FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS DE LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del Jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia sólamente a los alumnos que tengan un mínimo del 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el período de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tésis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con ésto sean más fehacientes sus apreciaciones.

¡ G R A C I A S !

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

UNO DE LOS PROYECTOS QUE ACTUALMENTE ESTA LLEVANDO A CABO LA DECFI, ES LA ORGANIZACIÓN DE CURSOS DE ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE INGENIERÍA, DENTRO DE LOS CUALES SE INCLUYEN PROGRAMAS DE COMPUTADORA RELACIONADOS CON EL TEMA DEL CURSO, LOS CUALES SE DISTRIBUIRÁN EN SUS VERSIONES FUENTE.

CON EL OBJETO DE CONOCER LOS TEMAS DE MAYOR INTERÉS PARA ESTE TIPO DE CURSOS, ASÍ COMO PARA DEFINIR LOS REQUISITOS TÉCNICOS QUE DEBEN REUNIR LOS PROGRAMAS A DISTRIBUIR, MUCHO AGRADECEREMOS A USTED SE SIRVA LLENAR EL SIGUIENTE CUESTIONARIO, EL CUAL SERÁ DE UNA GRAN AYUDA PARA LA DECFI.

1.- CALIFIQUE CON ESCALA DE CERO A DIEZ LOS SIGUIENTES CURSOS UTILIZANDO LAS LÍNEAS EN BLANCO PARA AQUELLOS QUE USTED PROPONGA (0=NO INTERESA, 10 = INTERESA MUCHO)

ANÁLISIS ESTRUCTURAL	( )	ESTADÍSTICA	( )	CONTROL DE PERSONAL	( )
CONTROL DE OBRAS	( )	DISEÑO MECÁNICO	( )	ALMACENES	( )
RUTA CRÍTICA	( )	PROGRAMACIÓN ESTRUC.	( )	INV. DE OPERACIONES	( )
PROGRAMACIÓN LINEAL	( )	ESTRUCTURA DE DATOS	( )	CONTROL DE CALIDAD	( )
MATEMÁTICAS	( )	CONTABILIDAD	( )	ADMON. PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	( )
______________	( )	______________	( )	______________	( )
______________	( )	______________	( )	______________	( )
______________	( )	______________	( )	______________	( )

DEBIDO A QUE LA PRINCIPAL CARACTERÍSTICA DE LOS CURSOS SERÍA LA DE DISTRIBUIR PROGRAMAS DE COMPUTADORA QUE PUEDAN SER USADAS POR LOS ASISTENTES EN SUS DIFERENTES EMPRESAS CON EL MENOR ESFUERZO DE ADAPTACIÓN.

2.- ¿PARA QUE TIPO DE COMPUTADORA DESEARÍA QUE SE ESCRIBIERAN LOS PROGRAMAS?

PRIMERA OPCIÓN MARCA ______________ MODELO ______________ LENGUAJE ______________

SEGUNDA OPCIÓN MARCA ______________ MODELO ______________ LENGUAJE ______________

TERCERA OPCIÓN MARCA ______________ MODELO ______________ LENGUAJE ______________

SI USTED CONOCE ALGUNAS OTRAS PERSONAS INTERESADAS EN ESTE TIPO DE CURSOS, MUCHO LE AGRADECEREMOS HACERLE LLEGAR UNA COPIA DE ESTA HOJA Y ENVIARLA POSTERIORMENTE A:

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
PALACIO DE MINERÍA
CALLE DE TACUBA NO. 5
DELEGACIÓN CUAUHTEMOC
06000 MÉXICO, D.F.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

CUESTIONARIO PARA EL DIRECTORIO GENERAL	PARA USO EXCLUSIVO DE LA D.E.C. ALTA SI MODIFICACION SI

1.– INSTRUCCIONES GENERALES.

A.– Escriba con letra de molde.

B.– Escriba un solo caracter por cuadro ó semicuadro

C.– Para contestar las preguntas en las líneas ó en los semicuadros escriba, letras y en los cuadros pondrá números según sea la respuesta que se pide.

NOTA : No se haga ninguna anotación en los cuadros sombreados.

NOMBRE DEL CURSO : ______________ FOLIO : [| | | | |] 1 5 6 (DIG. VER.)

1.– NOMBRE :

[| | | | |*] TITULO (PROFESIONAL) 13

14 [...] NOMBRE (S) APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO. 41

NOTA : Separe mediante una coma (,) el (los) nombre (s) de los apellidos.

2.– REGISTRO FEDERAL DE CAUS.: 42 [...] AÑO MES DIA 51

3.– CEDULA PROFESIONAL: 52 [...] NUMERO 58

4.– TELEFONO PARTICULAR: 59 [...] NUMERO 65

5.– TELEFONO OFICINA: 66 [...] NUMERO 72 73 [...] EXT. 76

6.– ASISTENTE AL CURSO O PROFESOR: ______________ [ ] 77 A [1] 80 B [5] 80

7.– DIRECCION PARTICULAR :

8 [...] CALLE, NUMERO EXTERIOR E INTERIOR 41

42 [...] COLONIA 71 A [2] 80 M [6] 80

[...] DELEGACION O CIUDAD 27 ______________ ESTADO [|] 28 29

CODIGO POSTAL [| | | |] 30 34

8.– ______________ TITULO PROFESIONAL Y AREA (EJEMPLO: INGENIERO CIVIL) [|] 35 36

______________ ESPECIALIDAD [|] 37 38

10.– DIRECCION DE OFICINA:

39 CALLE, NUMERO EXTERIOR E INTERIOR 72	A 3 (80) M 7 (80)
8 COLONIA 37	
38 DELEGACION O CIUDAD 57	ESTADO 58 59
CODIGO POSTAL 60 64	

11.– ASOCIACIONES A LAS QUE PERTENECE :

PRINCIPAL : ________ 65 66

OTRAS : ________ 67 68

________ 69 70

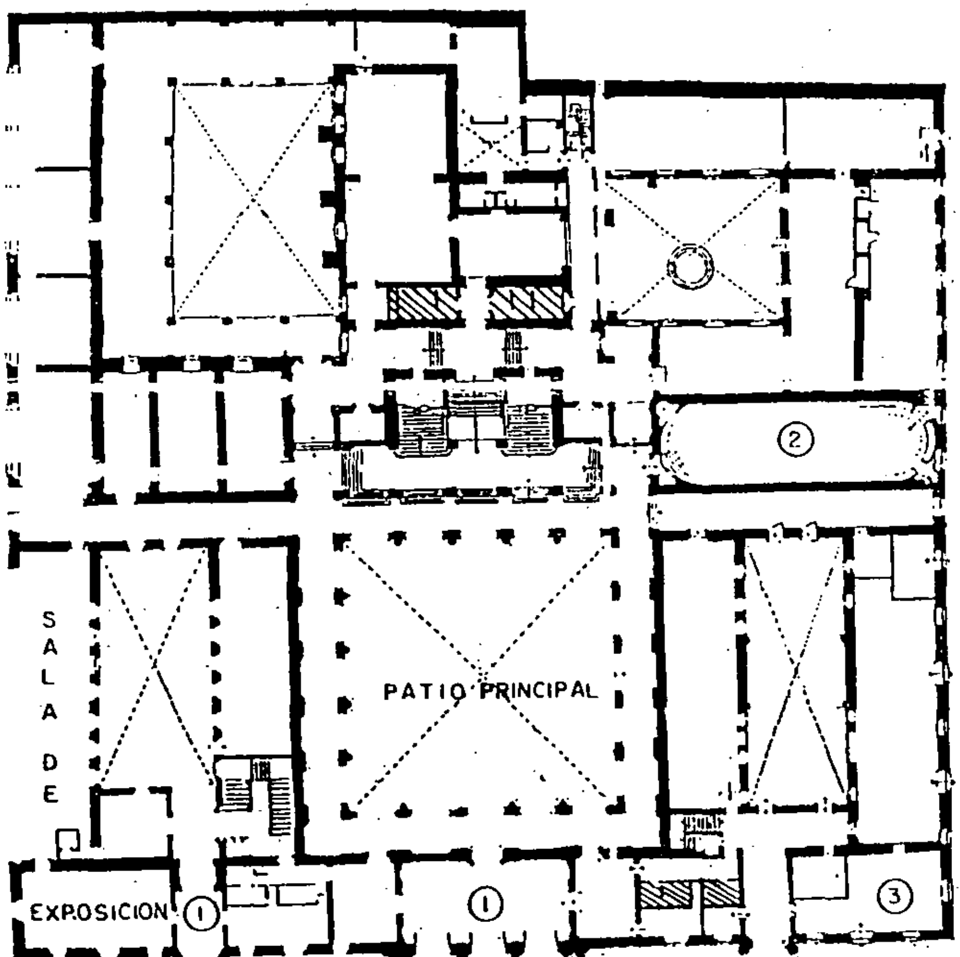
________ 71 72

________ 73 74 A 4 (80) M 8 (80)

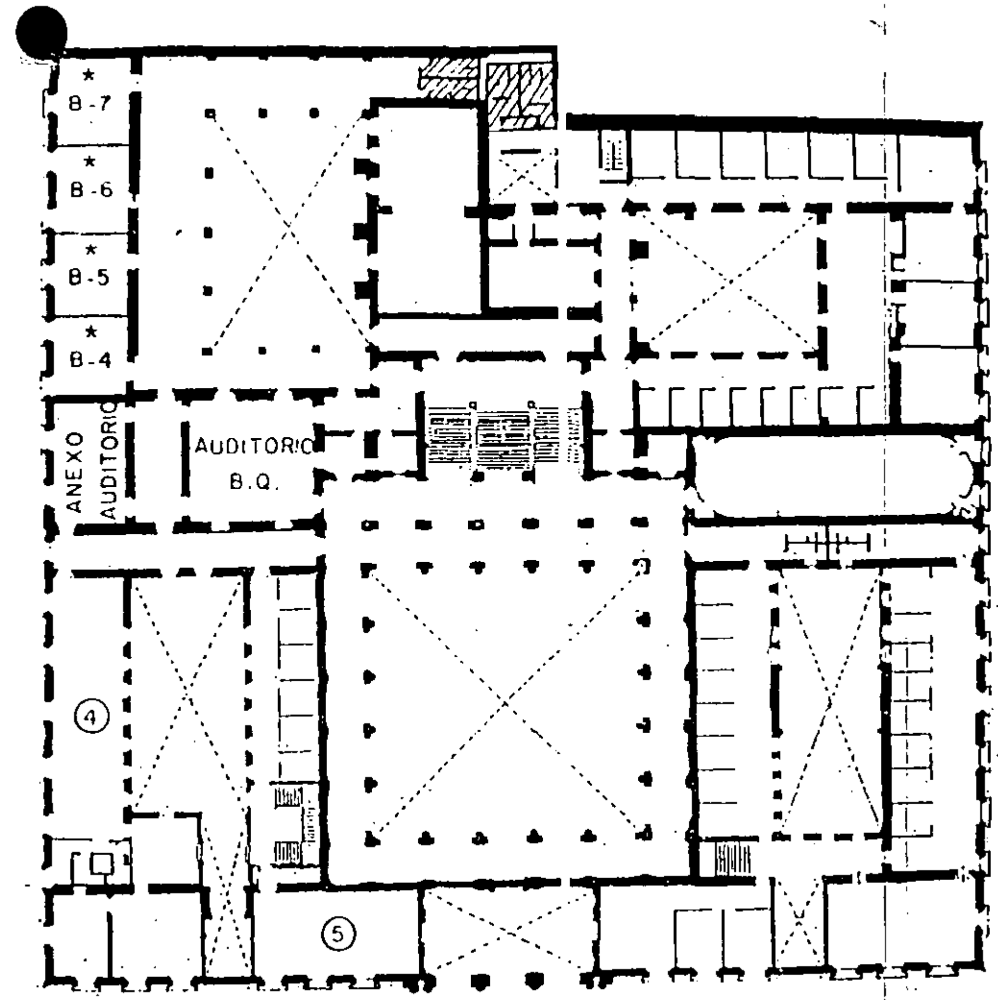
FECHA DE ELABORACION	
________ A ____ DE ________ DE 19 ____	________ FIRMA

PARA USO EXCLUSIVO DE LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA		
CODIFICO:	REVISO:	OBSERVACIONES:

PALACIO DE MINERIA

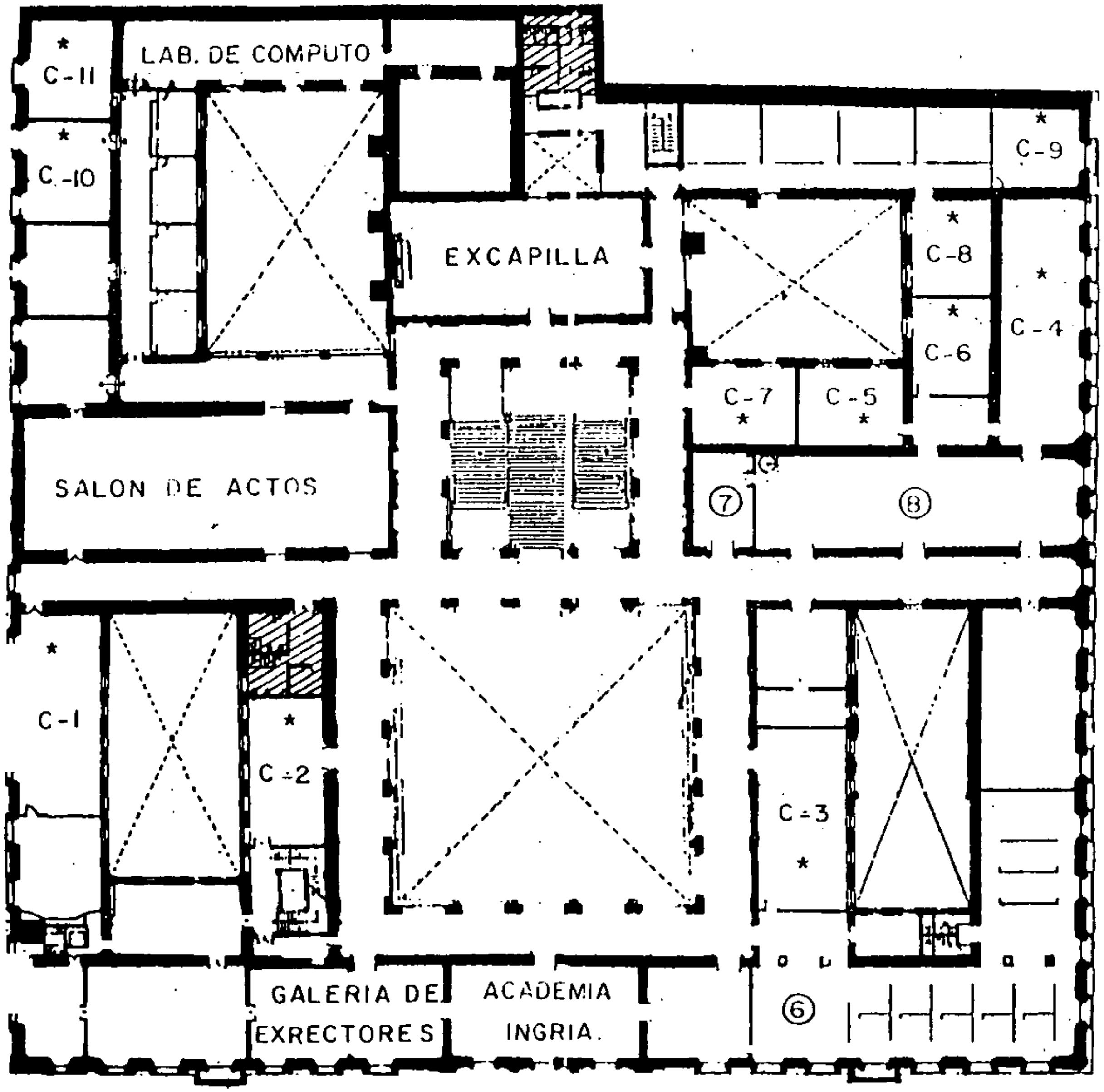


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS



1er. PISO

GUIA DE LOCALIZACION

1 – ACCESO

2 – BIBLIOTECA HISTORICA

3 – LIBRERIA U N A M

4 – CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION "ING. BRUNO MASCANZONI"

5 – PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACION

* AULAS

6 – OFICINAS GENERALES

7 – ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA.

8 – SALA DE DESCANSO

▨ SANITARIOS

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: TOPOGRAFIA BASICA

FECHA: Del 7 al 19 de febrero de 1994

LUGAR: Palacio de Minería

INSTITUCION: SISTEMA CARTOGRAFICO CATASTRAL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

	CONFERENCISTA	DOMINIO Y CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	MANTENIMIENTO DEL INTERES (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENEIDAD ETC.	PUNTUALIDAD	PROMEDIO
1.	ING. VICTOR ROBLES ALMERAYA				
2.	ING. JESUS ALBO LARA				
3.	ING. UBERTINO GONZALEZ GONZALEZ				
4.	ING. ADOLFO REYES PIZANO				
5.	ING. ELADIO CABRALES POSADAS				
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
	EVALUACION TOTAL				

ESCALA DEL 1-10

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

TOPOGRAFIA BASICA

Del 7 al 19 de febrero de 1994

Palacio de Minería

SISTEMA CARTOGRAFICO CATASTRAL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

	TEMA	ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION Y PROFUNDIDAD DEL TEMA	UTILIDAD PRACTICA Y APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	PROMEDIO
1.	TEORIA DE LA MEDICION Y LOS ERRORES				
2.	MEDICION DE DISTANCIAS				
3.	ANGULOS, RUMBOS AZIMUTS				
4.	POLIGONALES				
5.	CALCULO DE POLIGONOS				
6.	NIVELACION Y METODOS				
7.	NOCIONES DE FOTOGRAMETRIA				
8.	ORIENTACION ASTRONOMICA				
9.	DIBUJO TOPOGRAFICO				
10.	ELABORACION DE PLANOS				
11.					
12.					
13.					
14.					
	EVALUACION TOTAL				

ESCALA DEL 1 AL 10

EVALUACION DEL CURSO **ESCALA DE EVALUACION DEL 1 AL 10**

1.- CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO [ ]

2.-GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL CURSO [ ]

3.-CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO [ ]

4.-CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO [ ]

PROMEDIO [ ]

DEL PARTICIPANTE

5.-SE CUMPLIERON SUS OBJETIVOS, **SI** [ ] **NO** [ ]

6.-¿ QUE LE PARECIO EL AMBIENTE EN LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?

MUY AGRADABLE [ ] **AGRADABLE** [ ] **DESAGRADABLE** [ ]

7.-¿QUE CAMBIOS HARIA EN EL PROGRAMA PARA TRATAR DE PERFECCIONAR EL CURSO?

____

____

____

____

8.- ¿RECOMENDARIA EL CURSO A OTRAS PERSONAS? **SI** [ ] **NO** [ ]

9.-¿QUE CURSOS LE GUSTARIA QUE OFRECIERA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?

____

____

____

____

10.-¿LA COORDINACION ACADEMICA FUE?

EXCELENTE [ ] **BUENA** [ ] **REGULAR** [ ] **MALA** [ ]

11.- SUGERENCIAS ADICIONALES:

____

____

____

____

MUCHAS GRACIAS

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO INSTITUCIONAL
"TOPOGRAFIA BASICA"

Del 7 al 18 de febrero de 1994

SISTEMA CARTOGRAFICO CATASTRAL
TESORERIA DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

METODOS PLANIMETRICOS

ING. JESUS ALBO LARA
FEBRERO DE 1994.

COMPENSACION-ANGULAR.

Al haber efectuado la medida angular de una poligonal, los valores medidos deben compararse con la condición de figura, o de cierre para hallar la discrepancia y, así por saber si se toma el trabajo como bueno o si se repite si no esta dentro de los límites de tolerancia establecidos.

Ejemplo:

SUMA ANGULOS INTERNOS = 180 (n - 2)
SUMA ANGULOS MEDIDOS =
Discrepancia d

Si $d \leqslant T$ se compensa
Si $d > T$ se repite

d : discrepancia
T : tolerancia

Conocida la discrepancia se procede a realizar la compensación angular, que se puede hacer por tres procedimientos:

1.- Distribuyendo la discrepancia entre el número de vértices:

$$Cr = \frac{d}{n}$$

Cr : corrección
d : discrepancia
n : número de vert.

si d no es múltiplo de n, al último ángulo se corrige la cantidad Cr + R. en la que R es el residuo. Ejemplo:

d = 122" Cr= 12" ; para los primeros 9 ángulos
n = 10' Cr+R = 12"+2; para el décimo ángulo

Este procedimiento conviene cuando se trata de un trabajo destinado a algún asunto legal; pero no es recomendable en la práctica por tener que trabajar con segundos de arco, que en las tablas de funciones naturales a veces es tardado en obtener los valores correspondientes y también ocacionan cifras innecesarias.

2.- Distribuyendo la discrepancia cada 15", 20" o 30" a los vértices; bien sea a cada uno o alternadamente.

Ejemplo:

d = 122';	Cr = 30"	para los ángulos 1, 4 y 7
n = 10	Cr+R = 32"	para el ángulo 10

Este método conviene porque es fácil manejar las tablas de funciones naturales y además proporciona las cifras necesarias para hallar las proyecciones.

3.- Para el caso en que la poligonal se hubiere hecho con el método de conservación de azimutes, se calcula la discrepancia y la corrección para cada ángulo, según lo expuesto en los dos incisos anteriores, pero se aplica dicha corrección en forma progresiva a cada azimut, en virtud de tratarse de direcciones

Azimut partida - azimut llegada = discrepancia

Azimut ob.	Cr	Azimut com.
	0Cr	
	1Cr	
	2Cr	
	3Cr	
	:	
	nCr	

$Cr = \frac{d}{n}$

n = n Azimuts

$d = A \cdot Cr$

En todos los casos hecha la compensación angular, los elementos compensados deben cumplir la condición de cierre, de no ser así se procede a hacer una revisión de operaciones numéricas.

Una vez hecha la compensación angular se procede a calcular los Rumbos de los lados de la poligonal que se trata.

DEFINICIONES.

1. AZIMUT DE UNA LINEA

Es el ángulo formado por la Meridiana Magnética o Astronómica y la línea que se trata. Se mide con el mismo sentido del movimiento de las manecillas de un reloj. En topografía se cuenta a partir del extremo NORTE, de 0° a 360°.

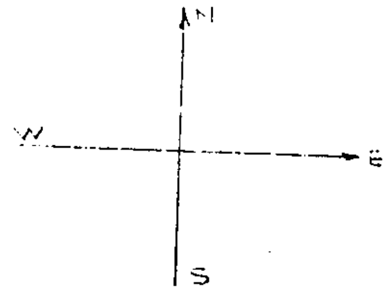
2. RUMBO DE UNA LINEA

Es el ángulo formado por la Meridiana Magnética o Astronómica y la línea

que se trata, se mide a partir del extremo Norte o Sur, de 0° a 90° hacia el Este ó hacia el Oeste.

3. CUADRANTES DE ORIENTACION

Son los que resultan de la intersección de la Meridiana Magnética o Astronómica y la línea Este-Oeste.



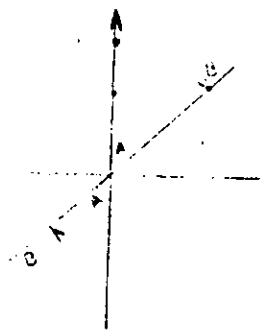
Todos los rumbos deben de contener las letras del cuadrante a que corresponda el valor angular.

Ejemplo:

NE	30°	28'
SW	47	30
NW	87	30
SE	10	50

4. AZIMUT INVERSO DE UNA LINEA

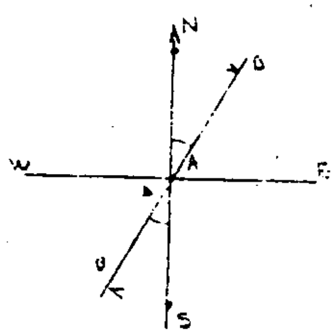
Es aquel que difiere 180° con el Azimut directo



Ejemplo:
Azimut directo AB = 30°
Azimut inverso BA = 220°

5. RUMBO INVERSO DE UNA LINEA

Es aquel que tiene el mismo valor angular y pertenece al cuadrante opuesto al del rumbo Director.



