 0_1, 0_2, 0_1", 0_2".
2. Coloque las fotos de tal manera que los cuatro puntos queden en línea recta y a la distancia apropiada de su visión estereoscópica.
3. Determine la paralaje del punto 1 de la siguiente forma:

Mida distancia $O_1\ O_2$ =	mm
Mida distancia p' p'' = e =	mm
Calcule $p_1 = O_1\ O_2' - e$ =	mm

4. Con el estereoscopio y la barra de paralaje tome tres lecturas en cada uno de los siete puntos de la poligonal y calcule el promedio de las tres en los siete:

Punto	Primera lectura	Segunda lectura	Tercera lectura	Promedio
1				L_1 =
2				L_2 =
3				L_3 =
4				L_4 =
5				L_5 =
6				L_6 =
7				L_7 =

5. Calcule las diferencias de paralaje, con respecto al punto 1, por medio de las diferencias de lectura, así:

$\Delta p_1 = L_1 - L_1 = 0$
$\Delta p_2 = L_2 - L_1$ =
$\Delta p_3 = L_3 - L_1$ =
$\Delta p_4 = L_4 - L_1$ =
$\Delta p_5 = L_5 - L_1$ =
$\Delta p_6 = L_6 - L_1$ =
$\Delta p_7 = L_7 - L_1$ =

6. Calcule las paralajes de la siguiente manera:

Paralaje del punto 1, p_1 =	m, obtenida en el numeral 3
Paralaje del punto 2, $p_2 = p_1 + \Delta p_2$ =	mm
Paralaje del punto 3, $p_3 = p_1 + \Delta p_3$ =	mm
Paralaje del punto 4, $p_4 = p_1 + \Delta p_4$ =	mm
Paralaje del punto 5, $p_5 = p_1 + \Delta p_5$ =	mm
Paralaje del punto 6, $p_6 = p_1 + \Delta p_6$ =	mm
Paralaje del punto 7, $p_7 = p_1 + \Delta p_7$ =	mm

Paralaje de un punto de escala 1/2500

$p' = (p_1 \cdot Z_1 \cdot 1000)/(2500 \cdot f)$ =	mm

7. Las diferencias de cota, respecto al punto 1, se calculan de acuerdo con la fórmula:

$$\Delta h_1 = (\Delta p_i \cdot Z_1)/p_i$$

Calcular:

Δh_1 =	m
Δh_2 =	m
Δh_3 =	m
Δh_4 =	m
Δh_5 =	m
Δh_6 =	m
Δh_7 =	m

8. En la foto 129 mida los segmentos r_1 (distancia del punto principal a la imagen del punto de la poligonal), y calcule r_1 que da la nueva posición del punto en un mapa a escala 1/2500, con la fórmula:

$r_1' = (r_1 \cdot p')/p_i$

Mida:	Calcuel $r_1' = (r_1.p')/p_i$
$r_1 = 0$	$r_1' =$
$r_2 =$	$r_2' =$
$r_3 =$	$r_3' =$
$r_4 =$	$r_4' =$
$r_5 =$	$r_5' =$
$r_6 =$	$r_6' =$
$r_7 =$	$r_7' =$

9. Con los valores r_1' corrija la posición de los puntos en la foto y obtenga la poligonal corregida, 1' - 2' - 3' - 4' - 5' - 6' - 7'.

10. Calcule y dibuje el perfil de la poligonal en un plano de coordenadas en el cual las abscisas se representan con un módulo escalar de 2500, y las ordenadas con un módulo escalar de 500.

La abscisa es la distancia de cada punto al punto 1, por la poligonal terrestre.
La ordenada es la diferencia de cota calculada en el numeral 7.
Para efectuar lo anterior elabore el siguiente cuadro:

Longitud lados poli. Corregida mm. J_1	Punto	Abscisa en polígono corregido y en el perfil X_1	Ordenada en el perfil mm. $y_1=(\Delta h_1.1000)/500$
j_1 = 1'-2' =	1	$x_1=0$	$y_1=0$
j_2 = 2'-3' =	2	$x_2=x_1+j_1=$	$y_2=$
j_3 = 3'-4' =	3	$x_3=x_2+j_2=$	$y_3=$
j_4 = 4'-5' =	4	$x_4=x_3+j_3=$	$y_4=$
j_5 = 5'-6' =	5	$x_5=x_4+j_4=$	$y_5=$
j_6 = 6'-7' =	6	$x_6=x_5+j_5=$	$y_5=$
	7	$x_7=x_6+j_6=$	$y_7=$

PRACTICA No. 15ª

PERFIL DE UNA LINEA POLIGONAL

(Adaptado para la regla milimétrica)

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Fotos No. 129 y 130

Definiciones y Datos

Altura de vuelo, H =	m
Cota del punto 1, h_1 =	m
Z para el punto 1, $Z_1 = H - h_1$ =	m

Posición del punto 1:

0_1 : es el punto principal de la foto 129.

0_2 : es el punto principal de la foto 130.

0_1": es la imagen de 0_1 en la foto 130.

0_2": es la imagen de 0_2 en la foto 129.

La longitud focal de la cámara es f = 152,1 mm

Procedimiento

1. Determine los puntos 0_1, 0_2, 0_1", 0_2'.

2. Coloque las fotos de tal manera que los cuatro puntos queden en línea recta y a una distancia cualquiera.

3. Determine la paralaje del punto 1 de la siguiente forma:

Mida la distancia O_1 O_2 =	mm
Mida la distancia p' p'' = e =	mm
Calcule $p_1 = O_1$ O_2 - e =	mm

4. Mida las distancias entre imágenes en cada uno de los seis puntos de la poligonal y anótelas en la columna siguiente:

l_1 =	mm
l_2 =	mm
l_3 =	mm
l_4 =	mm
l_5 =	mm
l_6 =	mm
l_7 =	mm

5. Calcule las diferencias de paralaje, con respecto al punto 1, por medio de las diferencias de lectura, así:

$\Delta p_1 = l_1 - l_1 = 0$
$\Delta p_2 = l_1 - l_2 =$
$\Delta p_3 = l_1 - l_3 =$
$\Delta p_4 = l_1 - l_4 =$
$\Delta p_5 = l_1 - l_5 =$
$\Delta p_6 = l_1 - l_6 =$
$\Delta p_7 = l_1 - l_7 =$

6. Calcule las paralajes de la siguiente manera:

Paralaje del punto 1, p_1 =	mm. obtenida en 3.
Paralaje del punto 2, $p_2 = p_1 + \Delta p_2$ =	mm
Paralaje del punto 3, $p_3 = p_1 + \Delta p_3$ =	mm
Paralaje del punto 4, $p_4 = p_1 + \Delta p_4$ =	mm
Paralaje del punto 5, $p_5 = p_1 + \Delta p_5$ =	mm
Paralaje del punto 6, $p_6 = p_1 + \Delta p_6$ =	mm
Paralaje del punto 7, $p_7 = p_1 + \Delta p_7$ =	mm

Paralaje de punto de escala 1/2500,

$p' = (1000 \cdot p_1 \cdot Z_1)/(2500 \cdot f)$ =	mm

7. Las diferencias de cota, respecto al punto 1, se calculan de acuerdo con la fórmula:

$\Delta h_1 = (\Delta p_i \cdot Z_1)/p_i$

Calcular:

$\Delta h_1 = 0$
Δh_2 =
Δh_3 =
Δh_4 =
Δh_5 =
Δh_6 =
Δh_7 =

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Medellín
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS
Biblioteca Facultad de Minas

8. En la foto 145 mida los segmentos r_1 (distancia del punto principal a la imagen del punto de la poligonal), y calcule r_1' que da la nueva posición del punto en un mapa a escala 1/2500, con la fórmula:

$r_1' = (r_1 \cdot p')/p_i$			
Mida:		Calcule $r_1' = (r_1.p')/p_i$	
$r_1 = 0$	mm	$r_1' =$	mm
$r_2 =$	mm	$r_2' =$	mm
$r_3 =$	mm	$r_3' =$	mm
$r_4 =$	mm	$r_4' =$	mm
$r_5 =$	mm	$r_5' =$	mm
$r_6 =$	mm	$r_6' =$	mm
$r_7 =$	mm	$r_7' =$	mm

9. Con los valores r_1' corrija la posición de los puntos en la foto y obtenga la poligonal corregida, 1' - 2' - 3' - 4' - 5' - 6' - 7'.

10. Calcule y dibuje el perfil de la poligonal en un plano de coordenadas en el cual las abscisas se representan con un módulo escalar de 2500, y las ordenadas con un módulo escalar de 500.

La abscisa es la distancia de cada punto al punto 1, por la poligonal terrestre.
La ordenada es la diferencia de cota calculada en el numeral 7.
Para efectuar lo anterior elabore el siguiente cuadro:

Longitud lados poli. Corregida mm. J_1	Punto	Abscisa en polígono corregido y en el perfil X_1	Ordenada en el perfil mm. $y_1=(\Delta h_1.1000)/500$
j_1 = 1'-2' =	1	$x_1=0$	$y_1=0$
j_2 = 2'-3' =	2	$x_2=x_1+j_1=$	$y_2=$
j_3 = 3'-4' =	3	$x_3=x_2+j_2=$	$y_3=$
j_4 = 4'-5' =	4	$x_4=x_3+j_3=$	$y_4=$
j_5 = 5'-6' =	5	$x_5=x_4+j_4=$	$y_5=$
j_6 = 6'-7' =	6	$x_6=x_5+j_5=$	$y_5=$
	7	$x_7=x_6+j_6=$	$y_7=$

PRACTICA No. 16

POLIGONAL DE PENDIENTE CONSTANTE

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Fotos No. 129 y 130

Esta poligonal es utilizada en el estudio preliminar de un proyecto vial.

Nomenclatura y valores numéricos

p_1: Paralaje de un punto

p_1: Paralaje del punto 1

p_1: Diferencia de paralaje entre dos puntos consecutivos.

L_1: Lectura de un punto con la barra de paralaje. En este ejercicio sólo se toman las lecturas correspondientes al primero y al último punto; las demás lecturas se calculan.

s: Pendiente constante a lo largo de toda la poligonal. En este ejemplo es del 15%.

d: Distancia constante entre dos puntos consecutivos en la poligonal de la foto. Para este caso es de 7 mm.

f: Distancia focal de la cámara, igual a 152,17 mm.

Además, aproximadamente,

$$\Delta p_1 = \frac{(p_1 . 10 . 7)}{(100 . f)} = \frac{(p_1 . 10 . 7)}{(100 . 152{,}17)} = 0{,}0046 \text{ x } p_1$$

Las lecturas se calculan así:

$$L_1 = L_{1-1} + \Delta p_{1-1}$$

Cálculos preliminares

a. Oriente el par de fotos y colóquelas a la distancia conveniente para su visión estereoscópica.

b. Calcule la paralaje del punto 1 de la siguiente manera:

Distancia $O_1\ O_2$ =	mm
Distancia p'p" = W =	mm
$P_1 = O_1\ O_2$ - W =	mm

c. Calcule alternativamente, con dos cifras decimales, todos los elementos de las columnas 5 y 2 de la tabla, tituladas diferencia paralaje y paralaje.

d. Con la barra de paralaje tome cuidadosamente una lectura al punto 1 y anótela en la casilla correspondiente de la tabla.

e. Calcule las demás lecturas de la columna 3.