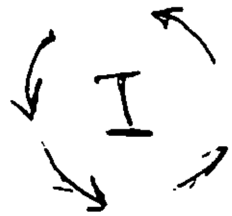
Ejemplo:
Rumbo Directo AB = NE 30°
Rumbo Inverso BA = SW 30°

6. ANGULO A LA DERECHA

Sentido de Movimiento

Es aquel que se mide en el mismo sentido del movimiento de las manecillas de un reloj.

7. ANGULO A LA IZQUIERDA



Es el que se mide en el sentido contrario al anterior.

Los ángulos de una poligonal pueden medirse a la derecha o izquierda y según sea el sentido de avance de la poligonal, los ángulos que resulten pueden ser INTERNOS o EXTERNOS al polígono.

CALCULO DE LOS RUMBOS DE LOS LADOS DE UN POLIGONO
Conocidos los AZIMUTES de los lados.

1. Si el azimut conocido es menor de 90°, el Rumbo es el mismo valor angular y le corresponde cuadrante NE.

2. Si el azimut conocido se encuentra entre 90° y 180°, se resta de 180°, se el valor del azimut conocido para obtener el valor numérico del Rumbo, y le corresponde el cuadrante SE.

3. Si el valor del azimut conocido se encuentra entre 180° y 270°, al valor del azimut conocido se resta 180° para obtener el valor numérico del Rumbo, el cuadrante es SW.

4. Si el valor del azimut conocido se encuentra entre 270° y 360°, se resta el valor del azimut conocido de 360° para obtener el valor numérico del Rumbo y el cuadrante es NW.

Ejemplos:

Azimut	AB = 274° 30'	Rumbo	AB = NW 85°30'
	BC = 30 20		BC = NE 30 20
	CD = 160 30		CD = SE 19 30
	DE = 170 20		DE = SE 9 40
	EA = 240 30		EA = SW 60°30'

CALCULO DE LOS RUMBOS DE LOS LADOS DE UN POLIGONO
En función de los Angulos a la DERECHA y el valor del Rumbo conocido de un lado.

Las operaciones numéricas a efectuar se indican en el cuadro sinóptico de abajo, en el cual:

H: es el Angulo horizontal
R: Es el Rumbo dato
C: es una cantidad resultante.

REGLAS:

CUAD.	OPERACION	R
NE	H + R = C	S
SW		N
NW	H − R = C	S
SE		N

1.- Si el rumbo conocido pertenece al cuadrante NE ó SW. Al Angulo horizontal se SUMA el Rumbo conocido. H + R = C

2.- Si el rumbo conocido pertenece al cuadrante NW ó SE. Al Angulo horizontal se RESTA el Rumbo conocido. H − R = C

3.- El valor C resultante de la operación que corresponda, se cuenta a partir del extremo opuesto a la primera letra del cuadrante del rumbo conocido y en el mismo sentido que los ángulos horizontales.

Cuadrantes:

NE ⟶ S
SW ⟶ N
NW ⟶ S
SE ⟶ N

4.- Con el valor de C, y conocido el extremo N ó S de donde se tenga que contar, es fácil saber la operación numérica que se tenga que hacer para hallar el valor numérico del rumbo buscado, es decir restarle 180°, restarle de 180 ó restarle de 360°. El cuadrante es el mismo que corresponde a C.

NOTA: Si el valor de C es negativo deberá ser considerado en sentido contrario (izquierdo).

Ejemplo 1:

Hallar los rumbos del polígono cuyos ángulos se dan:

Angulos:	1	305
	2	202
	3	213
	4	252
	5	288
180(5+2)=		1260

Rumbo Lado 2 - 3 NE 30

Solución:

Lado 2-3	NE	30°	
3		213	
	C=	243	c
		180	
Lado 3-4	NE	63	
4		252	c
	C=	315	
		360	
Lado 4-5	SE	45	
5		288	c
	C=	243	
		180	
lado 5-1	SW	63	
1		305	
		368	c
		360	
Lado 1-2	NE	008	
2		202	
	C=	210	c
		180	
Lado 2-3	NE	030	

Es fácil comprender que con una poca de práctica puede y debe prescindirse del croquis.

Ejemplo 2

Hallar el valor de los rumbos de los lados del polígono cuyos datos se dan:

Angulos:

1	268°	10'
2	310	30
3	55	20
4	205	30
5	125	20
6	298	40
7	245	20
8	140	10
9	160	20
10	350	40
180 (10 + 2) =	2160°	00

Rumbo Lado 8-7 NW 17°40'

Solución:

Lado 7 - 8	SE	17°	40'
8		140	10
	C=	122	30
		180	00
Lado 8 - 9	SE	57	30
9		160	20
	C=	102	50
		180	00
Lado 9 - 10	SE	77	10
10		350	40
	C=	273	30
		360	00
Lado 10-1	NW	86	30
1		268	10
	C=	181	40
		180	00
Lado 1 - 2	NE	1°	40'

Lado 1 - 2	NE	1°	40'
2		310	30
	C =	312	10
		360	00
Lado 2 - 3	SE	47	50
3		55	20
Lado 3 - 4	NE	7°	30'
4		205	30
	C =	213	00
		180	00
Lado 4 - 5	NE	33°	00'
5		125	20
	C =	158	20
		180	00
Lado 5 - 6	NW	21	40
6		298	40
	C =	277	00
		360	00
Lado 6 - 7	SE	83	00
7		245	20
	C =	162	20
		180	00
Lado 7 - 8	SE	17°	40

CALCULO DE LOS RUMBOS DE LOS LADOS DE UN POLIGONO

En función de los Angulos a la IZQUIERDA y el valor del Rumbo conocido de un lado.

El procedimiento básicamente es el mismo, como en el caso anterior solo hay que cambiar los signos de la operación numérica a realizar según sea el cuadrante del Rumbo conocido. El cuadro sinóptico aclara el procedimiento.

CUADR.	OPERACION	ORIG.
NE SW	H − R = C	S N
NW SE	H + R = C	S N

Ejemplo: 1

Hallar el valor de los rumbos de los lados del Polígono cuyos datos se dan.

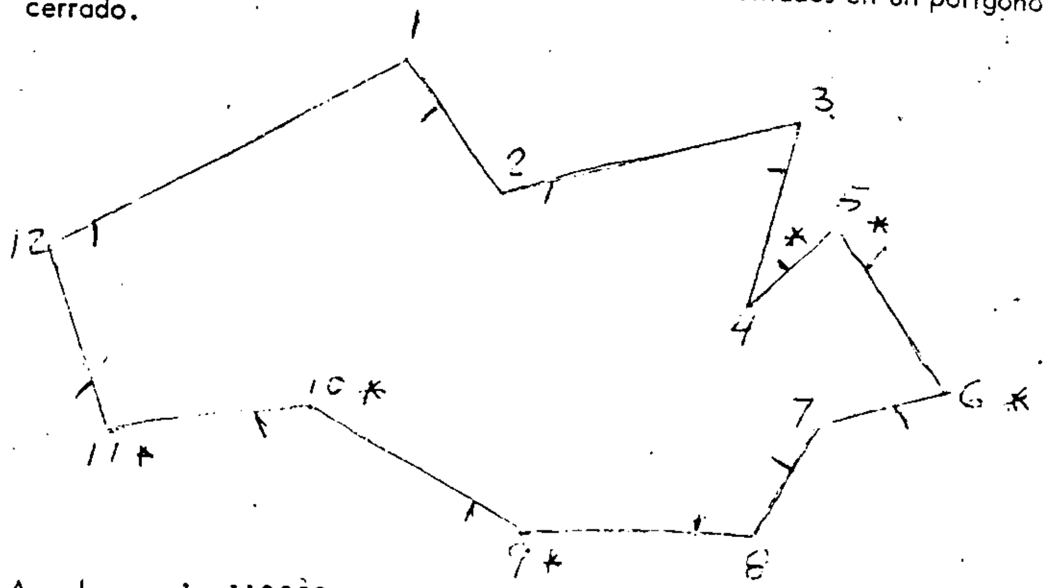
Angulos	1,	55°
	2,	158
	3,	147
	4,	108
	5,	72
180°(5 − 2) =		540°

<u>Solución:</u>

Lado 2 - 3	NE	30°
3		147
	C =	117
		180
Lado 3 - 4	NE	63
4		108
Lado 4 - 5	SE	45

Lado 4 - 5	SE	45
5		72
	C=	117
		180
Lado 5 - 1	SW	63
1		55
	C=	− 8
Lado 1 - 2	NE	8°
2		158
		150
		180
Lado 2 - 3	NE	30°

Ejercicio con ángulos IZQUIERDA Y DERECHA combinados en un polígono cerrado.



Angulos:

1	110°	20
2	260	30
3	60	40
4	49	40 *
5	274	40 *
6	289	50 *
7	220	40
8	125	20
9	189	50 *
10	139	20 *
11	259	30 *
12	65	20

Rumbo Lado 5 - 4 SW 20° 30'

* Son ángulos a la derecha.

Solución:

Lado	4 - 5	NE	20° 30'
	5		274 40
			295 10
			360 00
Lado	5 - 6	SE	64 50
	6		289 50
			225 00
			180 00
Lado	6 - 7	SW	45° 00

Lado 6 - 7	SW	45°00'
7		220 40
		175 40
		180 00
Lado 7 - 8	SW	04 20
8		125 20
		121 00
		180 00
Lado 8 - 9	SW	59°00
9		189 50
		248 50
		180 00
Lado 9 - 10	SW	68 50
10		139 20
		208 10
		180 00
Lado 10-11	SW	28°10
11		259 30
		287 40
		360 00
Lado 11-12	NW	72 20

Lado 11 - 12	NW	72°20'
12		65 20
		137 40
		180 00
Lado 12 - 1	NE	42 20
1		110 20
Lado 1 - 2	SE	68 00
2		260 30
		328 30
		360 00
Lado 2 - 3	NE	31 30
3		60 40
Lado 3 - 4	SE	29 10
4		49 40
Lado 4 - 5	NE	20° 30'

CALCULO DE RUMBOS DE LOS LADOS DE UN POLIGONO
En función de los Angulos de Deflexión.

El procedimiento es el mismo si se tiene en cuenta lo siguiente.

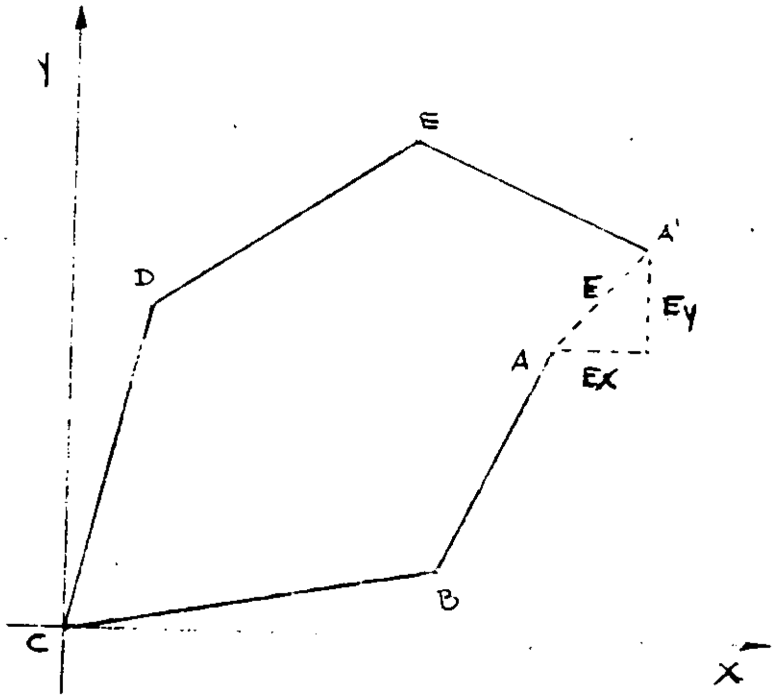
1.- Dada una deflexión DERECHA, al restarla de 180° se obtiene un ángulo IZQUIERDO.

2.- Si se tiene una deflexión IZQUIERDA al restarla de 180° se obtiene un ángulo DERECHO.

Por lo tanto bastará restar las deflexiones de 180° para obtener los ángulos IZQUIERDOS ó DERECHOS y los rumbos se calcularán siguiendo los métodos antes expuestos.

COMPENSACION DE UNA POLIGONAL

Al hacer la medición angular y lineal de una poligonal, todos las medidas estan afectadas de error, el erro angular se manifiesta al comparar los valores angulares con la condición de figura cierre, su compensación ya se analizó en la nota técnica NT-C2, por lo que analizaremos aquí la compensación lineal de una poligonal.



CONSIDERACIONES:

1. La poligonal ha sido ya compensada angularmente
2. Se han calculado los Rumbos correspondientes a cada lado en función de los ángulos compensados.
3. Se calculan las proyecciones de cada lado por medio de las fórmulas:

$$x = L \text{ sen } R$$
$$y = L \cos R$$

En las que: L = Lado que se trata
R = Valor numérico del Rumbo.

4. Las proyecciones se consideran:

POSITIVAS; Nortes y Estes.
NEGATIVAS: Sures y Oestes

RUMBO	PROYECCIONES			
	N	S	E	W
NE	+		+	
NW	+			–
SE		–	+	
SW		–		–

5. La suma de proyecciones en cada eje más el error será igual a CERO.

$$x_1 + x_2 + x_3 + \text{- - - - - - - -} + x_n + Ex = 0$$
$$y_1 + y_2 + y_3 + \text{- - - - - - - -} + y_n + EY = 0$$

En las que: Ex y Ex son los errores en cada eje de proyecciones.

6. La suma de errores de cada proyección, producen el Error total EX y EY.

$$ex_1 + ex_2 + ex_3 + \text{- - - - - - - -} = Ex$$
$$ey_1 + ey_2 + ey_3 \text{- - - - - - - -} = Ey$$

7. Los valores de las correcciones se obtienen:

$$\frac{EX}{ex} = \frac{\Sigma x}{x} \qquad ex = \frac{Ex}{\Sigma x}\,x \qquad K_1 = \frac{Ex}{\Sigma x}$$
$$\frac{Ey}{ey} = \frac{\Sigma Y}{Y} \qquad ey = \frac{EY}{\Sigma Y}\,Y \qquad k_2 = \frac{EY}{\Sigma Y}$$

K y K son llamados factores unitarios de compensación. Si:

ex = CX
ey = CY

Se tiene

CX = K_1 Proy del Lado
CY = K_2 Proy del Lado

Estas correcciones se calculan así para poligonales levantadas con TRANSITO Y CINTA.

En el caso que la poligonal sea levantada con BRUJULA Y CINTA, se tiene:

$$\frac{Ex}{ex} = \frac{\Sigma L}{L} \qquad e_x = \frac{Ex}{\Sigma L} L \qquad k_1 = \frac{Ex}{P}$$

$$\frac{Ey}{ey} = \frac{\Sigma L}{L} \qquad e_y = \frac{Ey}{\Sigma L} L \qquad k_2 = \frac{Ey}{P}$$

$$\Sigma L = P$$

Si:

ex = CX
ey = CY

$$\boxed{\begin{array}{l} CX = K_1 \text{ Lado} \\ CY = K_2 \text{ Lado} \end{array}}$$

8. Calculadas las correcciones, deben hacerse ajustes a las cifras hasta que la suma sea igual al error correspondiente. El criterio que se debe seguir para hacer este "redondeo" es que la cifra menor que 5 se desprecia y si es mayor de 5 se agrega una unidad inmediata siguiente.

9. Ajustadas las correcciones se procede a agregarlas a las proyecciones para compensar. Se sigue este criterio:

   (a) Se quita la corrección a las proyecciones cuya suma sea mayor.

   (b) Se agrega a las proyecciones cuya suma sea menor.

   Las proyecciones compensadas deberan cumplir rigurosamente la condición siguiente:

   SUMA de proyecciones NORTE=SUMA de proyecciones SUR
   SUMA de proyecciones ESTE =SUMA de proyecciones OESTE

10. Con las proyecciones corregidas, se calculan las coordenadas según dos casos que se presentan.

   (a) Se toma como coordenadas del vertice inicial, a las coordenadas que le corresponden, si se trata de un trabajo ligado a otro.

   (b) Se asigna el vértice inicial unas coordenadas cuyos valores, al combinarlos con las proyecciones correspondientes, las coordenadas siempre resultan positivas.

   En cualquiera de los dos casos anteriores las coordenadas se obtienen así:

$$\boxed{\begin{matrix} X + x = \overline{X} \\ Y + y = \overline{Y} \end{matrix}}$$

En las que:

X: abscisa del vértice que se trata
Y: ordenada del vértice que se trata

x: proyección del lado siguiente
y: proyección del lado siguiente

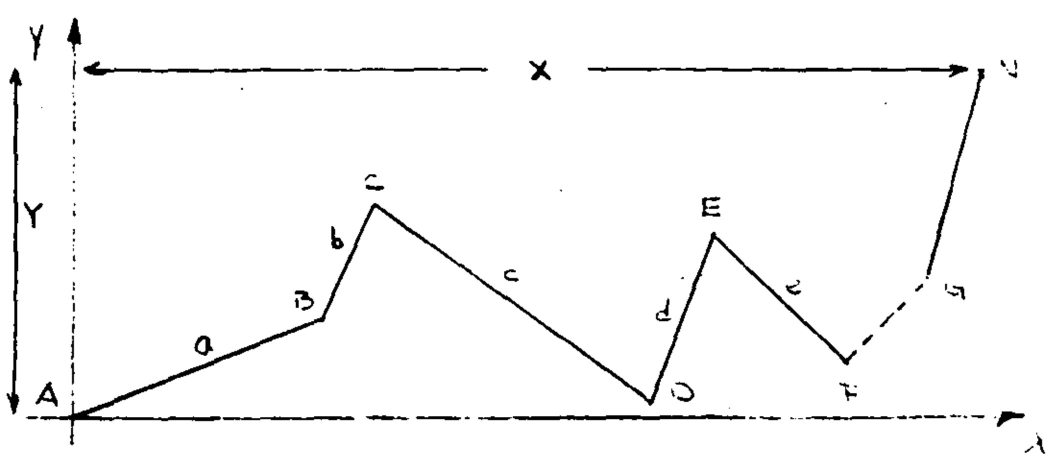
$\overline{X}$: abscisa del vértice siguiente
$\overline{Y}$: ordenada del vértice siguiente

Se debe tener en cuenta que tanto las abscisas como las ordenadas, al llegar al vértice de partida, se debe obtener el mismo valor, de no ser asĩ, se tiene un error de cálculo por lo que se tendrá que revisar el cálculo.

POLIGONAL EN LINEA.- Una poligonal en lĩnea quebrada puede quedar "cerrada", midiendole en ambos sentidos por lo que puede someterse al tipo de compensación de una poligonal cerrada.

REDES DE POLIGONAL.- Cuando se tiene una red de puntos de coordenadas conocidas y se quiere ligar una poligonal de igual o menor precisión se siguen los pasos siguiente:

1. A, N son dos puntos de coordenadas conocidas; a, b, c,.. n son los lados - de la poligonal que une los dos puntos.



2. Se calculan las proyecciones:

a, b, c, ..., n

3. Se deberá tener la condición:

suma de proyecciones x = X
suma de proyecciones y = Y

Por lo tanto:
X - Suma de Proy. x = Ex
Y - Suma de proy. y = Ey

4. Las correcciones tienen la forma:

$CX = \frac{Ex}{\Sigma x} x \qquad CX = K_1 x$

$CY = \frac{E}{\Sigma y} y \qquad CY = K_2 y$

5. Las correcciones se aplican con el mismo criterio que en los casos anteriores y las proyecciones corregidas deben cumplir la condición siguiente:

Suma de Proy. x = X
Suma de Proy. y = Y

6. Las coordenadas se calculan con el mismo criterio que en los casos anteriores.

NOTA: En el supuesto caso de que la precisión: $\frac{1}{M}$ no quede dentro de lo permitido. Se deberá repetir el cadenamiento, es decir, No se compensa

$$E = \sqrt{\Sigma x^2 + \Sigma y^2} \qquad P = \frac{E}{Perímetro}$$

E = Error de ... P = ...

P: precisión

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO INSTITUCIONAL
"TOPOGRAFIA BASICA"