Tabla de cálculos:

1 Punto	2 Paralaje p_1 $p_1" = p_{i-1} + \Delta p_i$	3 Lectura L_1 $L_i = L_{i-1} + \Delta p_{i-1}$	4 Línea	5 Diferencia de paralaje Δp_1 $\Delta p_1 = 0{,}00460 \times p_1$
1	p_1 =		1-2	
2			2-3	
3			3-4	
4			4-5	
5			5-6	
6			6-7	
7			7-8	
8			8-9	

9			9-10	
10			10-11	
11			11-12	
12			12-13	
13			13-14	
14			14-15	

f. Tome una lectura al último punto de la poligonal y anótela en el espacio que sigue [ ]
Señale en la tabla el punto cuya lectura calculada sea la más próxima a la que acaba de anotar.

Trazado de la poligonal en la foto

Con el lápiz vidriograf, en la cara inferior del cristal de la derecha de la barra de paralaje, dibuje una circunferencia de 7mm de radio con centro en la marca.

Para hallar un punto de la poligonal se procede de la siguiente manera:

a. Con el tambor de la barra de paralaje se coloca el valor de la lectura del punto, valor que se consulta con la columna 3 de la tabla.
b. Observe por el estereoscopio y mueva la barra de paralaje de tal manera que la circunferencia que trazó en el cristal se mueva siempre sobre el punto anterior de la poligonal; en este movimiento de la barra, las dos marcas, la de cristal de la derecha, deben fundirse en una sola imagen. Cuando esta imagen de la marca flotante esté a ras del terreno, ahí está el punto buscado.

Por iteración del proceso se llega al punto final.

PRACTICA No. 17

DETERMINACION DE LA LINEA PRINCIPAL Y DE LOS PARAMETROS α,t,s

Nombre del estudiante _____ Fecha _____

Foto No. 128

Datos de la práctica

Altura de vuelo,	H = m.
Distancia focal de la cámara,	f = 152,17 mm.

Información del mapa

Escoja en la foto tres puntos bien nítidos que estén representados en el mapa topográfico de la región, consulte en éste las cotas de los correspondientes puntos del terreno.

Sean A, B, C los puntos del mapa.

Estos tres puntos son:

A:
B:
C:

Escriba en seguida los valores de las cotas:

h_A = m	h_B = m	h_C = m

Mida en el mapa las distancias terrestres entre los puntos, en milímetros y con una cifra decimal; anótelas,

AB = mm	AC = mm	BC = mm

Corrección por relieve

Corrección de los puntos a y b de la foto en sus coordenadas polares, a la escala del punto c.

Anote los valores siguientes:

Distancia oa, medida en la foto: r_a = mm
Distancia ob, medida en la foto: r_b = mm

Calcule los valores corregidos de r, con una cifra decimal así:

$r_a' = [r_a (H - h_A)]/(H - h_c)$ = mm
$r_b' = [r_b (H - h_B)]/(H - h_c)$ = mm

Con los valores de r_a' y r_b' señale los puntos corregidos a' y b' en la foto.

Escalas relativas de la foto con respecto al mapa

Efectúe las siguientes mediciones

a'b' = mm	a'c = mm	b'c = mm

Calcule las siguientes relaciones con cinco cifras decimales:

$\frac{a'b'}{AB} =$	$\frac{a'c'}{AC} =$	$\frac{a'c'}{BC} =$

Ordene estas tres escalas según los valores descendentes de ellas:

E_3 =	E_2 =	E_1 =

Traslade al papel de acetato los ejes de coordenadas topográficas y los puntos a', b', c. Oriente los ejes.

Localización de los puntos escala

En el papel acetato proyecte el punto principal sobre los lados del triángulo a', b', c y obtiene tres puntos p.

En cada lado del triángulo mida la distancia entre el vértice y el punto p, y traslade esta distancia, en sentido contrario, sobre la misma línea, a partir del otro vértice. Se determinan así tres punto Q, uno sobre cada línea. El punto Q es el punto escala. Póngale el mismo subíndice que tiene la escala del lado correspondiente del triángulo a', b', c.