Del 7 al 18 de febrero de 1994

SISTEMA CARTOGRAFICO CATASTRAL
TESORERIA DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

E S T A D I A

ING. JESUS ALBO LARA

FEBRERO DE 1994

Palacio de Mineria Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

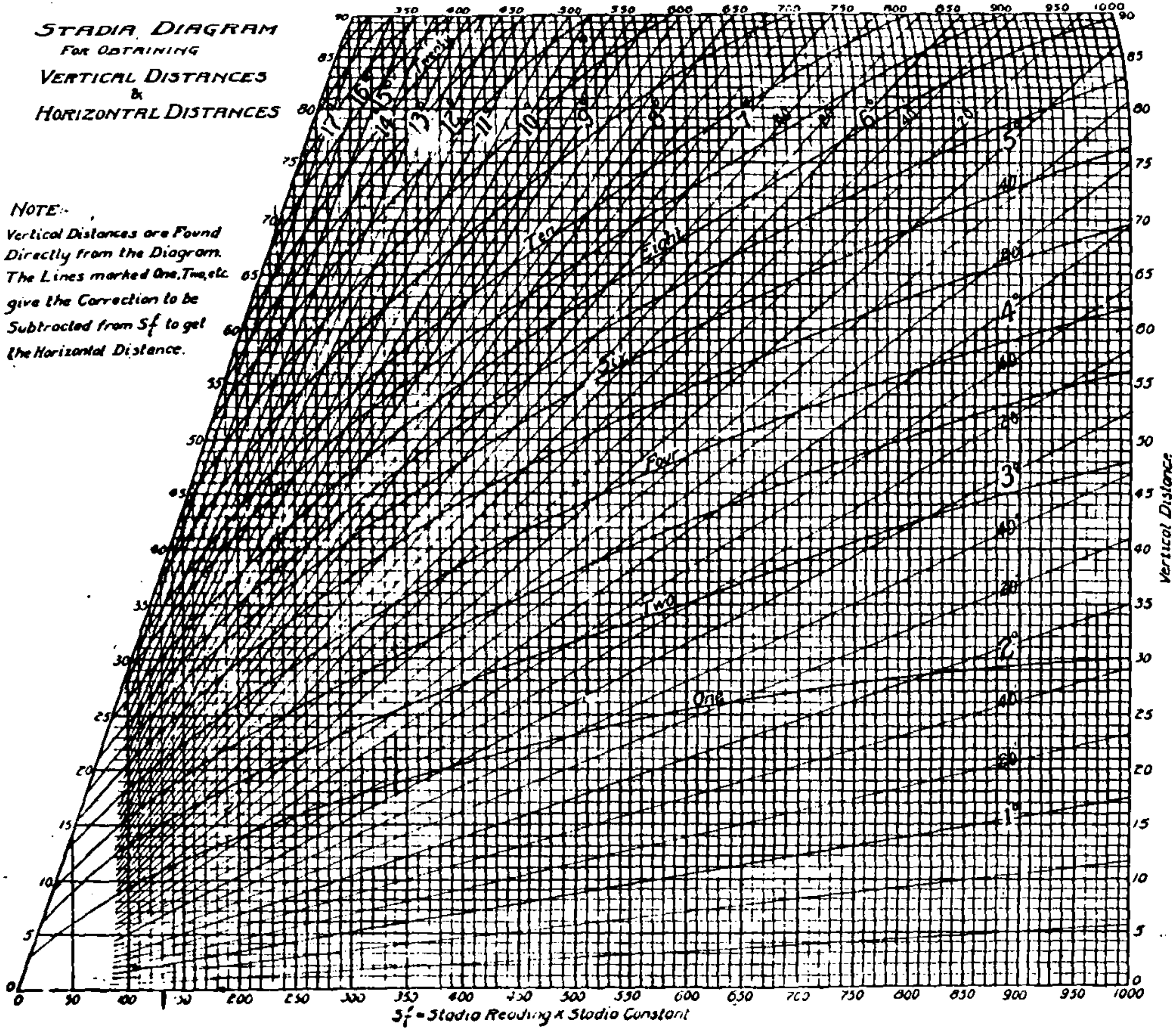


Fig. 120. Diagram Used for Reduction of Stadia Readings

51

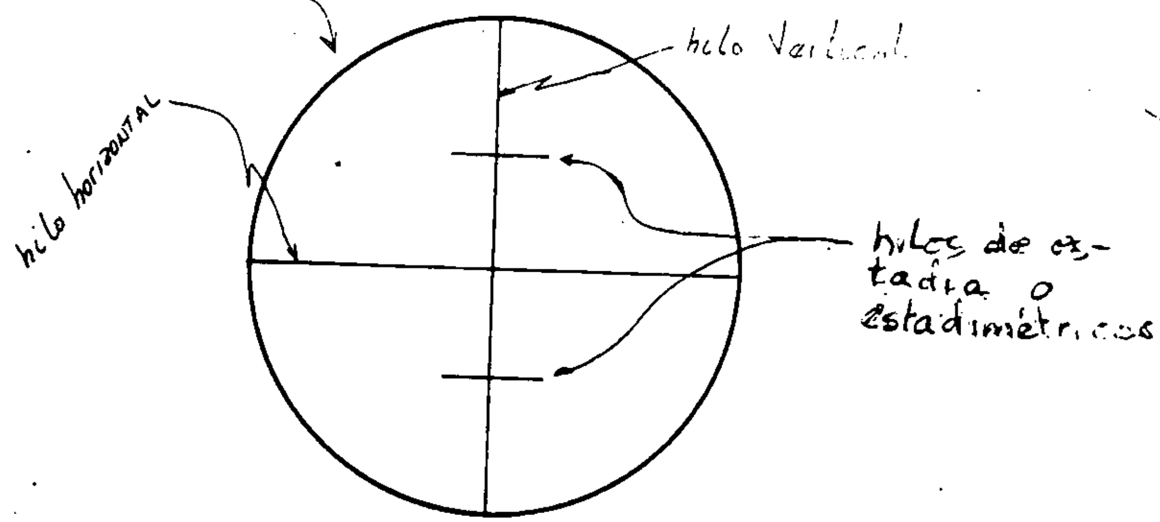
E) ESTADIA.-

1. Estadia de mira vertical.- Es uno de los métodos de medida indirecta y por tal razón de poca precisión.

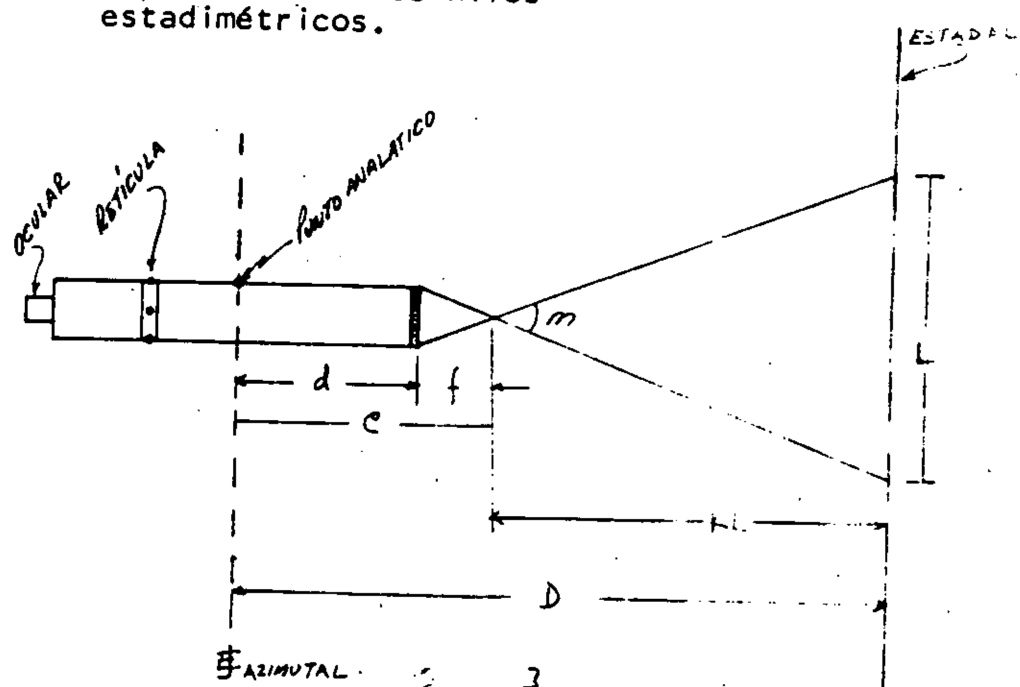
Todo aparato que contenga en la retícula, además de los hilos horizontal y vertical, dos paralelos y equidistantes al horizontal, es un aparato estadimétrico, ya que con ellos se interceptan en una mira vertical, llamada estadal, lecturas que pueden ser interpretadas posteriormente para obtener distancia y desnivel entre puntos del terreno.

1. Fórmulas fundamentales de estadia.

Reticula.-



i.- Separación de los hilos estadimétricos.



d. distancia del objetivo al eje azermital o vertical.

f. distancia focal del objetivo

i. separación de los hilos estadimétricos

L. Lectura interceptada en el estadal por los hilos estadimétricos.

D. distancia entre la estación en la cual se encuentra centrado el aparato y el estadal.

m. Angulo diatimométrico.

c. constante aditiva de estadia.

k. constante multiphcadora de estadia

En la figura: $c = d + f$

$$\frac{D - c}{L} = \frac{f}{i} \quad \text{de donde} \quad D = \frac{f}{i} L + c$$

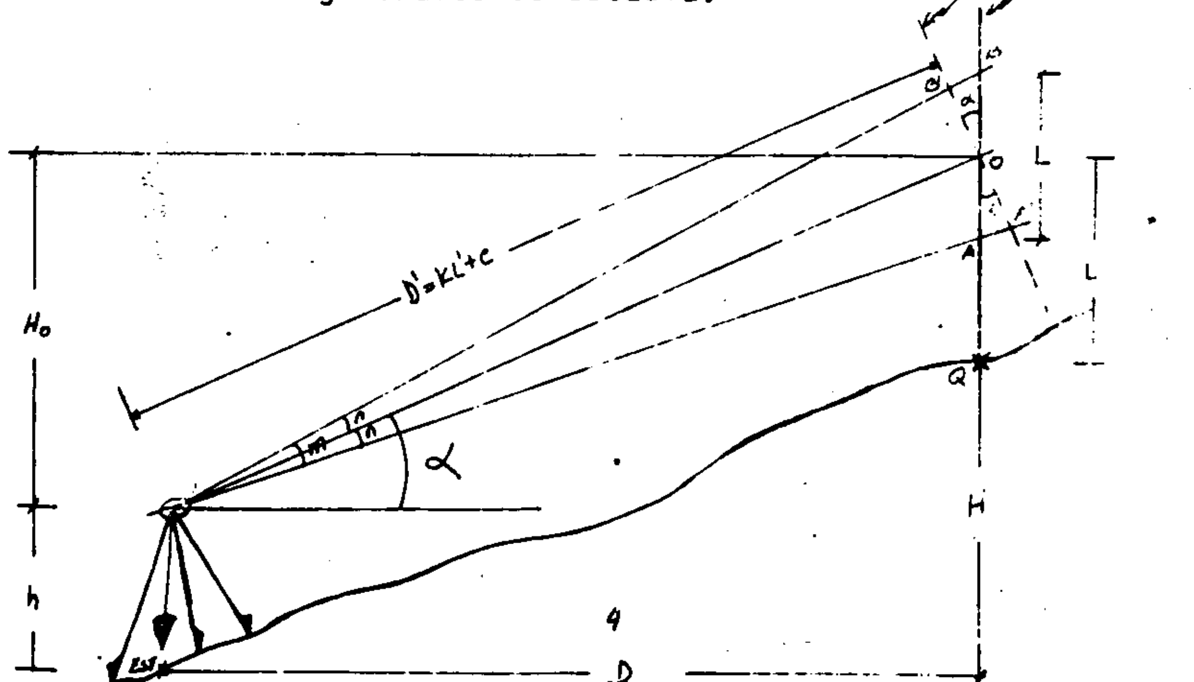
Para un aparato en particular f e i son constantes, entonces:

$\frac{f}{i} = K$ (constante de estadia)

Por tanto $D = KL + c$

$$\text{colg}\ \frac{1}{2} m = \frac{2KL}{L} \quad \text{de donde:} \quad \text{ctg}\ \frac{1}{2} m = 2K$$

Fórmulas generales de estadia.-



P y Q.- puntos del terreno cuya distancia y desnivel se desean determinar
H.- Altura del aparato
Lo.-Lectura interceptada en el estadal por el hilo medio de la retícula.
α.-Angulo vertical o inclinación del hilo medio de la retícula con respecto a la horizontal.
D.- Distancia horizontal entre el punto QyP del terreno.
H.-Desnivel entre el punto P y Q del terreno.
Ho.- Desnivel entre el eje de alturas del aparato y el punto "O" (léctura interceptada en el estadal por el hilo medio, de la retícula).
Lo.-Lectura interceptada en el estadal por el hilo medio de la retícula.
AB.- Lectura interceptaada en el estadal por los hilos estadimétricos.
n.- Semiángulo Diastimométrico
D'.-Distancia inclinada entre los puntos P y Q del terreno.

En la figura:

$$D = D' \cos \alpha \qquad y \ Ho = D' \operatorname{sen} \alpha$$

$$Ho + h = H + L_o \quad \text{de donde:} \quad H = Ho + h - L_o$$

Supongamos ahora un estadal imaginario perpendicular en el punto "O" al hilo medio de la retícula. Los hilos estadimétricos interceptarán en este estadal imaginario la lectura A'B'
haciendo $A'B' = L'$

$$D' = KL' + C$$

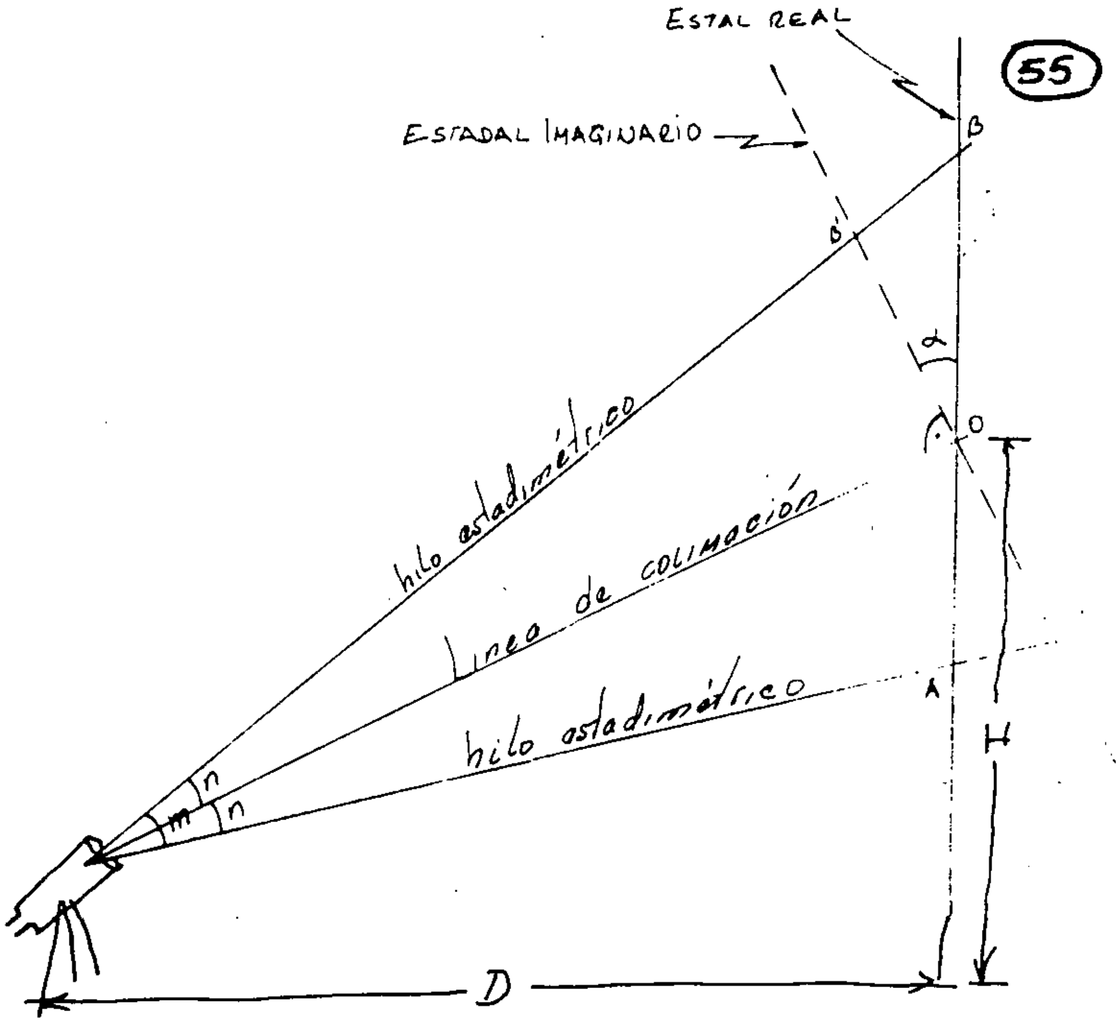
entonces:

$$D = KL' \qquad +$$

$$Ho = KL' \operatorname{sen} \qquad +$$

Como L' no se conoce es necesario ponerla en función de un valor conocido.

El ángulo formado entre el estadal imaginario y el estadal real es igual al ángulo de inclinación del hilo medio de la reticula (es decir α) por perpendiculares.



m = Angulo diastimométrico = 2 n estadal imaginario perpendicular a la linea de colimación.

En el triángulo OO'B: $B = 90 - (\alpha + n)$

En el triángulo OB'B: $B' = 90 + n$

En el triángulo OO'A': $A' = 90 - n$

En el triángulo OAA': $A = 90 - (\alpha - n)$

Por la ley de los senos:

$$\frac{OB}{\text{sen } B'} = \frac{OB'}{\text{sen } B} \quad \text{y} \quad \frac{OA}{\text{sen} A'} = \frac{OA'}{\text{Sen } A}$$

que puestos en función de sus valores:

$$\frac{OB}{\text{sen}(90-n)} = \frac{OB'}{\text{sen}\,[90-(\alpha-n)]} \quad \text{y} \quad \frac{OA}{\text{sen}(90-n)} = \frac{OA'}{\text{sen}\,[90 - \ldots}$$

de donde:

$$\frac{OB}{\cos n} = \frac{OB'}{\cos(\alpha+n)} \quad \text{y} \quad \frac{OA}{\cos n} = \frac{OA'}{\cos(\alpha-n)}$$

Despejando: $OB = OB' \dfrac{\cos n}{\cos(\alpha + n)}$ y $OA = OA' \dfrac{\cos \ldots}{\cos(\alpha \ldots}$

56

Sumando miembro a miembro estas dos últimas expresiones:

$$OB + OA = AB = OB' \frac{\cos n}{\cos(\alpha + n)} + OA' \frac{\cos n}{\cos(\alpha - n)}$$

Pero $OA' = OB' = \frac{A'B'}{2}$

entonces:

$$AB = \frac{A'B'}{2}\left[\frac{\cos n}{\cos(\alpha+n)} + \frac{\cos n}{\cos(\alpha-n)}\right]$$

de donde:

$$AB = \frac{A'B'}{2} \frac{2\cos^2 n \cos\alpha}{\cos^2 n \cos^2\alpha - \operatorname{sen}^2 n \operatorname{sen}^2\alpha}$$

Despejando: $A'B' = AB \dfrac{\cos^2\alpha \cos^2 n - \operatorname{sen}^2\alpha \operatorname{sen}^2 n}{\cos^2 n \quad \cos\alpha}$

Por tanto: $A'B' = AB\cos\alpha - AB\, t_g{}^2 n \dfrac{\operatorname{sen}^2\alpha}{\cos\alpha}$

Como anteriormente se dijo:

Concideremos:

$A'B' = L'$, lectura interceptal en el estadal imaginario por los hilos estadimétricos.
$AB = L$, lectura interceptada en el estadal real por los hilos estadimétricos.

De lo anterior $L' = L \cos \quad + L\, t_g{}^2 n \dfrac{\operatorname{sen}^2\alpha}{\cos\alpha}$

Haciendo: $L = 4.00$ m.
$\alpha = 45°$
$m = 17'$

$\cos = 0.707a$, $\operatorname{sen}\alpha = 0.7071$, $t_g\, m = 0.005$

$L\, t_g{}^2 n \dfrac{\operatorname{sen}^2\alpha}{\cos\alpha} \doteq 0.0001$ m.

El cual puede despreciarse por ser tan pequeño y considerar unicamente:

7

$$L' = L \cos\alpha$$

entonces:

$$D = KL \cos^2\alpha + c \cos\alpha$$

$$H_o = \frac{1}{2} KL \operatorname{sen}2\alpha + c \operatorname{sen}\alpha$$

Pero temiamos que $H = H_O + h - L_O$

De donde:

$$H = \frac{1}{2} KL \operatorname{sen}2\alpha + c \operatorname{sen}\alpha + h - L_o$$

Resumiendo:

$$D = KL \cos^2\alpha + c \cos\alpha$$

$$H = \frac{1}{2} KL \operatorname{sen}2\alpha + c \operatorname{sen}\alpha + h - Lo.$$

Ecuaciones que se conocen como las fórmulas generales de estadia, por medio de lascuales se cálcula la distancia y el desnivel respectivamente, entre dos puntos del terreno.

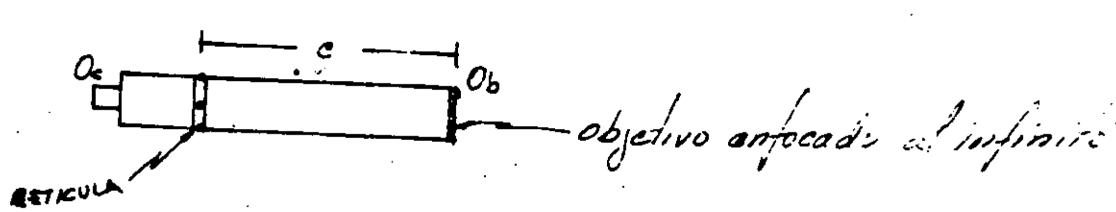
1.2.- DETERMINACION DE LAS CONSTANTES ADITIVA Y MULTIPLICADORA DE ESTADIA.-

Para determinar estas constantes de estadia, se busca un terreno ~~sensiblemente~~ plano y se opera de acuerdo con el tipo de aparato de que se disponga.

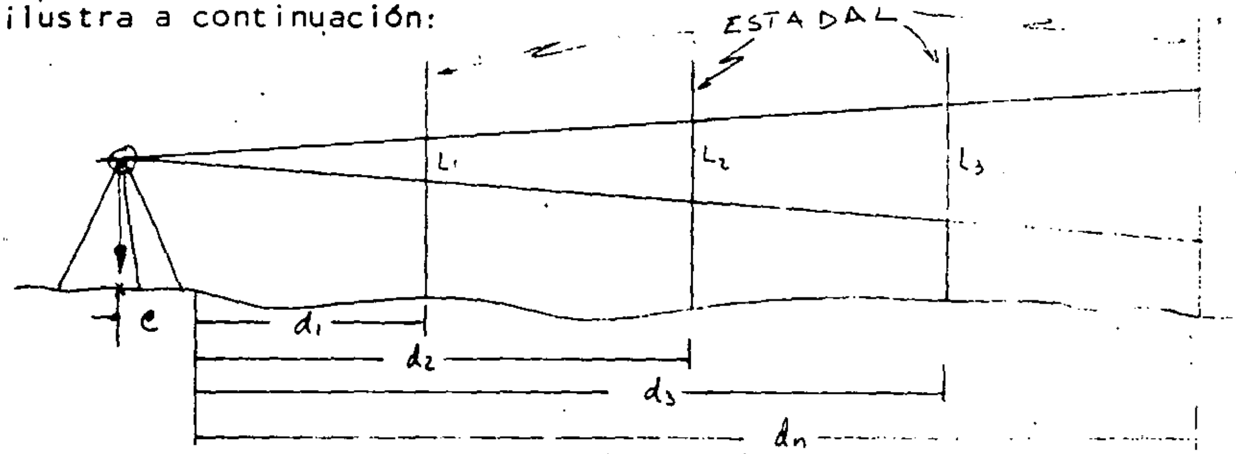
a) En aparatos de objetivo movil o de enfoque externo.

Un aparato de este tipo es muy fácil de identificar ya que al enfocar algún objeto, el objetivo varía su posición de acuerdo con la inicial. Para determinar las constantes en este tipo de aparato, se opera como sigue:

Se enfoca el anteojo al infinito y se mide directamente la distancia del objetivo a la retícula, la cual nos representará la constante aditiva del aparato.



Para determinar la constante multiplicadora se centra y nivela el aparato sobre algún punto del terreno y en una dirección dada sobre el terreno a partir del punto en que se encuentra centrado el aparato se mide la distancia "c" o constante aditiva obtenida directamente del anteojo y a partir de este último punto, se miden n distancias no menores de 30 metros y en los extremos de cada una de ellas, se intercepta el estada con los hilos estadimétricos como se ilustra a continuación:



La fórmula fundamental de estadía nos dice que:

$$D = KL + c \qquad \text{de donde} \qquad K = \frac{D - c}{L}$$

Como al medir d_1, d_2 ... d_n, no se tomó en cuenta c entonces:

$$K = \frac{D}{L}$$

A la distancia d_1 : $K_1 = \frac{d_1}{L_1}$

A la distancia d_2 : $K_2 = \frac{d_2}{L_2}$

- - - - - - - - - - - - - -

A la distancia d_n : $K_n = \frac{d_n}{L_n}$

De donde finalmente:

$$K = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n}{n}$$

b) Aparatos con objetivo fijo o de enfoque interno:

Las constantes de este aparato se obtienen por tanteos como sigue:

Una vez centrado y nivelado el aparato, en una direc_ ción determinada y a partir del punto en el cual se encuentra centrado el aparato, se miden n distancias de más de 30 metros y se interceptan en el estadal a dichas distancias las n lecturas correspondientes con los hilos estadimétricos.

La fórmula fundamental de estadía es:

$$D = KL + c$$

El primer tanteo se hace despreciando c, de donde

$$K = \frac{D}{L}$$

A las distancia d_1 , d_2 ... dn, tendremos respectiva - mente:

$$K'_1 = \frac{d_1}{L_1}$$

$$K'_2 = \frac{d_2}{L_2}$$

— — — — — —

$$K'n = \frac{dn}{Ln}$$

De donde se obtiene un valor aproximado de K igual a:

$$K \text{ apoox} = K' = (K'_1 + K'_2 + \ldots + K'_n)/n$$

A continuación se miden distancia de 3 a 10 metros, en tal forma que:

$$c_1 = d'_1 - K' L'_1$$

$$c_2 = d'_2 - K' L'_2$$

$$c_3 = d'_3 - K' L'_3$$

— — — — — — — — —

$$c_n = dn - K' L'_n$$

De donde: $$c = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \ldots + c_n}{n}$$

Valor que se considera definitivo para la constante aditi va.

Ahora si, conocida la constante aditiva:

$$D = KL \quad c$$

Por tanto:

$$K_1 = \frac{d_1 - c}{L_1}$$

$$K_2 = \frac{d_2 - c}{L_2}$$

— — — — —

$$K_n = \frac{dn-c}{L_n}$$

de donde: $$K = \frac{K_1 + K_2 + \dots + K_n}{n}$$

Promedio que será el valor definitivo de la constante K multiplicadora de estadía.

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO INSTITUCIONAL
"TOPOGRAFIA BASICA"

Del 7 al 18 de febrero de 1994

SISTEMA CARTOGRAFICO CATASTRAL
TESORERIA DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

CALCULO DE AREAS Y AGRIMENSURA

ING. JESUS ALB[illegible] LARA

FEBRERO DE 199[illegible]

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Pos[illegible]
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

Construcción de Planos.- Con los datos obtenidos en el campo, se comienza a dibujar la representación del terreno, el cual se puede ejecutar de las siguientes maneras:

a) Con Transportador

b) Por cuerdas

c) Por tangentes

d) Por coordenadas

El Transportador.- El uso y aplicación de este implemento de dibujo nos permite obtener ángulos con la aproximación de una mitad de la menor graduación de éste. Actualmente se fabrican con grados sexagecimales y centecimales. Su aplicación es sencilla, se pone una línea coincidiendo con el origen y con el centro y se marca el valor del ángulo buscado.

Construcción por cuerdas.- Para evitar tener que calcular una tabla de cuerdas, se consiguen en el mercado o en libros especializados, éstas traén valores para cada ángulo y varían de minuto en minuto.

En las tablas, la longitud de la cuerda se expresa en partes de radio y este valor lo tomamos como unidad. Si se desea un valor que no sea la unidad, se multiplica el obtenido de la cuerda que dán las tablas con el radio que se adopta para el dibujo.

Ejemplo: Si se quiere construir un ángulo de 37°45' con un radio de 0.20 m las tablas dán para un valor de 37° 45' , una cuerda de 0.647, pero como se adopta R = 0.20 m., se tiene:

$$\text{Cuerda} = 0.647 \times 0.20 = 0.1294 \text{ ó } 13 \text{ cm.}$$

Para obtener los valores de las cuerdas, procédase como sigue:

72

a) Se toma un radio unitario

b) Se observa el ángulo medido en el campo y por dibujar

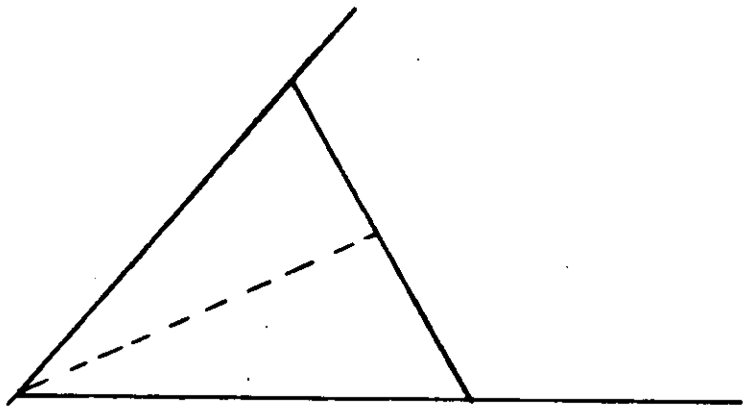
c) Se resta de 180^0

d) Se saca mitad al valor del ángulo, así obtenido.

e) Se divide el seno del ángulo medido entre el seno del ángulo calculado en (d).

f) Se obtiene el valor de la cuerda.

Sea la línea AB igual a 53.5 metros y se mide un ángulo de 45° en el campo, se desea trazar el ángulo con una longitud de lado igual a 20 cm.



$$c = \frac{\text{sen } 45^\circ}{\text{sen } 67^\circ 30'} = \frac{0.70\quad 71}{0.92388} = 0.765$$ CUERDA UNIT.

Para cuerda C con radio 1

$$C = 0.765 \times 0.20 = 0.15300 = 15 \text{ cm.}$$

Dibujo por Tangentes.- Para dibujar por tangentes se levanta una -- perpendicular y de una tabla de funciones naturales se toman los valores, los - cuales se multiplican por los valores del radio y se procede de manera semejante al caso anterior.

Resumen de los Métodos Anteriores.- Se observa que los trabajos de dibujo, siguiendo alguno de estos métodos, es laboriosa y no garantizan que la figura quede cerrada completamente, tratándose de un polígono cerrado. Sin - embargo, para construir puntos obtenidos por los métodos de radiaciones, el método es excelente, cualquiera de éllos.

Construcción del Plano.- La construcción del plano de los trabajos ejecutados, se puede hacer de varias maneras como se menciona en los artículos precedentes, y aún cuando la construcción por los métodos anteriores es poco usada, se explica la forma de hacerlo, ya que el ingeniero puede tener necesidad de su uso.

El transportador aventaja a los métodos gráficos-matemáticos y si - bien es cierto que su rapidéz lo hace recomendable en algunos casos; pero -- tiene el grave inconveniente que por mucha que sea la habilidad del dibujante, nunca cierran los polígonos. En cambio para construir los puntos determi - nados por radiaciones, es de muchísima utilidad, sobre todo cuanto éstas se - han empleado para levantar los detalles de un lindero. Para estos casos, que - no exigen una gran exactitud, y cuando son muchas las radiaciones, esta construcción es indispensable y satisface por completo todas las necesidades.

Los transportadores que se usan para el dibujo, están formados con una semicurcunferencia, cuya graduación vá del 0 a 180^{0}, en algunos por - -

grados y con números de 10 en 10, y en algunos otros se subdividen los grados en medios grados. También hay transportadores de metal con Vernier y desde luego son los más exactos, pués su aproximación es al minuto.

Para usarlo, se coloca de manera que la línea que une el 0 con el 180° quede sobre la línea, sobre la que se va a trazar el ángulo, y el centro de esta línea que se encuentra bien marcado; en todos los transportadores, se hará coincidir con el vértice del ángulo. A continuación se marca la amplitud del ángulo deseado y se une el vértice con el punto que nos indica la línea que delimita el ángulo.

Esta manera de construir es muy sencilla y está al alcance de todos los que tengan nociones de dibujo lineal y su uso es exclusivo para las radiaciones.

<u>Construcciones por Coordenadas</u>.- En los procedimientos enumerados, anteriormente se tropieza con el inconveniente de que el error que se comete al construir una línea y situar un punto, se propaga porque éstos sirven de base para seguir construyendo. Este inconveniente no existe en el procedimiento de coordenadas, y por consiguiente, el error que se cometa al situar un punto, queda localizado, y no se propaga para nada, puesto que las construcciones parciales son independientes unas de otras. En esto estriba la superioridad de este método sobre los anteriores, y es el único adoptado para una buena construcción de plano.

CALCULO DE SUPERFICIES

Para obtener la superficie de un terreno, se tienen los siguientes procedimientos:

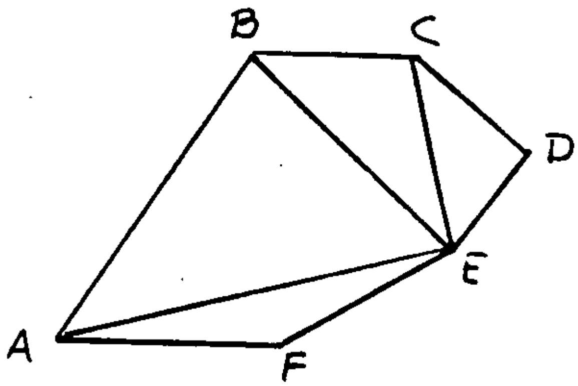
a) GRAFICOS

b) ANALITICOS

Los Procedimientos Gráficos.- requieren que se haya construído el plano o bién el perímetro a una escala adecuada, de estos datos, se tomarán las líneas necesarias para el cálculo, y así obtenerse la superficie buscada con una simple operación.

Los métodos a seguir pueden ser:

a) Dividir un polígono en triángulos, ya sea por medio de rectas que partan de un sólo vértice.



Se mide de cada triángulo su base y su altura, y se calcula por medio de la fórmula:

$$\boxed{S = \tfrac{1}{2}\, b\, h.}$$

La suma de cada área parcial proporcionará el total:

b) Dividir el polígono en triángulos, partiendo las líneas de cualquier-vértice.

Si $\overline{x, y}$ es el límite de un polígono, se levanta perpendiculares a la misma equidestancia, hasta encontrar la curva, el área del polígono y la curva se obtiene por medio de las ordenadas y, si h es la equidestancia, entonces del primer trapecio.

$$S_1 = \frac{1}{2} h (y_1 + y_2)$$

$$S_2 = \frac{1}{2} h (y_2 + y_3)$$

$$S_{n-1} = \frac{1}{2} h (y_{n-1} + y_n)$$

y cuyo total está dado por

$$S = \frac{1}{2} h \left[y_1 + y_n + 2 (y_2 + y_3 + \ldots\ldots\ y_{n-1}) \right]$$

Esta fórmula se dá por la Regla: "La superficie comprendida entre — la curva y la recta es igual a la mitad de la equidestancia multiplicada por la suma de las ordenadas extremas más la doble suma de todas las intermedias".

Otra fórmula es la siguiente, que parte de la hipótesis de que en - cada trapecio de los formados por una curva irregular parabólica, la superficie- es igual a 1/3 de la equidistancia multiplicada por la primera ordenada más la misma equidestancia multiplicada por dos veces la segunda; o sea.

$$S_1 = 1/3\ h\ (y_1 + 2\ y_2)$$

$$S_2 = 1/3\ h\ (y_2 + 2\ y_3)$$

La suma de superficies será

$$S = 1/3\ h \left[y_1\ \ 2y_n + 3\ (y_2 + y_3 + \ldots\ldots\ldots y_{n-1}) \right]$$

Fórmula de Simpson.- Esta fórmula considera que sea impar el número n de ordenadas y por lo consiguiente el de trapecios, o sea:

$$S = 1/3\, h \left[y_1 + y_n + 2\,(y_3 + y_5 \;\ldots\ldots y_{n-2}) + 4\,(y_2 + y_4 + \ldots\ldots y_{n-1}) \right]$$

Procedimientos Analíticos.- La característica fundamental de estos métodos, es que su aplicación hace uso de los datos obtenidos por la observación directa o bién del cálculo.

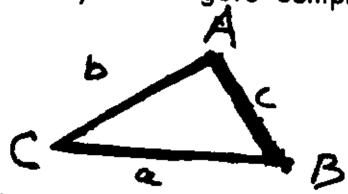
Area de un Triángulo.-

a) Si se conoce su base b y su altura y la superficie es

$$S = \tfrac{1}{2}\, b\, y$$

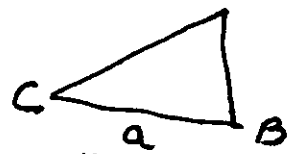
b) En función de dos lados a y b y del ángulo comprendido c, se tiene:

$$S = \tfrac{1}{2}\, a\, b \operatorname{sen} c$$



c) Conociendo un lado a y los dos ángulos B y C adyacentes

$$S = \tfrac{1}{2}\, a^2 \frac{\operatorname{sen} B \operatorname{sen} C}{\operatorname{sen}\,(B + C)}$$



d) Cuando se tienen los lados a, b, y c y llamando p a la mitad del perímetro, ésto es: fórmula de Herón

$$p = \tfrac{1}{2}\,(a + b + c)$$

entonces:

$$S = \sqrt{P(P-a)\,(P-b)\,(P-c)}$$

e) Si se conocen los dos lados a, b y el ángulo A, opuesto a uno de ellos, la superficie tiene por expresión:

$$S = \tfrac{1}{2}\, b^2 \operatorname{sen} A \cos A \pm \tfrac{1}{2}\, b \operatorname{sen} A \sqrt{a^2 - b^2 \operatorname{sen}^2 A}$$

El signo ambigüo de esta fórmula, corresponde a las dos resoluciones de que en general es susceptible este caso.

f) La superficie de un trapecio, cuyas dos bases paralelas son a, b y cuya altura es y, tiene la fórmula:

$$S = \frac{1}{2}(a + b)\, y$$

además de las bases, se conocen los otros dos lados c y d del trapecio, su área es:

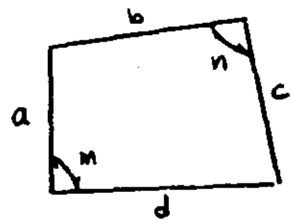
$$S = \frac{a + b}{a - b}\sqrt{(p-a)\ (p-b)\ (p-b-c)\ (p-b-d)}$$

Fórmula en la cual el semiperímetro es:

$$p = \frac{1}{2}(a + b + c + d)$$

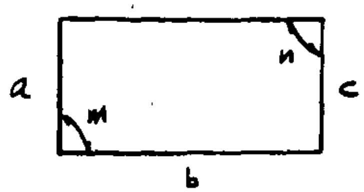
g) Conociendo los lados a, b, c y d de un cuadrilátero, el ángulo m que forman entre sí los dos primeros y n el ángulo que forman los últimos, la expresión que proporciona la superficie sería:

$$S = \frac{1}{2}\, a\, b \operatorname{sen} m + \frac{1}{2}\, c\, d \operatorname{sen} n$$



h) De un cuadrilátero, se conocen sus tres lados contigüos a, b, c, el ángulo m que forman los dos primeros y el ángulo n que forman los dos últimos, la superficie del cuadrilatero puede calcularse por la ecuación:

$$S = \frac{1}{2}\, a\, b \operatorname{sen} m + \frac{1}{2}\, b\, c \operatorname{sen} n - \frac{1}{2}\, a\, c \operatorname{sen}(m + n)$$



79

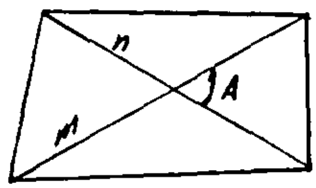
i) Si el cuadulátero puede inscribirse en un círculo o cuyos ángulos opuestos sean suplementarios tiene por fórmula:

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

siendo a,b,c,d sus cuatro lados y p su semiperímetro.

j) Si se conocen las diagonales de un cuadrilátero, así como el ángulo A que forman entre sí, su área será

$$S = \tfrac{1}{2}\ m\ n\ \text{sen}\ A$$



k) Un polígono regular de n lados, la longitud de uno de los cuales es L se obtiene por la fórmula

$$S = \tfrac{1}{4}\ n\ L^2\ \cot\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$$

Si hacemos $F = \frac{1}{4}\ n\ \cot\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$

la superficie será:

$$S = F\ L^2$$

Es raro el tener que medir superficies de figuras regulares, pero en topografía se pueden encontrar en paseos, jardines, plazas, etc.

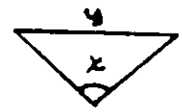
El factor F se puede calcular por logaritmos para facilidad y se tiene:

POLIGONOS	Log F.
TRIANGULO EQUILATERO	9.6365007
CUADRADO	0.0000000
PENTAGONO REGULAR	0.2356490
EXAGONO	0.4146519
EPTAGONO	0.5603740
OCTAGONO	0.6838057
ENEAGONO	0.7911166
DECAGONO	0.8861640
ENDECAGONO	0.9715382
DODECAGONO	1.0490688

calculando el log de L^2 y sumando con estos valores, se obtiene la superficie.

I) Un sector de círculo que tenga x grados tiene por área:

$$S = \frac{y \pi r^2}{360^\circ}$$



II) La élipce que tiene a y b de semiejes, tiene por superficie

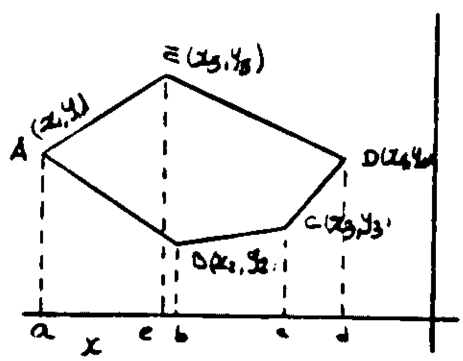
$$S = a\, b\, \pi$$

Ordenada Media o Diferencias.- Sea una superficie de un polígono, cuyas vértices son A, B, C, D, E

La superficie será igual a la de los trapecios

$$aAEe + eEdd - aABb - bBCc - cCDd.$$

Si designamos por sus coordenadas x e y n llamando con números se tiene



$$2S = (x_1 - x_5)(y_1 + y_5) + (x_5 - x_4)(y_5 + y_4) - (x_1 - x_2)(y_1 + y_2) - (x_2 - x_3)(y_2 + y_3) - (x_3 - x_4)(y_3 + y_4)$$

Haciendo reducciones:

$$2S = x_1 (y_5 - y_2) + x_2 (y_1 - y_3) + x_3 (y_2 - y_4) + x_4 (y_3 - y_5) + x_5 (y_4 - y_1)$$

O sea:

"LA DOBLE SUPERFICIE DE UN POLIGONO ES IGUAL A LA SUMA ALGEBRAICA DE LOS PRODUCTOS QUE RESULTAN DE MULTIPLICAR LA ABSCI

(81)

SA DE CADA VERTICE POR LA ORDENADA DEL VERTICE QUE LE PRECEDE, - MENOS LA QUE LE SIGUE"

Coordenadas.- Después de calcular las coordenadas de una poligonal dichas coordenadas se multiplican siguiendo las siguientes indicaciones:

$$S = \frac{1}{2}\left(x_1 y_2 + x_2 y_3 + x_3 y_4 + x_4 y_5 + x_5 y_1\right) - \left(y_1 x_2 + y_2 x_3 + y_3 x_4 + y_4 x_5 + y_5 x_1\right)$$

o sea que se multiplica $x_1\ y_2$, $x_2\ y_3$, $x_3\ y_4$, $x_4\ y_1$ y se resta $y_1\ x_2 - y_2\ x_3 - y_3\ x_4 - y_4\ x_1$

La suma de los productos positivos y la suma de los productos negativos proporcionan dos valores que se restan, dando por resultado, que este valor sea la doble área.

<u>Doble Distancia Meridiana</u>.- Para calcular la superficie por este método a las absisas x se consideran así:

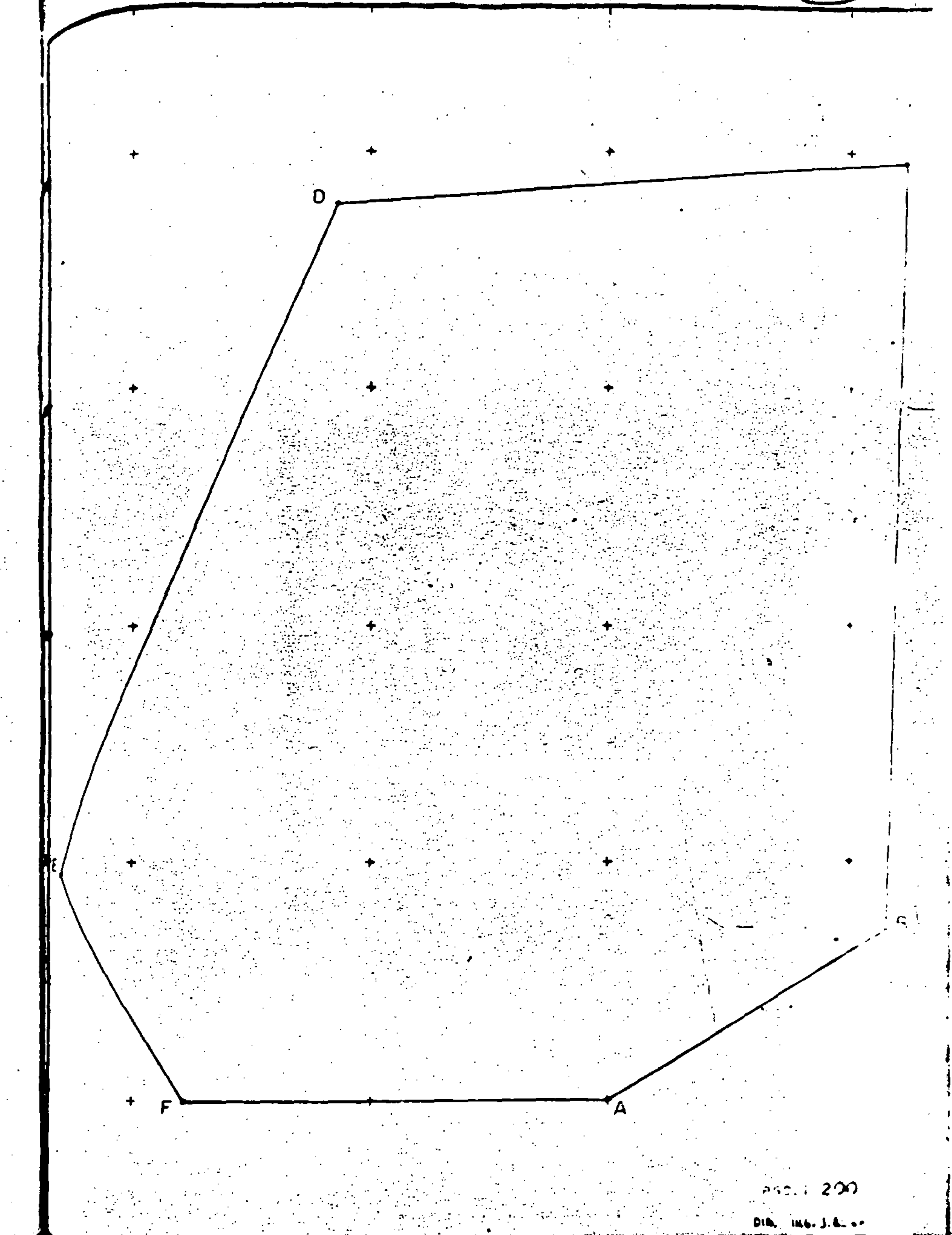
1 - La primera absisa más la misma absisa, más la absisa siguiente proporciona la doble distancia mediana del segundo lado

	11.54	A
	11.54	
	0.83	
B	23.91	

2 - La D.D.M., obtenida, mas la segunda ordenada mas la ordenada -- que precede, proporciona la tercera D.D.M.

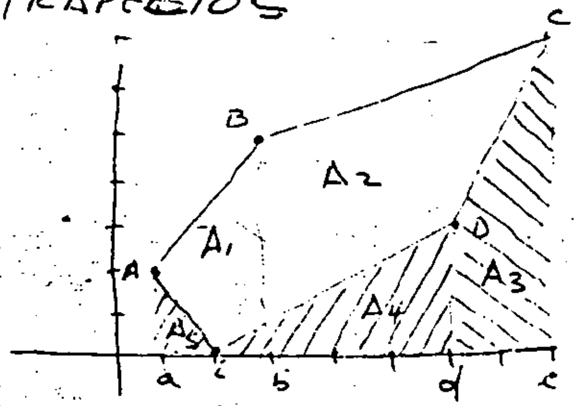
B	23.91
	0.83
	(-23.74)
C-	1.00

3 - Se repite el procedimiento y la última D.D.M. que se calcule, debe coincidir con la primera.