Línea principal

Sobre la línea Q_1 Q_3 determine un punto X de igual escala al punto Q_2 de la siguiente manera:

Mida la distancia Q_1 Q_3 y anótela.

Q_1 Q_3 =	mm

Calcule,

$Q_1 X = [Q_1 Q_3 (E_2 - E_1)]/(E_3 - E_1)$:

$Q_1 X$ =	mm

Localice el punto X, midiendo la distancia Q_1 X calculada, en la dirección Q_1 Q_3.

Trace por el punto principal una recta perpendicular a Q_2 X que será la línea principal. Proyecte sobre ella los puntos Q_1 y Q_3 y obtiene los puntos Q_1' Q_3'.

Oriente la línea principal en el sentido en que disminuyan las escalas, es decir, en el sentido Q_3' Q_1'.

Acimut de la línea principal

Trace a todo lo largo del papel acetato el meridiano que pasa por el punto principal que, en la foto 128 está a 3° a la izquierda del eje X.

Mida en seguida con el transportador, el acimut de la línea principal y anótela a continuación:

Acimut de la línea principal, α =

Angulo de oscilación

Es el ángulo que hace la dirección positiva del eje y, de la foto, con la dirección negativa de la línea principal. Mídalo con el transportador y anote su valor.

Angulo de oscilación, s =

Comprobación de las mediciones con el transportador

Calcule la diferencia α - s. Este valor debe ser igual a 83° para la foto 128, cualquiera que sea la posición de la línea principal.

Resultado, α - s =

Angulo de inclinación de la foto

Calcule y anote los siguientes valores:

$\Delta E = E_3 - E_1 =$	
$Z_c = H - h_c =$	m

La escala del mapa es $E_m = 1/1000$

Mida en el papel acetato.

$\Delta y = q_1' Q_3' =$	mm

Calcule,

Sen (t) = (ΔE . Z_c . 1000 E_m) / Δy =
Ángulo t =

Localización del nadir de la foto

Señale el nadir de la foto sobre la línea principal a una distancia del punto principal igual a:

- f . tan (t) =	mm

PRACTICA No. 18

CALCULO DE LA MATRIZ DE ORIENTACION

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Datos

α =	t =	s =

Los elementos de las matrices M_α, M_t, M_s son:

$$M_\alpha = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \text{sen}(\alpha) & 0 \\ -\text{sen}(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$M_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(t) & -\text{sen}(t) \\ 0 & \text{sen}(t) & \cos(t) \end{bmatrix}$$

$$M_s = \begin{bmatrix} -\cos(s) & \text{sen}(s) & 0 \\ -\text{sen}(s) & -\cos(s) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Complete a continuación cada una de las matrices con sus nueve elementos numéricos, con cinco cifras decimales:

$$M_\alpha = \begin{bmatrix} & & 0 \\ & & 0 \\ & & 1 \end{bmatrix}$$

$$M_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & & \\ 0 & & \end{bmatrix}$$

$$M_s = \begin{bmatrix} & & 0 \\ & & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Calcule los nueve elementos numéricos de la matriz M_p, producto matricial de las matrices M_α y M_t.

$$M_p = M_\alpha \cdot M_t = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}$$

Calcule los nueve elementos de la matriz de orientación de la foto:

$$M = M_\alpha . M_t . M_s = M_p . M_e = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}$$

PRACTICA No. 19

FOTOGRAMETRIA

CALCULO DE LAS COORDENADAS DEL AVION

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Foto No. 128

Datos numéricos

Distancia de la cámara: f = 152,17 mm
Altura de vuelo: H = m

Coordenadas terrestres punto escogido:

X =	m
Y =	m
Cota, h =	m

Mediciones en la foto

Mida las coordenadas de la imagen del punto escogido, en milímetros y con una cifra decimal, y anótelas en seguida,