ESC. 1: 200

AREA POR PROYECCIONES DE TRAPECIOS



VERT.	X	Y
A	1	2
B	3	5
C	8	7
D	6	3
E	2	0
A	1	2

$$A = \frac{B+b}{2}\, h$$

$\overline{bB} = B$

$\overline{aA} = b$

$h = b - a$

$h_2 = c - b$

$h_3 = d - c$

$$A_1 = \frac{5+2}{2}(2) = \frac{7}{2}(2) = 7$$

$$A_2 = \frac{7+5}{2}(5) = \frac{12}{2}(5) = 30$$

$$A_3 = \frac{7+3}{2}(2) = \frac{10}{2}(2) = 10$$

$$A_4 = \frac{3+0}{2}(4) = \frac{3}{2}(4) = 6$$

$$A_5 = \frac{0+2}{2}(1) = \quad = 1$$

OBSERVESE QUE EL AREA QUE FORMAN LOS DOS TRAPECIOS FORMADOS POR Aa y Bb, y el bB y Cc ocupan toda el area desde el eje x, por lo tanto lo que interesa es el area del polígono ABCDE se deben restar los trapecios Cc y Dd, así como Dd, Ee y Aa, Ee.

$$A = A_1 + A_2 - A_3 - A_4 - A_5$$

$$= 30 + 7 - 10 - 6 - 1 = 37 - 17 = 20\ m^2$$

TRIGONOMETRICA

$$2A = 5 + 21 + 24 + 0 + 4 - 6 - 40 - 42 - 6 + 0 =$$

$$= 54 - 82 = 38$$

$$2A = 38$$

$$\boxed{A = 19\ m^2}$$

CALCULO DEL AREA POR COORDENADAS-

CALCULO ING: JESUS SILACBO

IDO	DIST	R. M. C.	COS R	SEN R	PROY SIN CORREGIR N	PROY SIN CORREGIR S	PROY SIN CORREGIR E	PROY SIN CORREGIR W	C	Cy	PROY CORREGIDAS N	PROY CORREGIDAS S	PROY CORREGIDAS E	PROY CORREGIDAS W	VERT	COORD	Y
AB	13.58	N 58°15'E	0.52621	0.85035	7.15		11.55		1	-1	7.16		11.54		A	50.00	50.0
BC	32.42	N 1°30'E	0.99966	0.02618	32.41		0.85		2	-2	32.43		0.83		B	61.54	57.1
CD	23.80	S 85°45'W	0.07411	0.99725		1.76		23.73	-1	-1		1.75		23.74	C	62.37	99.5
DE	31.00	S 23°30'W	0.91706	0.39875		28.43		12.36	-2	-2		28.41		12.38	D	38.63	87.8
EF	11.18	S 32°15'E	0.84573	0.53361		9.45	5.97		-1	-1		9.44	5.97		E	26.25	59.4
FA	17.79	S 90°00'E	0.00000	1.00000			17.79		1	-1	0.01		17.78		F	32.22	49.9
Σ	129.77				39.56	39.64	36.16	36.09							A	50.00	50.0

DOBLE AREA	
+	−
2858.00	3077.00
5513.37	3565.07
5478.58	3460.86
2295.78	2305.80
1312.24	1914.83
1611.00	2499.50
19068.97	16823.91
2245.91	

2A = 2245.91

CALCULO DEL AREA POR DOBLE DIST. MERIDIANA

CALCULO: ING. J. ALBO L.

Para el cálculo de la D.D.M. se utilizan las proyecciones corregidas, NO interesa llegar a las coordenadas.

DE LA TABLA ANTERIOR SE TOMAN LAS PROYECCIONES CORREGIDAS.

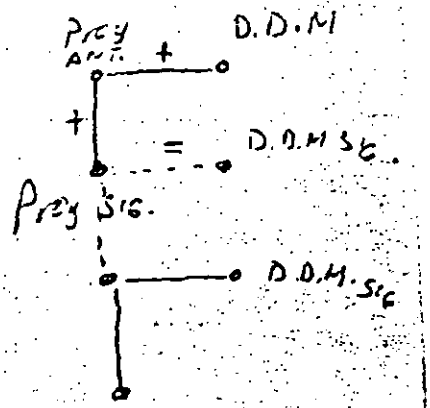
PROY CORREG		D. D. M.	DOBLE AREA	
Y	X		+	−
7.16	11.54	11.54	82.62	
32.43	0.83	23.91	775.40	
− 1.75	-23.74	1.00		− 1.75
-28.41	-12.38	-35.12	997.76	
− 9.44	5.97	− 41.53	392.04	
0.01	17.78	- 17.78		-0.178

Σ 2247.82 1.928

2A = 2247.82 − 1.928 = 2245.892

$\boxed{A = 1122.95\ m^2}$

SISTEMA



D. D. M.

A 11.54
11.54
0.83
B 23.91
0.83
24.74
23.74
C 1.00
-23.74
-12.38
D -35.12
-12.38
5.97
E -41.53
5.97
17.78
F -17.78

REGLA:

1.- La doble distancia meridiana (DDM) de un primer lado es igual a la proyección de ese lado.

2.- La D.D.M. DE UN SEGUNDO LADO ES IGUAL A LA D.D.M DEL PRIMER LADO MÁS LA PROYECCIÓN (~~o coordenada del mismo lado~~) MÁS ~~LA COORDENADA~~ LA PROYECCIÓN DEL LADO CORRESPONDIENTE

11.54 PROYECCION PRIMER LADO = D.D.M.
11.54 PROYECCIÓN DEL LADO
0.83 PROYECCION SIGUIENTE.
23.91 D.D.M. DEL SIGUIENTE LADO

CALCULO DE AREAS POR EL METODO DE DIFERENCIAS DE x_s

calculó: ING. J. ALAO L.

Para calcular el area por el método de diferencias se utilizan las coordenadas.

Se calcula restando la ordenada de adelante de un punto considerado, la ordenada de atrás.

Ejemplo:

Del punto A

PUNTO ATRAS → 32.22
− 61.54 ← PUNTO ADELANTE
−29.32 DIFERENCIA

PUNTO B

PUNTO ATRÁS → 50.00
PUNTO ADELANTE → 62.37
−12.37

Y ASI SUCESIVAMENTE

COORDENADAS x	COORDENADAS y	DIFER-	DOBLE AREA +	DOBLE AREA −
50.00	50.00	−29.32		1466.00
61.54	57.16	−12.37		707.07
62.37	87.59	22.91	2052.51	
38.63	87.84	36.12	3172.78	
26.25	59.43	6.41	380.95	
32.22	49.99	−23.75		1187.26
50.00	50.00	Σ	5606.24	3360.33
			2245.91	

$2A = 2245.91$

$\boxed{A = 1122.95}$

Calculadas las diferencias se multiplican con su signo por el valor de y.

DIFERENCIA → −29.32
50.00
−1466.00

Valor que se coloca en la columna de productos que dice (−) a causa del signo.

Nota:
También puede calcularse por diferencias de y_s

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO INSTITUCIONAL
"TOPOGRAFIA BASICA"

Del 7 al 18 de febrero de 1994

SISTEMA CARTOGRAFICO CATASTRAL
TESORERIA DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

CURVAS DE NIVEL

ING. JESUS ALBO LARA

FEBRERO DE 1994

(92)

CURVAS DE NIVEL

Por el Ing. Jesús Albo Lara.

CONFIGURACIONES DE TERRENOS.-

Por medio de una nivelación se puede construir el perfil de un terreno en una determinada dirección. Con dicho perfil se puede tener el conocimiento de la proyección vertical de los puntos con una exactitud deseable, sin embargo, en un terreno de más o menos grande extensión, se requeriré un número tal de perfiles, y por lo tanto de nivelaciones que el trabajo a realizar en este caso resulta tardado y costoso.

Una solución, al problema lo resuelve la combinación de PLANIMETRIA y de la ALTIMETRIA, lo que hace que en un mismo plano aparezcan combinados los elementos de planimetría y altitud, por medio de un dispositivo geométrico.

CURVAS DE NIVEL.-

Las superficies configuradas se representan por medio de curvas de nivel.

La proyección de puntos de una misma elevación sobre un plano horizontal, de una determinada figura, es a lo que se llama, Curvas de Nivel.

Las curvas de nivel tienen aplicación en cualquier problema de ingeniería, ya que se puede representar un terreno con todos sus detalles, y así, poder levantar o construir la obra que se desee.

La figura misma del terreno configurado, o bien para utilizar los datos para calcular volúmenes hacen de las curvas de nivel un elemento necesario.

La forma de las curvas da a conocer la configuración general, puesto que, se proyectan los puntos y líneas tal como aparecen en la realidad, aparte que las distancias entre líneas o curvas de nivel permite que se puedan conocer las pendientes.

Aplicando el conocimiento de que, los puntos se proyectan sobre un plano horizontal, entonces figuras regulares como, pirámides, esferas, etc.
Se proyectan como en la figura. SIGUIENTE

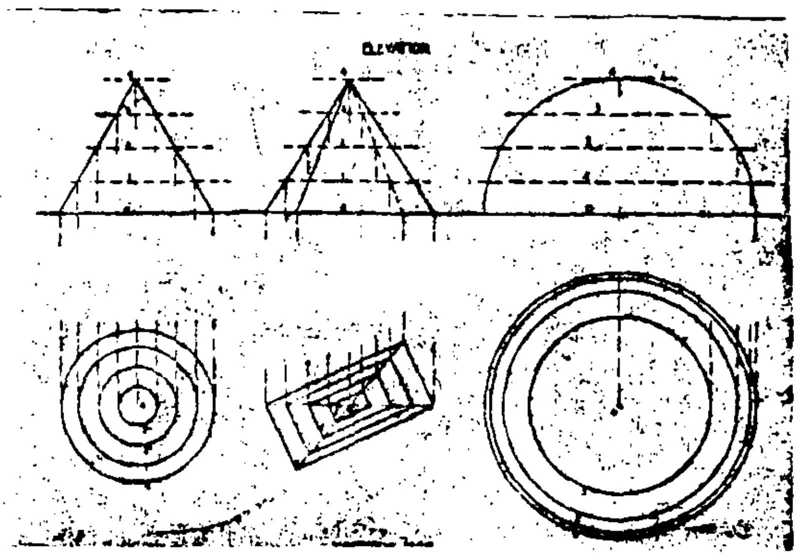


fig 1

Obsérvese que en la parte superior se tiene representada la elevación y en la parte inferior la proyección. HORIZONTAL

Los planos horizontales que cortan la figura vertical se proyectan en planta.

Las curvas resultan equidistantes en todos sus puntos si las pendientes son uniformes o bién sufren variaciones si estas pendientes varían, la pendiente de un terreno comprendido entre dos secciones horizontales se puede apreciar a simple vista.

La pendiente puede calcularse exactamente si se conoce la equidistancia de los planos secantes, y la distancia de una curva a otra. Estas ~~candidas~~ MEDIDAS son los catetos de un triángulo rectángulo, cuya hipotenusa está formada por una línea inclinada del terreno comprendido entre las dos secciones.

Si llamamos:

e = equidistancia ejemplo: c/2m, c/4m
A = La separación de las curvas de nivel ejemplo: 4m

Se tendrá la pendiente P como

$$P = \frac{e}{A} \quad : \quad \text{ejemplo } \frac{2}{4} = \frac{1}{2} = 0.5$$

Conociendo la equidistancia se conoce la elevación de cada curva con respecto a un plano horizontal al que se refieren las nivelaciones.

Sea m el número de órden que corresponde a una curva, contando desde el plano general; la acotación de cualquiera de los puntos será me y si se conoce la distancia δ a una curva inmediata anterior, el punto del terreno que tendrá una proyección tendrá la altura x

$$\boxed{x = \delta \frac{e}{A}}$$

Respecto a la curva, valor que puede obtenerse por medio de la geometría constuyendo un triángulo rectángulo formado por la separación de las curvas.

DEFINICIONES DE LAS CURVAS DE NIVEL

Cuando la forma de una montaña aislada en medio de una llanura se acerca más o menos a la de un cono cuyo vértice, lados y base reciben el nombre de CIMA -- FRANCOS O VERTIENTES y FALDA O PIE

La distancia vertical de la cima al llano es la altrua relativa y su distancia a la superficie del océano su altrua absoluta, también se le llama cota para la primera y elevación para la última.

Las prominencias se distinguen con diversas denominaciones o elevaciones, se les llama Colinas o Lomas.

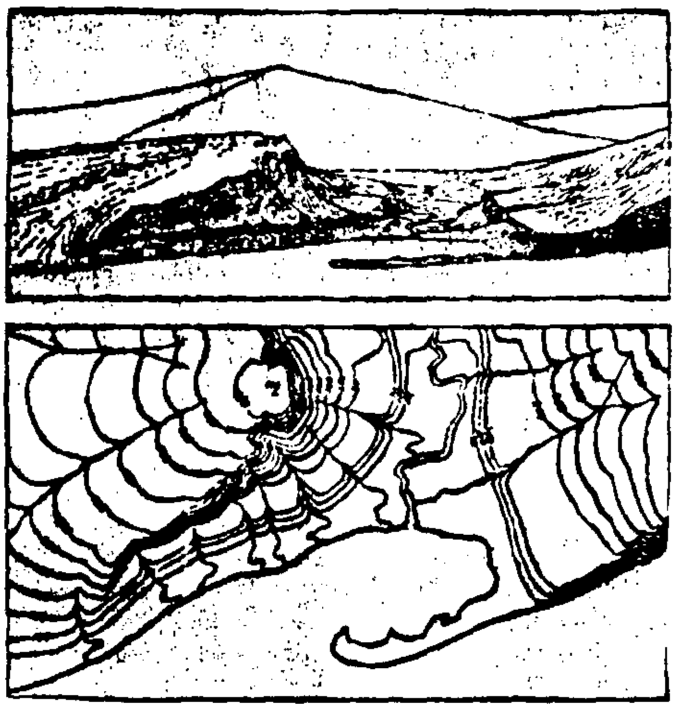


fig 2

Siendo las lomas las prominencias que tienen pendiente muy suave. Si por el contrario las prominencias son muy grandes, es decir que son de mucha altura se les llama cerro o montaña. En la figura (2) se ilustra una configuración.

Cuando la cima de una montaña es sensiblemente horizontal, de manera que forme una llanura elevada, se le llama Mesa y si termina en punta se denomina punta o picacho.

El declive de las vertientes o francos no es uniforme nunca, se le llaman laderas en la parte en que la pendiente es suave.

Muy pocas veces se encuentran montañas aisladas de un conjunto, por lo general forman parte de cordilleras o sierras.

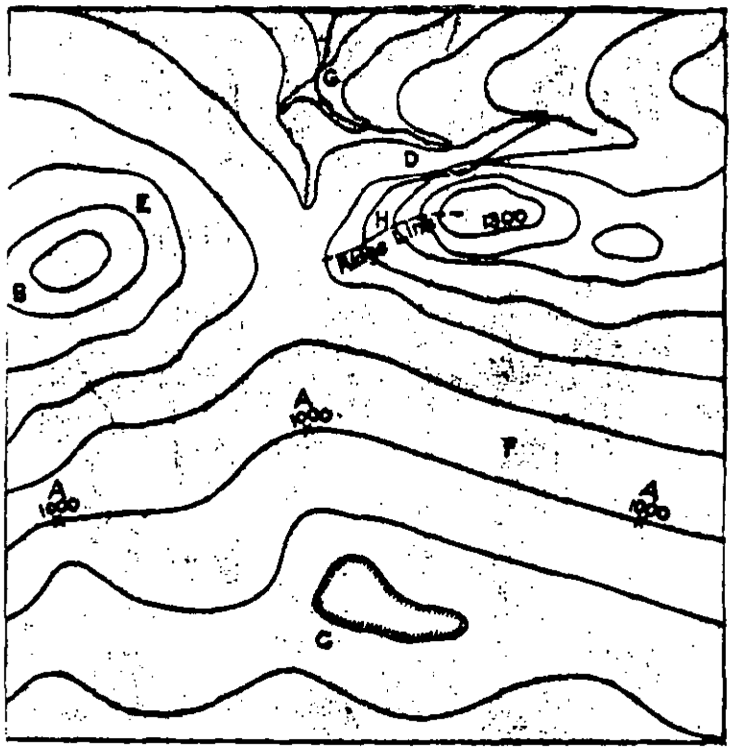


figura 3

Entre dos cadenas de montañas queda un espacio que puede recibir el nombre de:

a) Valle
b) Cañada
c) Desfiladero
d) Barranca

Estos nombres más que a la forma se refieren a las dimensiones de los espacios que quedan.

Se le llama valle cuando el espacio es ancho y sensiblemente plano.

Cañadas si el espacio es estrecho y formado por vertientes de mayor declive.

Desfiladeros o gargantas cuando son muy estrechos y las vertientes que forman tiene mucha pendiente.

Barranca. Si además de ser estrechos tiene poca longitud y son muy escarpadas las pendientes cercanas.

Se le llama thalweg a la línea de intersección de dos montañas o también línea de unión de las aguas, es una línea que se define por el escurrimiento de las — aguas.

Un thalwey principal que recibe los secundarios que provienen de cañadas o de barrancas laterales, forman con ellos ramificaciones que es interesante su configuración ya que, la curva de nivel se abre en dirección de la corriente.

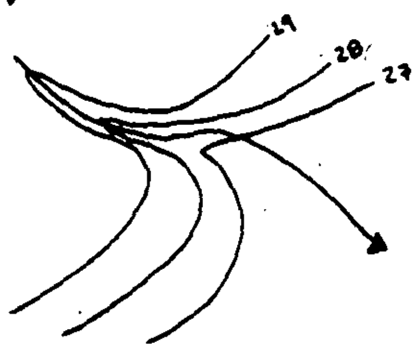


fig 4

La línea de parteaguas es la parte más alta de una cuenca

DISTANCIA VERTICAL ENTRE DOS PLANOS DE NIVEL

Entre dos planos que tengan distinta elevación se puede trazar un número indefinido de curvas de nivel, lo cual haría que el plano fuera una mancha negra de tantas líneas que pueden trazarse.

Se acostumbra a dibujar curvas de nivel a cada 20cm. cuando, el terreno es sumamente plano, pero bien pueden ser cada metro, cada dos metros, 5, 10 etc.

La cota entre de un punto entre dos curvas de nivel se puede lograr por interpolación, es decir se puede conocer facilmente ya que las curvas de nivel deben dibujarse en los puntos interesantes de los terrenos, es decir, donde cambia de pendiente, donde define alguna forma especial.

Las curvas de nivel definen la morfología del terreno, es decir, por medio de las curvas de nivel se puede conocer la fisiología.

Con un poco de experiencia y práctica, al observar un plano configurado con curvas de nivel se puede conocer e imaginar el terreno como si se estuviera en el lugar.

CARACTERISTICAS DE LAS CURVAS DE NIVEL

De la figura número 3 podemos concluir las siguientes características:

1o. Todas las curvas de nivel tienen la misma elevación en cualquiera de sus puntos como "A"

2o. Todas las curvas de nivel cierran dentro de los limites del plano, o bien aunque el margen los limite, las curvas de nivel cierran en el exterior, quedando en el dibujo interrumpidas.

3o. Las cimas de los cerros se indican por curvas cerradas.

4o. Las depresiones y hoyos también se representan por curvas cerradas.

5o. Las curvas de nivel nunca se cortan solo en el caso de una escarpadura en voladizo.

6o. Las curvas de nivel de una superficie plana son rectas paralelas.

7o. Las laderas con pendiente uniforme se representan con curvas de nivel equidistantes.

8o. Las vaguadas o thalwegs abren las curvas hacia el sentido del escurrimiento.

9o. Las divisorias o parteaguas cierran las curvas hacia dentro.

10o. En los cortes verticales las curvas de nivel se juntan.

INTERPOLACION

Cuando en un terreno como la figura se tienen puntos con distintas elevaciones y además se marcan los escurrimientos, se puede hacer la configuración por medio de

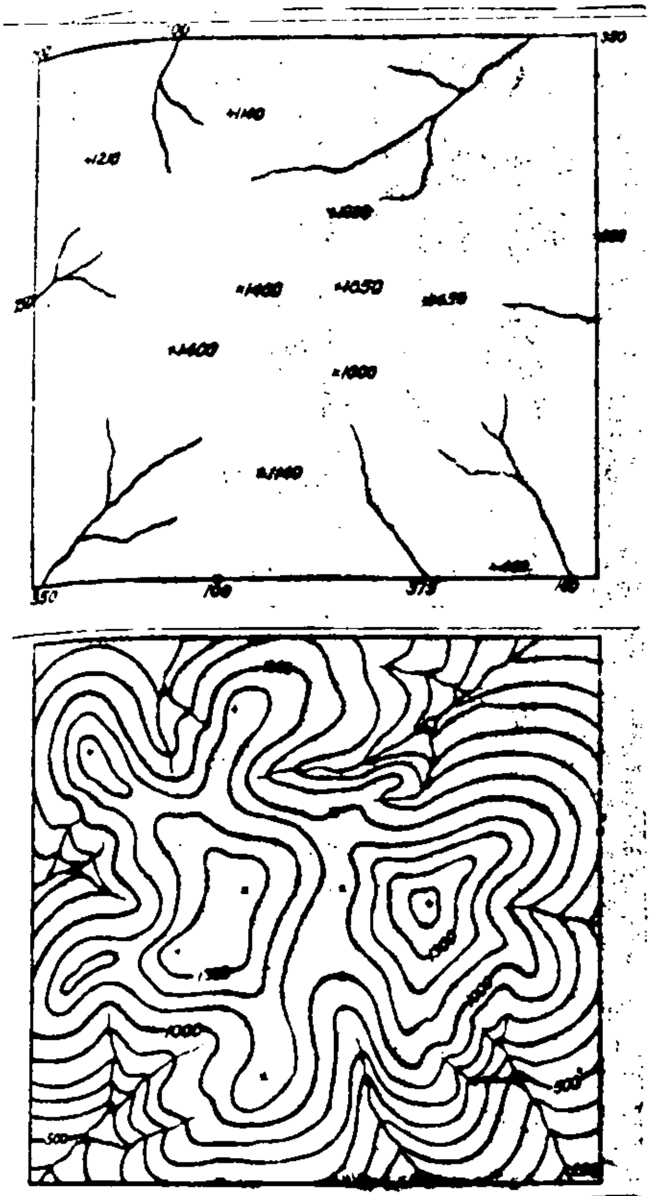


fig 6

interpolación y siguiendo las propiedades de las curvas de nivel.

Si se buscan curvas a cada determinada longitud, se calcula la pendiente entre dos puntos y se calcula la distancia a una determinada elevación.

Se unen los puntos de igual pendiente.
Un método gráfico es utilizar una liga, con distintas marcas que permita estirar y tener los espacios necesarios entre dos puntos del terreno.

Obsérve como de los puntos levantados en el plano pudo obtenerse el conjunto configurado de abajo.

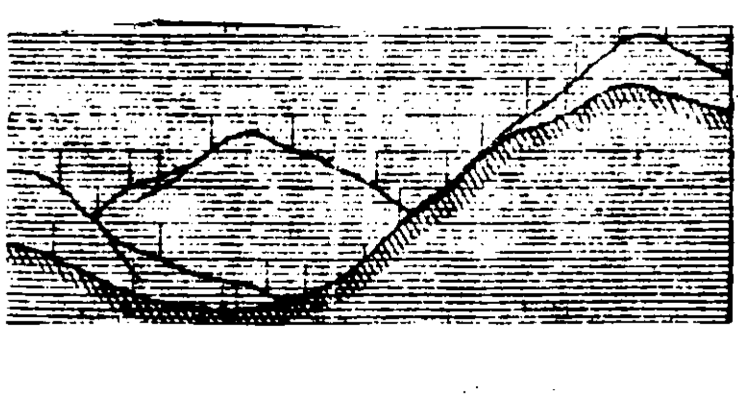
SECCIONES DE PLANOS CONFIGURADOS

Con un plano configurados se puede obtener el perfil en una determinada dirección.

Sea el eje A-B, para poder obtener el perfil se bajan las proyecciones de los puntos indicando la altura a escala, esto trae como consecuencia que se tenga un perfil o sección en la dirección de cada línea o eje, en la figura se tiene la vista vertical desde un extremo, pero bien puede obtenerse sobre cualquier lado.

fig 6

Plano configurado y abajo proyeccion de A-B



Si únicamente es necesario el conocimiento de un perfil para realizar algún proyecto como en el caso de una cortina, se puede estudiar la sección para conocer las características del terreno.

En la parte inferior de la figura se tiene un perfil sobre la línea A-B obtenida directamente de las curvas de nivel.

Las elevaciones se miden a partir de un plano datum y marcandose las alturas sobre las proyecciones.