X =	mm
Y =	mm

Cálculos

Calcule la distancia de la imagen de la esquina del B16 al centro óptico de la cámara, así:

$$vL = -\sqrt{x^2 + y^2 + f^2} =$$

Cosenos directores de la recta vL en el sistema de coordenadas fotográficas:

Con el eje x: cos (m, vL) = -x / vL =
Con el eje y: cos (n, vL) = -y / vL =

Cosenos directores de la misma recta en el sistema de coordenadas terrestres, utilizando la matriz de orientación M:

$$M \times \begin{bmatrix} \cos(m, vL) \\ \cos(n, vL) \\ \cos(k, vL) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(M, VL) \\ \cos(N, VL) \\ \cos(K, VL) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}$$

Calcule la distancia de la esquina N.W del B16 al avión, así:

$$distancia\ VL = \frac{H - h}{\cos(JK, VL)} =$$

Proyecciones de la distancia VL sobre los ejes de coordenadas terrestres.

Sobre el eje X : R_x = VL . cos (M, VL) =
Sobre el eje Y : R_y = VL . cos (N, VL) =

Coordenadas del avión

$X_L = X + R_x = 66000 + R_x =$	m
$Y_L = Y + R_y = 84340 + R_y =$	m

PRACTICA No. 20

CALCULO DE COORDENADAS A PARTIR DE FOTOS AEREAS

Nombre del estudiante: _____ Fecha _____

Foto No. 128

Definiciones y nomenclatura

p, es un punto cualquiera del terreno.

p, es su imagen en la foto.

x, y, z, son las coordenadas fotográficas de p, tomando los ejes dados por las marcas fiduciales. El eje z es el eje óptico. El origen es el punto principal de la foto.

L, el centro óptico de la cámara aérea.

x' = 0, y' = 0, z' = f = 152,17 mm,

Son las coordenadas de L, con respecto al sistema mismo.

X_L, Y_L, son las coordenadas terrestres de L, calculadas en el ejercicio anterior.

X_L =	m
Y_L =	m
H, altura de vuelo =	m
h, es la cota del punto p =	m

M, es la matriz de orientación de la foto, calculada en el ejercicio anterior.

Mediciones y cálculos

Medir en la foto las coordenadas del punto p y anotar los valores obtenidos:

x =	mm
y =	mm
z = 0	mm

Distancia pL

Calcular:

$$pL = \sqrt{x^2 + y^2 + f^2}$$

Es decir:

pL =	mm

Cosenos directores de la recta pL en el sistema de coordenadas fotográficas.

Con el eje x:

$$\cos(m, pL) = \frac{x' - x}{pL} = -\frac{x}{pL} =$$

Con el eje y:

$$\cos(n, pL) = \frac{y' - y}{pL} = -\frac{y}{pL} =$$

Con el eje z:

$$\cos(k, pL) = \frac{z' - z}{pL} = -\frac{x}{pL} =$$

Cosenos directores de pL en el sistema de coordenadas terrestres. Utilizando la matriz de orientación M.

$$M \times \begin{bmatrix} \cos(m, pL) \\ \cos(n, pL) \\ \cos(k, pL) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(M, pL) \\ \cos(N, pL) \\ \cos(K, pL) \end{bmatrix} =$$

Calcular esos cosenos en el espacio que sigue:

Escribir en seguida los valores encontrados:

cos (M, PL) =
cos (N, PL) =
cos (K, PL) =

Ahora calcular:

Distancia terrestre

$$PL = \frac{H - h}{\cos(K, PL)} = \quad m$$

Proyección de PL sobre el eje X, R_x = PL cos (M, PL):
Proyección del PL sobre el eje Y, R_y = PL cos (N, PL):
R_x =
R_y =

Coordenadas del punto P

$X_P = X_L - R_X$ =	m
$Y_P = Y_L - R_Y$ =	m