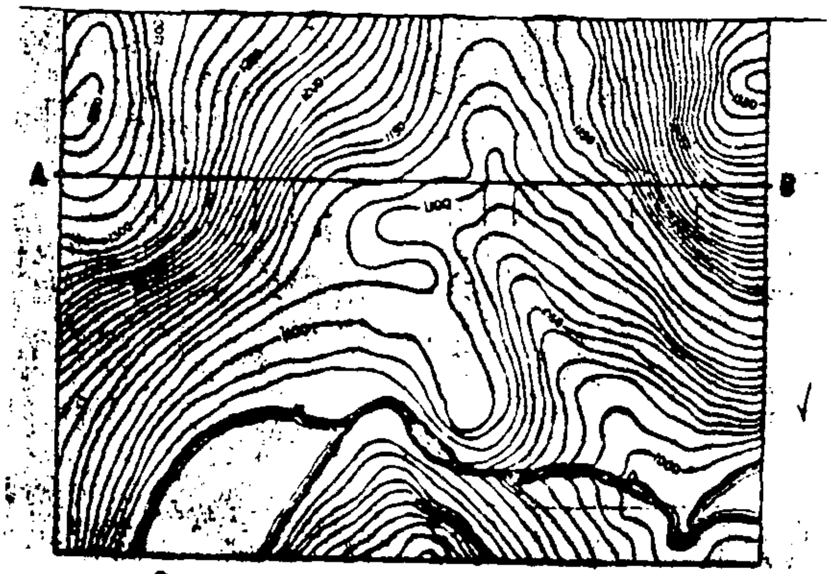
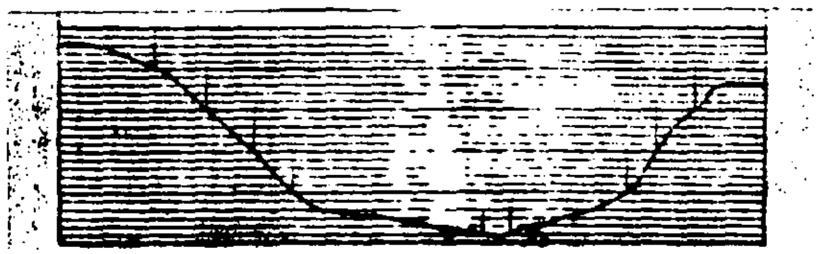


fig 7

Plano configurado



Sección A-B

fig 8

Cuenca de captación

ESCALA DE UN PLANO

La escala y la equidistancia de las curvas de nivel dependerá de los detalles que se quieran mostrar en él, o bien de la finalidad que se le quiera dar para un proyecto determinado.

METODO DE CUADRICULA

Este método es el apropiado para pequeñas áreas en los que se quiere efectuar una edificación.

La superificie que se desea representar se divide en cuadros uniformes y sobre cada uno de los vértices se obtiene la elevación y cota del terreno.

Por medio de interpolación se pueden conocer las curvas respectivas.

Para el trazo de la cuadrícula se utiliza un tránsito y se miden ángulos a 90° así como la distancia respectiva a cada vértice, el tamaño adecuado de los cuadros es de 20 a 25mts. ya que en una puesta de nivel se pueden observar de -- cuatro a cinco vértices en una misma línea, cuando el terreno es plano.

VOLUMENES

Para conocer la cantidad del movimiento de tierras, o bien para conocer la cantidad de material que se requiere para una obra, se determinan los volúmenes, sean para rellenar o para cortar.

Hay obras que requieren de movimientos de tierras, tales que, puedan servir para cuantificar desde le punto de vista económico o bien de tiempo, estos pueden ser:

1) Alcantarillas
2) Conducciones
3) Sótanos
4) Canteras
5) Carreteras
6) Ferrocarriles
7) etc.

Otro tipo de volúmenes y tilizando las curvas de nivel puede ser el almacenamiento de vasos de depósito; para conocer la capacidad de la presa, o bien para obtener la demanda para un fin determinado.

Los volúmenes se calculan generalmente a partir de las secciones transversales de lados paralelos y la longitud que hay entre ellos.

FORMULA DEL PRISMOIDE DE BASES EXTREMAS

Conocida el área A_1 de la sección y el área A_2 de la otra paralela, si la distancia es l se tiene:

$$V' = \frac{A_1 + A_2}{2} l$$

En la que las áreas son bases extremas, por lo que la fórmula recibe el nombre fórmula media de bases extremas.

FORMULA DEL PRISMOIDE

Se le llama **Prismoide** a un sólido limitado por planos cuyas caras extremas son paralelas y con el mismo número de lados.

La fórmula del prismoide es:

$$V = \frac{l}{6} \left(A_1 + 4Am + A_2 \right)$$

En la que l es la distancia entre bases y Am es el Area de la sección media, téngase en cuenta que Am no se define como el promedio de las secciones A_1 y A_2.

Para encontrar la sección media deben encontrarse primero las dimensiones de la sección media como valor medio de las dimensiones extremas y a partir de este valor se calcula el área de la sección media.

PRISMA TRUNCADO CUADRANGULAR

Para calcular el volumen de una figura rectangular en la que se tengan cuatro vértices, es decir que corresponda a la figura de un prisma truncado en el que h_1, h_2, h_3, h_4 es la elevación o profundidad que se requiere y A es el área horizontal,

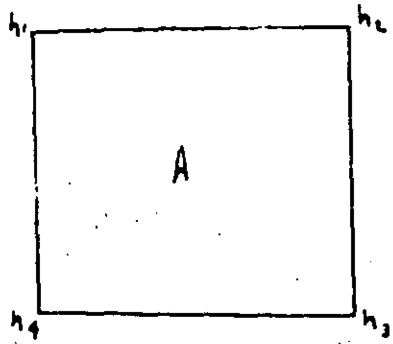


fig 9

entonces

$$V = A\left(\frac{h_1+h_2+h_3+h_4}{4}\right)$$

PRISMA TRUNCADO TRIANGULAR

De una manera semejante se puede obtener el volumen de un prisma triangu-lar truncado por la siguiente fórmula :

A = AREAS

h_1, h_2, h_3 = ALTURAS

$$V = A\left(\frac{h_1+h_2+h_3}{3}\right)$$

Cuando en un terreno se tiene un número grande de prismas que tienen igual sección recta, pueden agruparse todos ellos y calcularse su volumen por la fórmula que proporciona el conmunto de prismas. Un grupo de prismas contiguos de una misma sección recta tiene la particularidad de que el valor de la sección recta y el divisor 4 son comunes a todos los cálculos, también las alturas pueden resultar comunes.

FORMULA DE LA SUMA DE PRISMAS RECTANGULARES

El volumen se puede obtener por medio de la fórmula siguiente

$$V = A\left(\frac{\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4}{4}\right)$$

Donde:

A: Area de las secciones rectas del conjunto

Σh_1...: Suma de todas las alturas que pertenecen a un solo cuadro

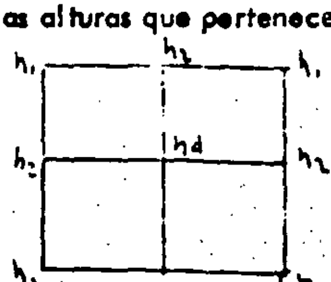


fig 10

$\Sigma h_2 =$ Suma de todas las alturas comunes a dos cuadros.

$\Sigma h_3 =$ Suma de todas las alturas comunes a tres cuadros.

$\Sigma h_4 =$ Suma de todas las alturas comunes a cuatro cuadros.

Ejemplos:

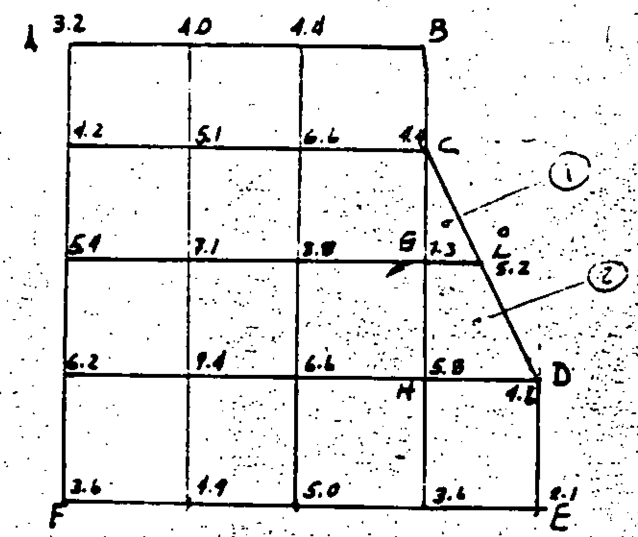


fig 10

El volumen de CGL es un prisma truncado y se calcula

$$V = \frac{225}{3}(4.4 + 5.2 + 7.3) = 1268 \qquad (1)$$

El volumen GLDH es

$$V = \frac{450}{4}(7.3 + 5.2 + 4.6 + 5.8) = 2644 \qquad (2)$$

El volumen de ABCGHDEF es

$$V = \frac{900}{4}(17.3 + 2 \times 49.4 + 3 \times 5.8 + 4 \times 43.6) = 69278$$

Sumando todos los volúmenes se tiene

$$V = 69278 + 1268 + 2644 + 1125 = 74315$$

$$\boxed{V = 74315} \ m^3$$

VOLUMEN CON CURVAS DE NIVEL

Cuando se tienen curvas de nivel de un plano configurado se determina el área entre dos secciones de las curvas de nivel, posteriormente entre otras dos y se va sumando el volumen.

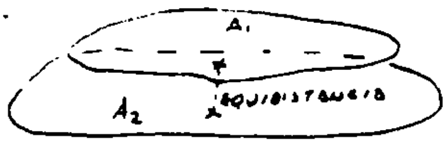


fig 11

El área puede obtenerse por medios mecánicos usando un planímetro, simplemente claculando por cualquier método topográfico conocido.

El volumen esta dado de una manera aproximada por

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} E$$

SUMA DE PRISMAS TRIANGULARES

Cuando se desea obtener el volumen de una porción de terreno en el que se ha realizado una nivelación de cuadrícula, y esta, es necesaria que se obtenga con una aceptable precisión.

Se debe emplear el método de prismas triangulares, que consiste en formar prismas y contar cuantos acuden a cada vértice.

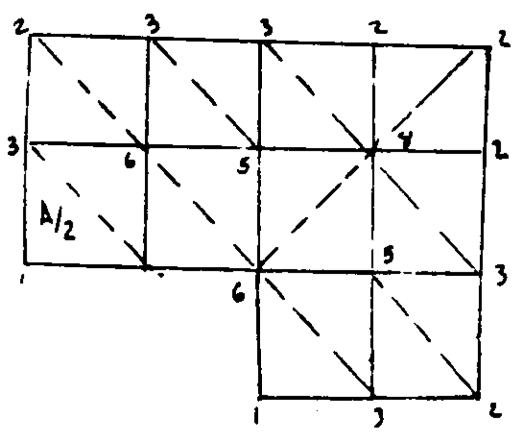


fig 12

$A/2$ es el área de un prisma

1, 2, 3, 4, 5, etc. son los prismas que se concentran en un vértice;

El volumen se obtiene por la fórmula

$$V = \frac{A}{6}\left(\Sigma h_1 + \Sigma h_2 + \Sigma h_3 + \Sigma h_4 + \cdots \Sigma h_n\right)$$

1.- INTRODUCCION

La Fotogrametría es la ciencia que tiene por objeto obtener mediciones en posición y dimensión de un objeto cualquiera, utilizando fotografías.

Los resultados que nos brinda esta ciencia pueden ser:

Numéricos, o sea por medio de cifras que nos dan posición.

Gráficos, o sea en forma de plano o carta con signos convencionales o también en forma de fotoplanos.

La Fotogrametría se aplica principalmente en los trabajos de mediciones sobre la superficie de la tierra y en la representación de la misma por medio de planos y cartas.

Se pueden distinguir de ella, la Fotogrametría sobre una imagen y la Fotogrametría sobre dos imágenes, también las podemos distinguir según el lugar donde se encuentre su punto de estación desde la que se hicieron las tomas; Fotogrametría Terrestre y Fotogrametría Aérea.

La Fotogrametría Terrestre. Cuando las cámaras se fijan sobre el terreno. Inventada por Laussedat en 1870, se emplea solamente hoy ~~día~~ en casos especiales como el levantamiento en alta montaña, levantamiento a gran escala o levantamiento en acantilados, grietas o cañones.

La Fotogrametría Aérea. Se obtienen vistas sobre la extensión del terreno y sus puntos de estación son aéreos, una de sus aplicaciones más importantes es en la topografía.

Aplicaciones Diversas

El desarrollo de la Fotogrametría ha permitido que se le aplique en diferentes ramas. Ejemplos:

Arquitectura

Restauración de Monumentos

Arqueología

Geología

Astronomía

Zootecnia

Medicina

Meteorología

Balística

Hidrología

Glaciarología

Microbiología

Algunas ventajas de la Fotogrametría aplicadas a la Topografía.

1.- Levantamientos rápidos.

2.- Ejecución de las medidas sin tocar el objeto.

3.- Fotografías obtenidas con un corto tiempo de exposición que permite registrar objetos en movimiento, (tránsito, olas, etc...)

4.- La eliminación del trazo de curvas de nivel por medio de interpolación con excepción de algunos casos. La Fotogrametría nos da facilidad de trazar directamente del modelo óptico y se tendrá una mayor fidelidad y precisión del terreno.

5.- También nos permite detectar los diferentes tipos de vegetación y la naturaleza del suelo, utilizando un material fotográfico especial.

6.- Aplicada sobre objetos convenientes y ejecutada correctamente, la fotogrametría puede lograr un alto grado de economía.

Utilización de la elaboración de cartas

Una de las aplicaciones más importantes de la Fotogrametría, es la elaboración de cartas y planos. En esta época podemos asegurar que es casi necesaria tal aplicación debido a la suficiencia versatilidad, rapidez y precisión que nos brinda.

La fotografía aérea es la materia prima de la Fotogrametría, con éstas pueden formarse modelos en gabinete de la realidad que se quiera cartografiar.

Obteniéndose de este modelo, todas las características en forma y dimensiones de la superficie de la tierra, esta información es vaciada en planos ó cartas y completada con información adicional obtenida en campo.

Historia.

Antes de la invención de la Fotogrametría, se trazaban ocasionalmente algunas cartas según perspectivas dibujadas del terreno. En 1500 Dürer en Alemania, encontró una relación entre el objeto y la perspectiva del mismo, y de esta forma se elaboró la carta de la Isla de Sta. Cruz. En 1726, Capeller en Suiza dibujó una carta del monte Pilatus con el mismo método. En 1839, cuando se inventa la fotografía por Daguerre en Francia, surge la idea de construir una carta partiendo de la fotografía. En 1870 Laussedat, en Francia, inventa la Fotogrametría Terrestre con su método de plancheta, al que llamó "Metrofotografía", en Alemania para -

esas fechas también se hacían estudios al respecto. En 1881 se obtiene la primera fotografía aérea desde un globo. Y en el año de 1896 el Prof. Koppe en Alemania, inventa el procedimiento de restitución de la fotografía a través del objetivo de la cámara, en Italia para esa fecha también estudiado este procedimiento por el Prof. Porro, hoy día a este método se le conoce con el nombre Porro Koppe.

De 1901 a 1923 fueron inventados los primeros restituidores y estereocomparadores.

A partir de 1930, los instrumentos fotogramétricos se han ido modificando y modernizando sin cambiar de principios de construcción.

DESARROLLO DE LA FOTOGRAMETRIA EN MEXICO

En el año de 1857, fué creado el Ministerio de fomento y se le encargó la recopilación de todos los datos geográficos y estadísticos para tratar de elaborar la Carta General a una escala media. Sin poder llevar a sus consecuencias finales el plan, debido a las desfavorables condiciones políticas y sociales que tuvo que afrontar nuestro país a causa de las guerras de Reforma e Intervención Francesa.

En 1877, se creó la llamada "Comisión Geográfica Exploradora", que duró 37 años (de 1878 a 1915), inclusive logrando en ese período levantar y construir, poco más de la cuarta parte del Territorio a Esc. 1:100 000.

Mucho se criticó la cartografía elaborada por esta institución, debido a que no estaba apoyada en canevá geodésico y tratando de llegar a establecer una red conveniente de triangulación de este género, fue por lo que se fundó la llamada Comisión Geodésica Mexicana.

En 1938, se creó la "Comisión Cartográfica Militar" dependiente de la Secretaría de la Defensa Nacional, con objeto de elaborar la cartografía militar a escala 1:100 000 por el método aerofotogramétrico.

Esta cartografía ha sido de utilidad general y ha servido tanto al sector público como privado.

En el sector privado, es iniciada esta ciencia comercialmente en 1937, cuando el Ing. Luis Struck, fundó la Cía. Mexicana Aerofoto, S. A., con trabajos exclusivamente de fotografía aérea. Posteriormente realizó trabajos de topografía y restitución.

Dentro del sector privado en 1945 se fundó la Sociedad de Responsabilidad Limitada, llamada Fotogrametría Mexicana, con trabajos puramente Fotogramétricos para la Comisión Federal de Electricidad.

En el mes de septiembre de 1961, se creó otra compañía Aerofotogrametría, S. A., con un levantamiento topográfico del Istmo de Tehuantepec.

Hoy en día se cuentan entre dependencias gubernamentales y Cías. privadas, un número aproximado de 16 dedicadas a trabajos fotogramétricos.

El 1°. de octubre de 1968, fue creada la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, que ha venido a modificar completamente el panorama Nacional en su aspecto cartográfico, puesto que esto significa que en la actua
cuya misión fue
lidad existe ya un organismo, que tiene por misión la elaboración de la carta topográfica del país a la escala 1:50 000, usando los métodos más modernos y precisos. La carta topográfica sirve de base para elaboración de la carta geológica, Uso del Suelo, Edafológica y Uso potencial, que tiene por objeto formar el inventario de los recursos naturales del Territorio Nacional.

ó INEGI

La conformación de CETENAL, es sin duda alguna un hecho que habrá de señalar la iniciación de una nueva e importante etapa del desarrollo en nuestro país, en la que la información básica disponible permitirá programar y dirigir con mayor seguridad las actividades productivas o las de carácter social y político, así como facilitar el progreso individual y colectivo.

2.- FOTOGRAFIA.

El elemento fundamental del trabajo fotogramétrico es la fotografía. Su imagen es la representación real y sincera del objeto en el momento de la toma fotográfica.

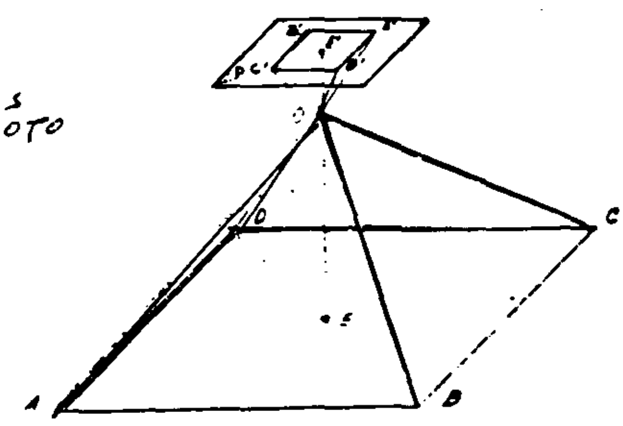
Bases Geométricas

Antes de tratar sobre las propiedades geométricas de una fotografía, nos referimos a los principios geométricos sobre los cuales se basa.

La fotografía es una proyección central. Se forma la imágen fotográfica de un objeto espacial sobre un plano, al atravesar por un objetivo los rayos reflejados por los puntos del objeto e inciden sobre un plano, formando una proyección central, al conjunto de rectas se le llama haz de rayos perspectivos.

Definición: El haz de rayos perspectivos es el haz de rectas, que partiendo de los puntos de un objeto convergen a un punto llamado centro de perspectiva o centro de estación.

Nótese que los rayos se invierten en la foto



Todos los rayos que provienen del objeto A B C D E atraviesan el objetivo representado por el centro de proyección 0 e inciden sobre el plano P. - ver Fig. 1

La proyección central muestra las siguientes propiedades:

A cada punto del objeto corresponde un sólo punto de la imagen. Contrariamente, a un punto de la imagen corresponde a una infinidad de puntos del objeto, por encontrarse todos en la misma línea recta. (Este conjunto de rectas convergen a un mismo punto, llamado Punto de Fuga o Centro de Perspectiva, de ahí que la fotografía será una proyección central, perspectiva central).

A la transformación de la proyección central, (fotografía) en un plano, se llama proyección ortogonal. SI SE TRANSFORMA EN COORDENADAS ESPACIALES Ó NORMALES.

Diremos pués que uno de los objetivos fundamentales de la Fotogrametría es transformar una proyección central a una proyección ortogonal.

En una proyección ortogonal las diferentes rectas del terreno son proyectadas sobre un plano por líneas verticales, conservando su dirección y orientación. Fig. 2.

Hemos visto la representación de la proyección central por medio de un haz de rayos que atraviesa el centro de proyección, y existirá una relación de interdependencia terminante entre los puntos del terreno y los puntos de la imagen.

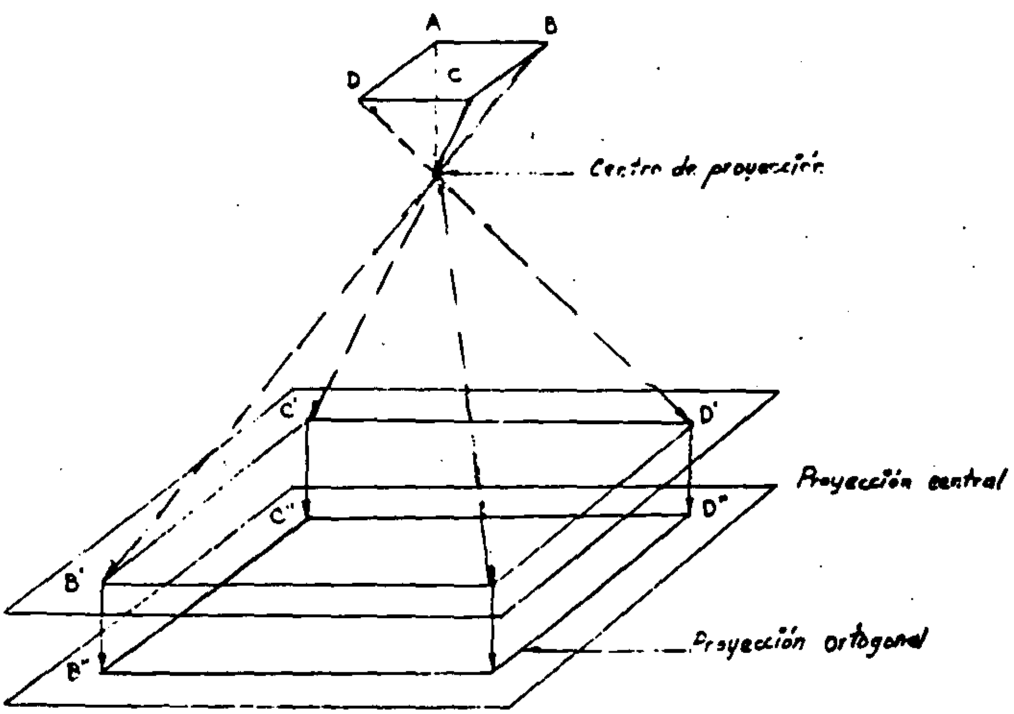


Fig. 2

Definición.

La fotografía aérea, es la representación real del terreno.

Podemos clasificar las fotografías aéreas según la posición del eje principal, con respecto al objeto.

a) Fotografías nadirales o verticales, cuyo eje principal es vertical. Fig.3.

b) Fotografías inclinadas u oblícua, que puede ser a su vez convergentes o panorámicas en las que el eje principal, no es vertical. Fig. 4.

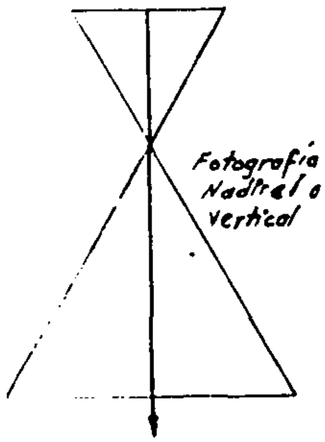


Fig. 3

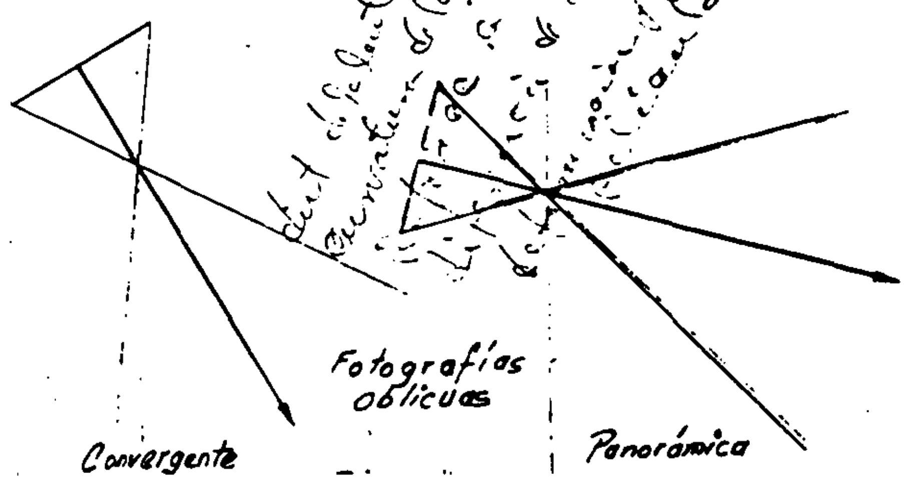


Fig. 4

Características	Fotografía vertical	Baja oblicua ó convergente	Alta oblicua ó panorámica
inclinación	inclinación de 4°	No hay horizonte en la foto	Horizonte contenido en la foto
Curvatura	Mínima	Menor	Mayor
Area	Rectangular	Trapezoidal	Trapezoidal
Escala	± Uniforme dependiendo de lo accidentado	Disminuye del frente hacia el fondo	Como la baja oblicua pero en mayor extensión
Diferencia en comparación con un mapa	Mínima	Menor	Mayor
Ventajas	la más facil para hacer un mapa		Económica e ilustrativa (tipo comercial) promoción

Escala de la Fotografía:

Definición: La escala de la fotografía (E_f), es la razón que nos da la magnitud entre un objeto real y su representación. Fig. 5.

$$\boxed{\frac{1}{X} = \frac{f}{hv}} \qquad \boxed{\frac{1}{E_f} = \frac{d_f}{d_t}}$$

$$\boxed{E_f = \frac{d_p \bullet E_p}{d_f}}$$

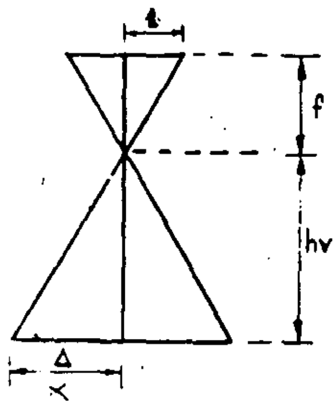


Fig. 5

d_f = distancia en la fotografía
d_p = distancia en el plano
E_p = Escala en el plano
d_t = distancia en el terreno

Ejemplos de cálculo de escala de fotografía.

EJEMPLOS DE SOLUCIÓN

$$E_f = \frac{hv}{df} = \frac{2300\ m}{210.17\ mm} = \frac{2300\ m}{0.21017\ m} = 10943$$

1.- f = 210.17 mm
hv = 2300 m
E_f = 1:10943
Que objetivo de cámara

2.- d_f = 1.7 cm
d_t = 730 m
E_f = 1:42941

$$E_f = \frac{dt}{df} = \frac{730}{0.017} = 42941$$

3.- E_p = 1:2500
d_p = 7.4 cm
d_f = 6.17 cm
E_f = 1:2998

$$E_f = \frac{dp \cdot Ep}{df} = \frac{7.4\ cm \times 2500}{6.17\ cm} = 2998$$

Indicaciones Marginales

En los bordes de la fotografía, podemos encontrar los datos necesarios para efectuar el cálculo anterior junto con otros que son importantes.

1.- Las marcas fiduciarias, son pequeñas marcas que pueden ser cruces, puntos o muescas, que se encuentran en el marco soporte de la cámara y nos sirven para localizar el centro de la fotografía.

2.- Nivel esférico que indica la inclinación de la cámara.

3.- Reloj que puede servir para el análisis de sombras.

4.- Altímetro para la determinación de la altitud a/nm.

5.- Contador donde se encuentra.

a) Número de la cámara.
b) Número de fotografía.
c) Distancia principal.

Nota:

Hv = Altitud - Cota media.

Definiciones.

Plano de la perspectiva: Es cualquier plano que corte al haz de rayos perspectivos. Cuando el plano perspectivo corta el haz de rayos a una distancia "f" del centro de estación, tiene la misma posición del plano del respaldo de la cámara de toma y recibe el nombre de plano de la imagen o plano principal.

Este plano también recibe el nombre de plano focal por encontrarse a una distancia igual a la distancia focal a partir del centro óptico de la lente.

Centro de estación. Es el punto donde convergen todos los rayos del haz de rayos perspectivos, este punto es la representación geométrica del centro óptico de la lente de la cámara de toma, recibe también los nombres de centro de perspectiva u objetivo.

Punto principal. Es el pie de la perpendicular que va del centro de estación al plano de la perspectiva, también podemos decir que es la proyección ortogonal del centro de estación al plano de la imagen.

Distancia principal. O distancia focal, es la distancia que existe entre el plano de la imagen y el centro de estación.

Eje principal. Es el eje que bisecta el haz de rayos perspectivos, y es perpendicular al plano de la negativa pasando por el centro de estación.

Eje nadiral. Es el eje vertical que pasa por el centro de estación.- Cuando la toma fotográfica es vertical coincide con el eje principal.

Punto nadiral. Es el punto donde se corta el eje nadiral con el plano de la perspectiva, cuando la toma fotográfica es vertical, este punto coincide con el punto principal.

Recta principal. Es la que pasa por el punto principal y el punto nadiral, nos define la dirección de máxima pendiente de la fotografía y se encuentra en el plano principal.

Espacio imagen. Es el espacio entre el plano de la perspectiva y el centro de estación.

Espacio objeto. Es el espacio entre el centro de estación y el objeto.

Altura del vuelo hv. Relación que existe entre escala de la fotografía y distancia principal.

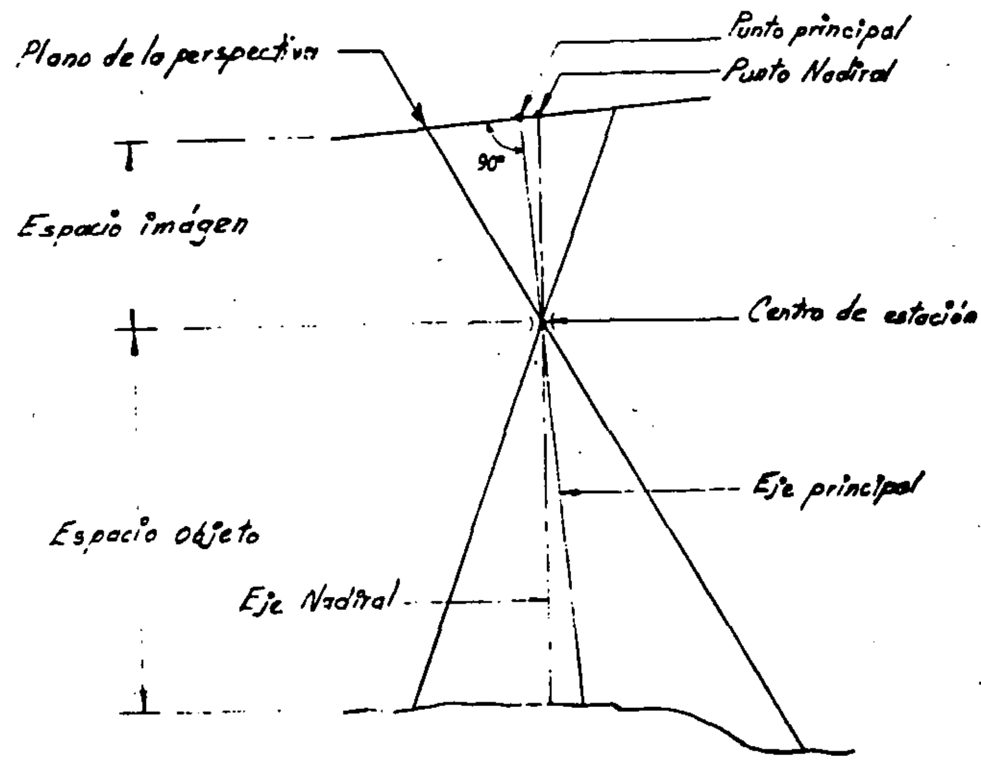


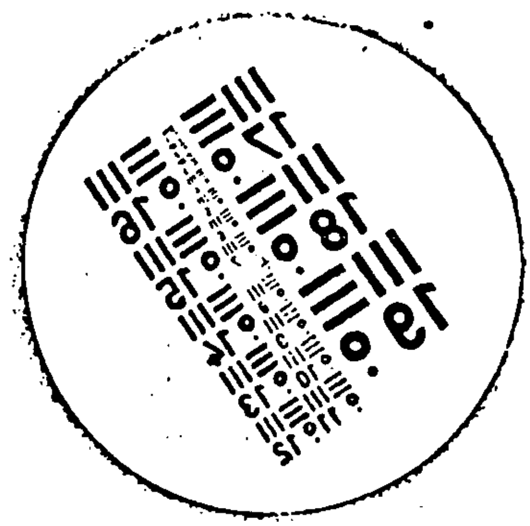
Fig. 6

Al incidir el haz de rayos en un plano en el cuál se encuentra una película emulsionada, ésta es sensibilizada y forma una imagen, al formarse la imagen, hay que considerar dos factores que provocan pérdida de calidad en dicha imágen.

a) La distorsión del objetivo que influirá sobre la precisión geométrica de la proyección central. En este caso se trata de un error de posición radial de los puntos formados, los rayos se desvían con diferente intensidad según su ángulo de inclinación, lo que provoca un error de posición en el plano de la imágen. La desviación se notará al reconstruir el haz de rayos perspectivos. Los cuales no se cortarán en el mismo punto.

b) El poder de resolución que se refiere a la claridad de la imágen, es decir a la calidad de la imagen respecto a la separación de objetos mínimos.

El límite de poder de resolución se indica por aquel grupo de líneas que aparecen entre ellas aún separadas. Actualmente se tienen buenos objetivos que presenta un poder de resolución de 30 - 50 líneas / mm. El poder de resolución disminuye fuertemente hacia los bordes de la imagen. Fig. 7.



Ejemplo de una imagen de prueba.

FIG. No. 7.

Deformación de la imagen.

Existen una serie de fuentes de errores que influyen a la deformación de la imagen.

1º. Curvatura terrestre.
2. Refracción atmosférica.
3º. Distorsión de la lente.
4º. Deformación de la imagen provocada por la deformación del film.
5º. Desplazamiento por influencia del relieve.

1. Errores provocados por la curvatura terrestre.

El desplazamiento de los detalles en la imagen fotográfica es radial y en dirección del nadiral y su magnitud depende de la altura de vuelo, el radio de curvatura de la tierra y las características geométrica de la cámara.

$$\Delta r = \frac{Hr^3}{2Rf^2} \qquad Dz = \frac{L^2}{2r} \text{ (Km)}$$

2. Errores provocados por la refracción atmosférica.

Provoca desplazamientos en la imagen, radiales a partir del punto nadir cuyas condiciones dependen de las condiciones atmosféricas, de la altura de vuelo, de la altura del terreno y de las condiciones geométricas de la cámara.

$$\Delta r' = \frac{f^2 + r^2}{f} \cdot \Delta$$

$$\Delta = K tg ...$$

$$K = f\ (H, h)$$

3. Error de la distorsión de la lente.

Causado por pequeñas imperfecciones en la curvatura de la lente y el centrado del juego completo de vidrios que la forman.

Mediante la calibración períodica de la cámara pueden obtenerse curvas de distorsión que son usadas para corregirlas.

El procedimiento para compensar estos errores, se lleva a cabo de varios modos.

Opticos

a) Utilización de diapositivas ya compensadas (procesadas en U4.

b) Utilización de placas de compensación de instrumentos de restitución.

a) Aplicación del principio seudo - Porrokoppe.

Mecánico

b) Utilización de cams. o levas.

Analítico

4. Distorsión de la imagen provocada por la deformación del film o película.

Durante el proceso fotográfico la película es sometida a constantes cambios - de temperatura ocasionando así contracciones y dilataciones, las cuales son - manifestadas deformando la imagen.

Cuando la deformación es irregular, los errores que producen no siguen una ley de variación determinada, su localización se hace difícil y su corrección prácticamente imposible.

Considerando de suma importancia procesar el material fotográfico con extremo cuidado, también se recomienda que la temperatura del medio ambiente - donde se procesa sea constante.

Los errores antes mencionados, se manifestan en imágenes fotográficas de - terrenos planos, como en terrenos de altos relieves.

La presencia del relieve en la fotografía implica un desplazamiento radial y a pártir del punto nadiral de todos los puntos de la imagen de tal forma que la escala de la fotografía no es uniforme.

Desplazamientos de los puntos de la imagen ocasionados por el relieve. En la práctica tendremos que apartarnos de la suposición tomada hasta ahora - un terreno horizontal y plano.

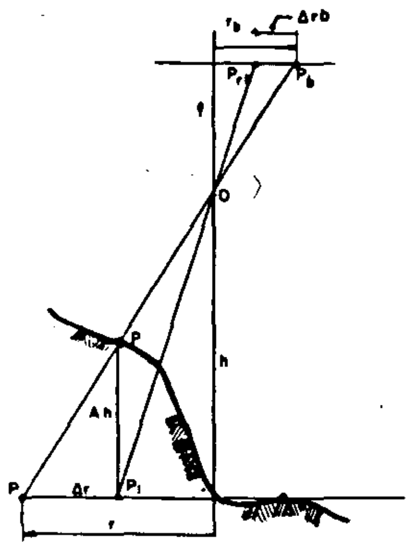
La existencia de una relieve implica un desplazamiento en los puntos de la - imagen. Para simplificar, observemos nuevamente una fotografía nadir.

La diferencia de altura Δh. del punto P. respecto al plano de referencia provoca un desplazamiento Δr_b de su imagen desde Pr_b ap_b ver Fig. No.8

Vemos, sin embargo, que esta desviación Δr_b en la imagen depende de la -- distancia "r" entre el punto correspondiente y el punto nadir; la diferencia de altura entre el punto y el plano de referencia de altura entre el punto y el plano de referencia; y la altura de vuelo sobre el terreno. La imagen del pun-- to "p" figura en el mismo lugar que la de punto po. Debido a ello notamos que el relieve influye decisivamente sobre la escala de la imagen.

De lo mencionado anteriormente se comprende que una sola imagen no tiene mucha importancia para fines de mensuración. Con una sola imagen es --

posible únicamente reconstruir un haz de rayos perspectivos. La posición real de los puntos del objeto; sin embargo no se podrán ser fijados con estos rayos.



$$\frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta rb}{rb}$$

$$\Delta r_b = r_b \frac{\Delta h}{h}$$

Fig. No. 8

Por ello, habrá que utilizar pares de fotogramas que ofrezcan un sector común del terreno fotografiado desde dos puntos de estación diferentes y tendremos así las ventajas de una vista espacial del terreno; es decir, los dos haces de rayos perspectivos nos permitirán la observación estereoscópica de la imagen.

2.- CAMARA METRICA.

Las fotografías de las que hacemos uso en Fotogrametría, son tomadas con una cámara métrica; estas fotografías deben servirnos para la reconstrucción del haz de rayos perspectivos. Esto no se puede conseguir con la precisión exigida empleando una fotografía obtenida con una cámara ordinaria. Es una condición esencial para dicha reconstrucción el conocer la posición exacta del centro de proyección. Una fotografía para la cual se conoce la posición exacta del centro de proyección 0 se llama fotograma. Debemos de conocer sobre la imagen la proyección vertical del centro de perspectiva y la distancia entre estos dos puntos.

A la proyección del centro perspectivo sobre la imagen se le llama punto principal (E de la imagen)

La distancia entre el punto principal y el centro de proyección se llama constante de la cámara (distancia principal o distancia focal - f) Fig. 9

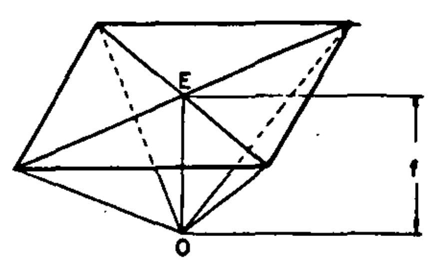
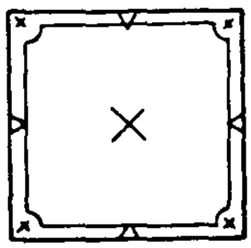


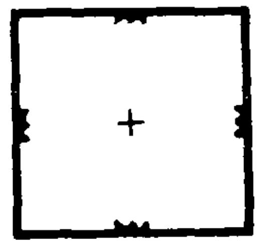
Fig. No. 9

Descripción de la cámara. A fin de que la constante de la cámara sea verdaderamente una constante, ésta tiene que presentar un dispositivo que mantenga la película siempre en el mismo lugar en el momento de tomarse la fotografía y para este fin, la cámara métrica dispone de un marco-soporte (o respaldo de la cámara) extremadamente estable sobre el cual se pone la película. En este marco están contenidas las marcas fiduciarias; éstas se pueden encontrar en los lados o en las esquinas de dicho marco, según la marca de la cámara. El cruce de las marcas fiduciarias nos definen el centro de la imagen. Fig. 10 y 11.



Cámara Wild

Fig. No. 10



Cámara Zeiss

Fig. No. 11

El centro de la imagen así encontrada corresponde en una cámara ajustada, también al punto principal y al centro óptico de la imagen, es decir al punto de intersección del eje óptico con el plano de la imagen.

Descripción de la Cámara.

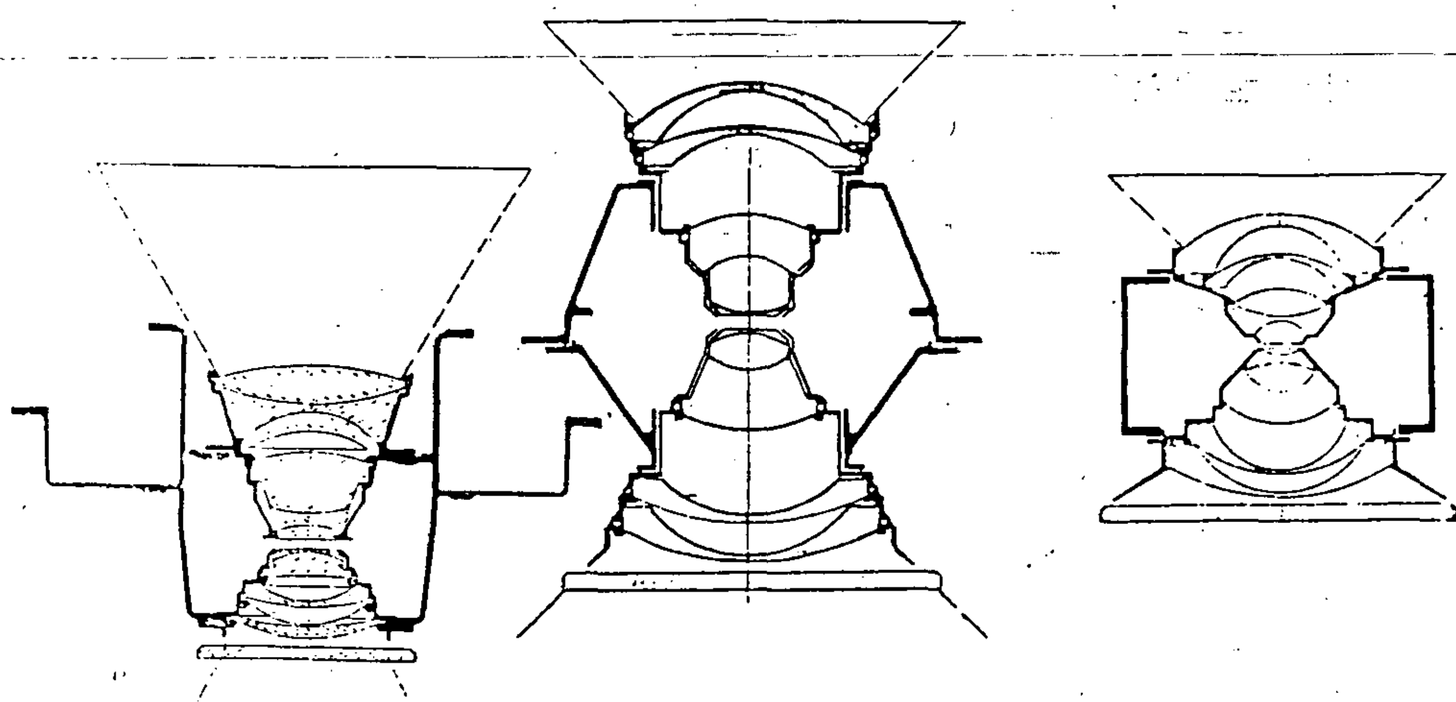
Las partes principales de una cámara métrica son:

- Chasís para película
- Cuerpo
- Placa de succión (Plano focal)
- Marco de presión
- Cono
- Objetivo
- Obturador
- Diafragma

En el chasís se encuentran las bobinas para almacenamiento de película.

La placa de succión cuida de que la parte de la película que hay que expor[?] quede completamente plana, ya que una desigualdad provocaría un error d[e] posición en la imagen.

El objetivo de la cámara está constituído por un conjunto de lentes, un obturador y un diafragma.



Figs. 14, 15 y 16.

Cámara con objetivo	ángulo 2 α	constante de la cámara "f" en mm	formato mm.
ángulo normal	45-65 60°	300 210 170	230 x 230 180 x 180 140 x 140
Gran angular	80-100 90°	150 115 100	230 x 230 180 x 180 140 x 140
Super Gran Angular	120-150 120°	88 70	230 x 230 180 x 180

EL OJO

Descripción del Ojo

Nuestro órgano visual tiene ciertos parecidos con un aparato fotográfico. El ojo es un globo sensiblemente esférico y está constituído por los siguientes elementos. **Fig. 17**.

1.- Cornea: Es una membrana transparente en la parte anterior del ojo.

2.- El cristalino: Parte lenticular del ojo que reproduce en la retina la imagen del objeto observado. La curvatura del cristalino se modifica según la distancia a la que se halla el objeto observado.

El obturador de la cámara aérea debe permitir tiempo de exposición mínimo para evitar el desplazamiento de la imagen causado por el vuelo del avión. - Podemos considerar tiempos de abertura que varían entre 1/100 segundo y 1/1000 segundo.

El diámetro del diafragma de la cámara nos determina la cantidad de luz -- que incidirá sobre la emulsión durante el tiempo de exposición.

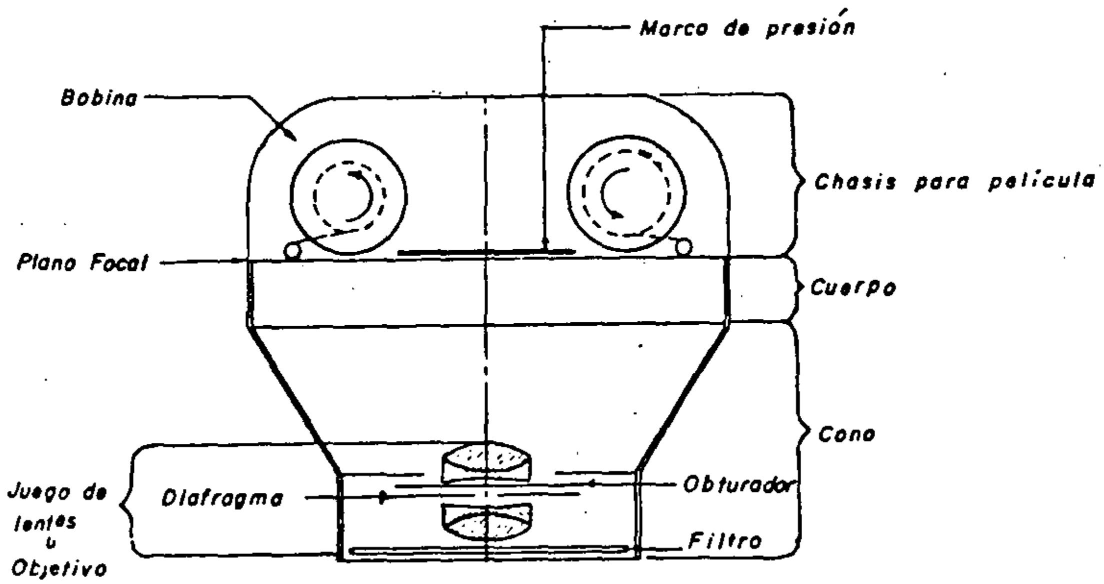


Fig. No. 12

Clasificación de las cámaras según sus ángulos.

Una clasificación de las cámaras métricas depende del ángulo de campo del - objetivo: 2α , que a su vez es función de la "f" de la cámara, y la diagonal "d" del cuadro de la fotografía. Fig. No. 13

El ángulo del objetivo está limitado por los rayos tangentes a los bordes opuestos.

En la tabla siguiente distinguimos tres grupos de ángulos. Figs. Nos. 14, 15 y 16.

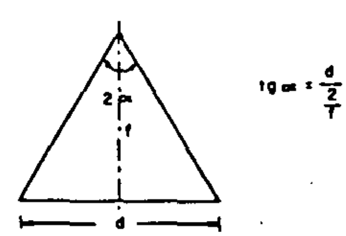


Fig. No. 13

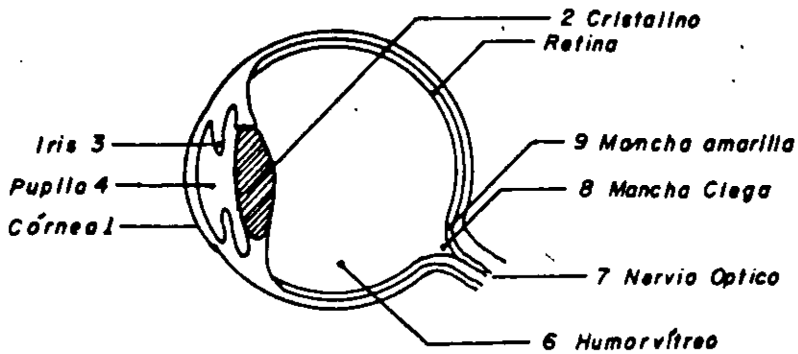


Fig. No. 17

3.- El Iris: Membrana coloreada del ojo, situado detrás de la cornea y delante del cristalino y atravesado por un orificio de 2 a 8 mm. de diámetro que es la pupila. El iris es el diafragma del ojo.

4.- La Pupila: Abertura del iris o niña del ojo, la pupila se contrae o se dilata bajo la influencia de la luz.

5.- La Retina: Es la pantalla sensible a la luz que recibe las imágenes espaciales, membrana inferior que tapiza el fondo del ojo, la retina está formada por una expansión del nervio óptico.

6.- Humor Vítreo: Masa gelatinosa y transparente en la membrana -- hialoida que se halla en la cavidad del globo ocular detrás del cristalino.

Acomodación convergencia.

A la acción de transmitir los puntos de un objeto muy lejano o cercano, - nítidamente sobre la retina, se conoce con el nombre de acomodación.

A la acción de dirigir la visual de cada ojo hacia un mismo punto, se le - llama convergencia.

La acomodación convergencia se puede ejecutar desde una distancia del - ojo al objeto de 25 cm. hasta el infinito.

La agudeza visual.

Por agudeza visual se entiende la aptitud del ojo de separar sobre un -- acre el más pequeño detalle. Esta acción es comparable con el poder - de resolución de cámara métrica.

La mayor agudeza visual con la acomodación más favorable se encuentra a una distancia de 25 cm.

La visión estereoscópica.

El principio de la visión estereoscópica se basa en el hecho de que debido a la separación de los ojos (60-75 mm) las imágenes que percibe cada retina, no son idénticas. El cerebro transforma las diferentes impresiones dando una percepción espacial de lo mirado. Este es el fenómeno que se utiliza en la estereo-fotogrametría.

Al ángulo que resulta de la intersección de la dirección visual se le llama ángulo paraláctico.

La diferencia de ángulos parálacticos nos da la impresión de profundidad - y es considerada como agudeza visual estereoscópica.

La Visión estereoscópica en la fotogrametría.

En la fotogrametría se emplea visión estereoscópica artificial, en lugar de mirar un objeto con ambos ojos, se le muestra a cada uno, una imagen del objeto fotografiado desde puntos diferentes. Es decir un par de fotografías estereoscópicas.

Si las imágenes, según la situación de la fotografía, se llevan en la exacta posición la una con la otra, se produce al mirarlo una impresión espacial.

Método de percepción del relieve.

La observación de un par de imágenes estereoscópicas se puede realizar - por los siguientes métodos: naturales y artificiales.

Métodos naturales.

1º. Con las visuales cruzadas (bizco)
2º. Con las visuales paralelas.
3º. Alternando las imágenes.

Métodos artificiales.

1º. Con anaglifos.
2º. Con estereoscopios.
3º. Alternador de imágenes con auxilio de mecanismos.

El método de visuales cruzadas, se emplea raramente ya que resulta muy - fatigoso.

La observación estereoscópica con visuales paralelas, requiere de un aco- modamiento de los ojos a la imagen de 25 cm. y tener sus direcciones de - observación paralelas.

El método de percepción del relieve alternando imágenes es empleado con excepciones debido a que la acción de cerrar y abrir los ojos con una gran velocidad para que los ángulos paralácticos se intersecten requiere de una gran habilidad de los músculos.

La observación con visuales convergentes o anaglífica. En este método las visuales convergen a la misma distancia de acomodación de los ojos y para que sea posible la observación por este método, las imágenes deben ponerse la una sobre la otra y, a la vez, observarse separadamente por ambos - ojos.

Base; es la relación entre la distancia de los centros de estación y la altura del vuelo.

Método por anaglifos.

Esta separación puede realizarse si se imprimen las imágenes en colores complementarios, ejemplo: verde y rojo.

La proyección rápida y alternativa de las imágenes izquierda y derecha - por medio de una ayuda mecánica, permite al mirar sincronizadamente una impresión de profundidad.

Los estereoscopios.

Los estereoscopios son instrumentos sencillos que pueden producir, con - ayuda de dos fotografías, una expresión espacial de un sector de terreno - (imágen plástico del terreno).

La distancia interpupilar de los ojos se llama base de los ojos, debe ser - ajustada en el dispositivo de observación binocular.

A fin de adaptar el sistema óptico a los ojos más diversos, un ocular movible directamente delante del ojo permite regular la imagen.

De la misma manera que ajustamos el ocular en el teodolito, (enfoque) que nos permite ver los hilos del retículo nítidamente, de la misma manera enfocaremos al estereoscopio hasta ver la imagen nítida.

El estereoscopio de lentes (o de bolsillo). Este método permite observar las fotografías con los ojos acomodados al infinito por medio de dos -- lentes empleados como lupas, con una distancia focal "f" de 120 mm. --- Las visuales en este instrumento son dirigidos paralelos, lo mismo que -- los rayos. Fig. No. 19

Estereoscopio de espejos:

Consiste en un juego de espejos de reflección superficial y par de lentes, -

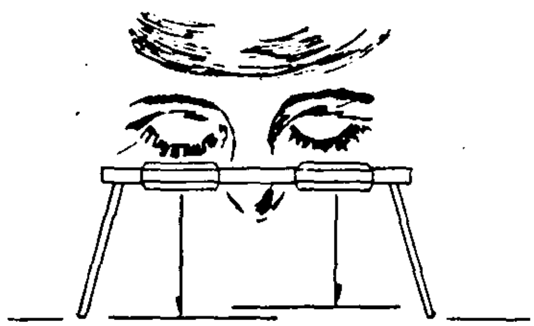


Fig. No. 18

con acomodación al infinito, este instrumento nos da la posibilidad de observar una mayor parte de la imagen, debido a que la relación base, distancia principal es mayor que la de los estereoscopios de bolsillo. Fig. No. 20, a estos estereoscopios es posible adaptarles un par de prismáticos y de esta forma podemos observar pequeños detalles y juzgar también su profundidad.

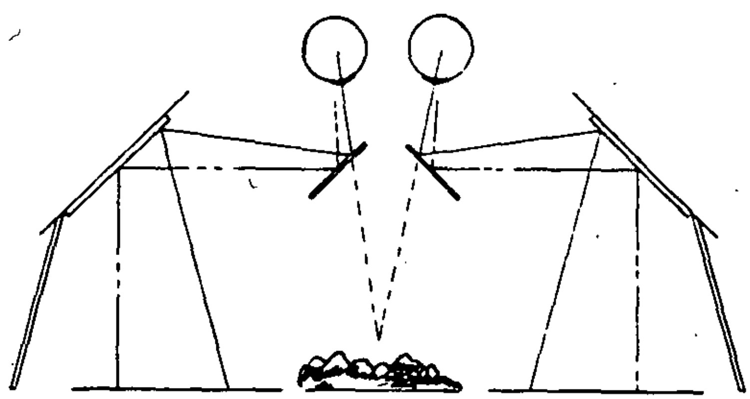


Fig. No. 19

Para la observación de un par de fotografías estereoscópicas por cualquiera de los métodos antes mencionados deben reunir las condiciones siguientes:

1º. Que exista un recubrimiento necesario entre ambas fotografías.
2º. Que sean del mismo objeto.
3º. Que la escala de estas deben ser aproximadamente la misma.
4º. Que la distancia entre ambas fotografías sean la conveniente o sea -- b = B (B base en la realidad).

En la fotogrametría, para percibir el relieve, se basa en tomas aéreas fotográficas del mismo terreno pero con diferentes puntos de estación.

Para fotografiar un área a levantar, el avión tiene que hacer un desplazamiento de rastreo contínuo y ordenado en dirección este-oeste y viceversa (generalmente se hacen en esta dirección salvo excepciones), la toma de fotografías se hace de tal manera que cada fotografía cubra aproximadamente el 60% del área -- cubierta por la fotografía anterior, al que se llama recubrimiento longitudinal. La faja cubierta en cada pasada sobre el terreno y a las fotografías que forman esa faja se le llama línea de vuelo.

Cada línea de vuelo vuelve a cubrir el 30% aproximadamente del área fotografiada por la línea anterior, llamándosele recubrimiento transversal.

Para efectuar el levantamiento de la zona, se requiere de un Esquema de vuelo, este será una calca de la carta de esa zona con los detalles más importantes - del terreno, donde la representación de la línea de vuelo se hará por flechas - con su número correspondiente. También se encuentra un número al inicio y al final de la flecha que nos muestra el número de fotografías comprendidas en la línea de vuelo.

3.- ORIENTACION.

a) Orientación interior
b) Orientación exterior { Orientación relativa
Orientación absoluta { Puesto en escala
Nivelación o basculamiento.

ORIENTACION INTERIOR. Es la reconstrucción del haz de rayos perspectivos en la cámara. Se realiza poniendo la fotografía en relación con el centro perspectivo exactamente en la posición que tenía durante la exposición (reconstrucción) del punto principal, se puede utilizar los negativos originales para la reconstrucción del haz, sin embargo ésto no es frecuente. De preferencia se emplean diapositivas de contacto, aunque casi todos los instrumentos de restitución pueden acomodar negativos.

Todos los instrumentos de restitución disponen de portaplacas que pueden retirarse del instrumento y ponerse en una caja luz. Al colocar las diapositivas en el porta-placas hay que hacerlo, normalmente, con la emulsión contra el vidrio y el recubrimiento hacia fuera o hacia dentro según el instrumento (II-C hacia dentro, A7 hacia dentro y hacia afuera invirtiendo la base) Las marcas fiduciales de la fotografía se transfieren luego, al porta-placas por medio de lentes de aumento.

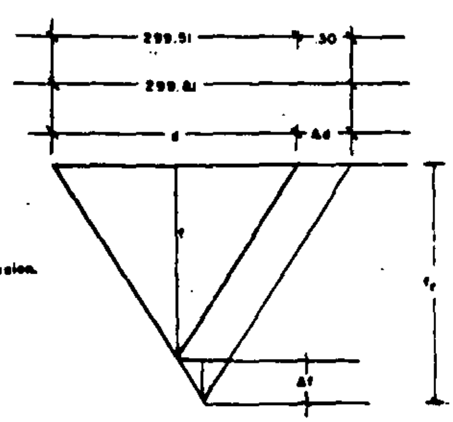
Corrección de distancia principal -

Teniendo en cuenta que el material utilizado para las tomas aéreas es una película, que sometida a procesos de trabajo y por ende a variaciones de temperatura puede cambiar de forma y de tamaño, es decir que causan deformaciones, estas deformaciones pueden limitarse a un mínimo de 0.02 mm. Sin embargo, a veces son demasiado grandes y deben tenerse en consideración. Es el caso particular, cuando se trata de contracción o dilatación regular o irregular donde las dos diagonales aumentan el mismo valor, o un valor es mayor al otro. Al aumento diagonal, calcularemos el aumento correspondiente a la distancia principal. Ejemplo:

$f = 152.10$ mm.
$d_{film} = 299.81$ mm.
$d_{calib.} = 299.81$ mm.
$\Delta_f = ?$

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta d}{d}$$

f_r = distancia focal de restitución.



$$\frac{\Delta f}{152.10} = \frac{0.30}{299.51}$$

$$\Delta f = \frac{152.10 \times 0.30}{299.51}$$

$\Delta f = 0.15$

$f_r = f \pm \Delta f$

Introducción de la distancia focal de restitución.

Todos los instrumentos de restitución están equipados con escalas y tornillo micrométricos con lecturas hasta 0.01 mm. para la introducción de la distancia principal un simple ajuste basta para algunos instrumentos, otros - hay que auxiliarse de manivelas (santoni II-C) para otros instrumentos hay que cambiar partes especiales, B8 y B9. En estas escalas deberá introducirse la distancia focal de restitución, previamente calculadas.

ORIENTACION RELATIVA: o formación del modelo estereoscópico, considerese dos fotografías de una línea de vuelo durante la exposición. Fig. 21

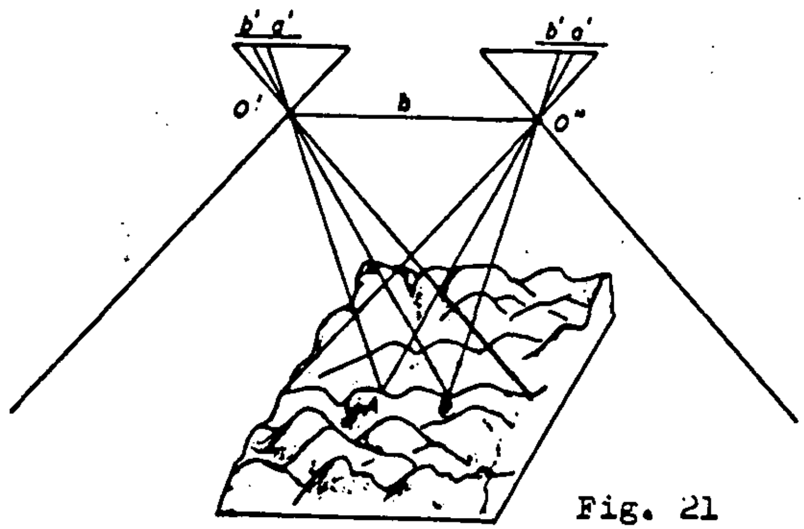


Fig. 21

Los rayos perspectivos provienen de los puntos terrestres A y B situados en la zona común de las dos fotografías (zona de recubrimiento), inciden, pasando por el objetivo (0', 0''), sobre la emulsión fotográfica formando en ella - las imágenes de los puntos de la imagen a', a'' y b', b'' (respectivamente y en cada foto).

Inversamente podríamos decir que los rayos provienen de los puntos de la - imagen a',a'' y b', b'' forman los puntos del terreno A y B en sus respectivas intersecciones.

En este momento (el momento de la exposición) las dos cámaras tienen una cierta posición relativa, una con respecto a la otra. Mas tarde durante la - restitución habrá que dar a las cámaras del instrumento de restitución la -- misma posición relativa a fin de hacer intersectar los rayos homólogos de - a' y a'' en el punto A y los b' y b'' en el punto B.

Después de poner las dos cámaras en la posición relativa que ocuparon en - el momento de hacer la toma fotográfica, los puntos de intersección de los rayos correspondientes habrán reconstruído la forma real del terreno. El terreno mismo se reemplaza ahora por su modelo. El proceso de dar a la cámara la posición relativa requerida se llama "orientación relativa" o formación del modelo.

CONCLUSION:

Con la orientación relativa: se logra la intersección correcta de un rayo con su homólogo por medio de giros y desplazamientos.

La Medición del modelo estereoscópico.

Definición del modelo estereoscópico. El modelo estereoscópico o también estereo modelo, es definido como el modelo espacial o imagen plástica del objeto fotografiado que se percibe al observar imágenes estereoscópicas. Este modelo corresponde al lugar geométrico de los puntos de intersección de todos los rayos homólogos de un par de fotogramas.

Sobre elevación del relieve.

Un estereo modelo observado al estereoscopio muestra una sobre elevación del relieve. Esto se debe a que la relación base suele ser grande, entendiéndose por relación base, la relación entre la distancia que une los dos centros. (B) de estación y la altura de vuelo (hv) o sea la distancia objeto-cámara. La base de los ojos (65 mm. aprox.) es pequeña respecto a la base de observación (250 mm.)

Esto hace aparecer exagerado el relieve del terreno. Para hacer mediciones en esta imagen plastica del terreno, tendremos que establecer una relación entre los puntos de una imagen con los puntos homólogos de la otra.

Indice de medición. (marca flotante)

La relación antes mencionadas, se realiza con la ayuda del índice de medición. Los índices de medición son dos pequeñas marcas que se pueden colocar sobre la imagen. En la mayoría de los casos, se representa por un pequeño círculo, también los hay en forma de cruz, de anillo, de T, de flecha. En algunos aparatos aparecen como índices luminosos y de colores. Cuando estos dos índices se encuentran lo suficiente cercanos de dos puntos homólogos, se funden formando así un índice de medición espacial.

Agudeza visual estereoscópica.

La agudeza visual estereoscópica es aprox. 5 veces más grande que la agudeza visual monocular, es por ello que podemos realizar una coincidencia espacial del índice de medición con un punto del modelo de manera más prec que poniendo cada índice separadamente en el punto. Los índices de medición se encuentran en el sistema de observación y se proyectan sobre el plano de la imagen. De este modo podemos desplazar los índices de medición hacia las imágenes o bien las imágenes hacia dichos índices.

En la figura No. 22 se muestra la cámara puesta en un sistema de coordenadas rectangulares, lo que se emplea generalmente por la fotogrametría.

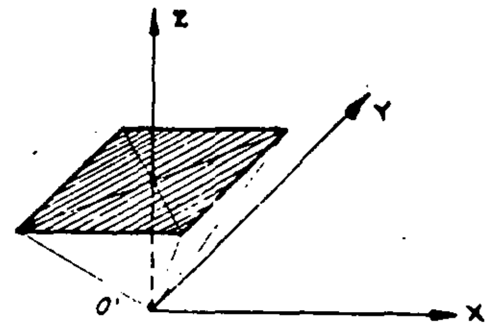


Fig. No. 22

La figura No. 23 muestra los 6 grados de libertad de la cámara en el espacio, las tres líneas son, las translaciones (X, Y, Z) los giros al rededor del centro perspectivo en el orígen son las rotaciones

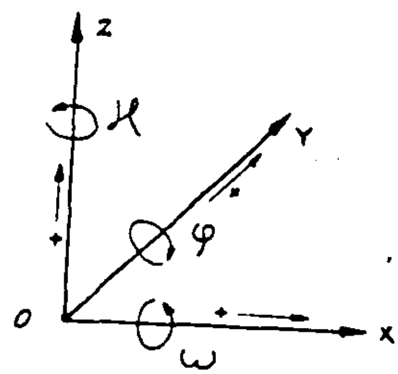


Fig. No. 23

A estas tres translaciones (o desplazamientos) y a las tres rotaciones (o giros) se le llama elementos de orientación.

Utilizando el sistema de coordenadas antes mencionado, la paralaje puede dividirse en dos componentes; Px, paralaje al eje X y Py, paralaje al eje Y. La paralaje de x, (Px) puede eliminarse bajando o levantando el plano de proyección paralelo a este y a lo largo del eje Z. La paralaje de Y, (Py) se elimina utilizando los elementos de orientación.

El haz de rayos perspectivos que produce la fotografía comprende un número infinito de rayos, todos estos rayos deben intersectar con sus respectivos rayos homólogos, de las fotos vecinas para obtener el modelo espacial. Conforme a una ley de la geometría proyectiva, hay que tratar de intersectar solamente cinco, y cada punto del modelo está afectado por la acción de cinco parámetros, (el 6°. se elimina por acción de escala).

Cuando cinco puntos estén exentos de paralajes, todos los rayos homólogos se intersectarán; el modelo estará exento de paralaje y la formación del modelo termina.

Los puntos 1 y 2 son los puntos nadir de las proyecciones. Ya que la distancia 1 - 2 corresponde a la distancia o' o'' = b (distancia entre los centros de estación) a la cual le llamamos base.

Los puntos (3) y (5) se eligen sobre el mismo eje del punto (1) (eje pal.) y la distancia 1 - 3 llamamos d, de igual manera eligiremos los puntos 4 y 6. Fig. 24.

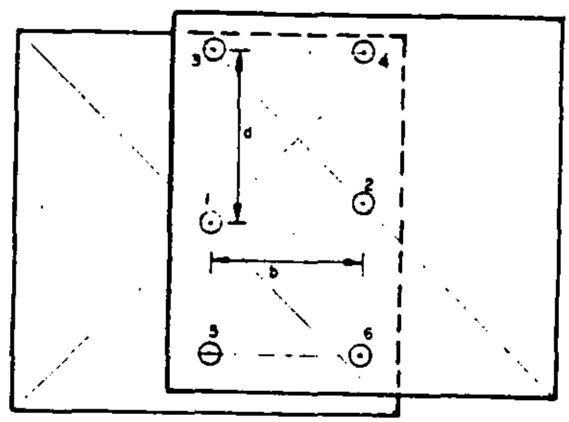


Fig. No. 24

Llamaremos α al ángulo formado por el rayo central y uno de los extremos, este ángulo tendrá un valor aproximado a 1/2 del ángulo de campo de la cámara de toma. Fig. No. 25.

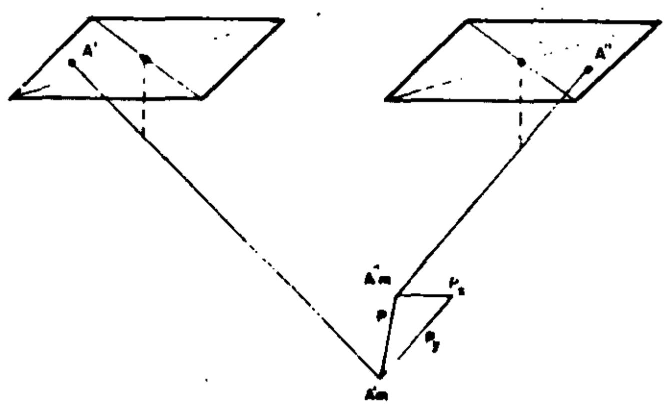


Fig. No. 25

En las figuras siguientes, investigaremos la influencia de los diversos elementos de orientación en la proyección.

1) Un paralaje Y en el punto A es dada por $Y_{A'} - Y_{A''}$ (izquierda menos derecha). Esto significa que en caso de ser $Y_{A'}$ más grande que $Y_{A''}$, la paralaje es positiva. En la Fig. No. 25 la paralaje es negativa.

LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS DE ORIENTACION.

Para considerar las influencias de los elementos de orientación admitimos un modelo completamente formado, perturbado por un pequeño cambio de uno de los elementos de orientación.

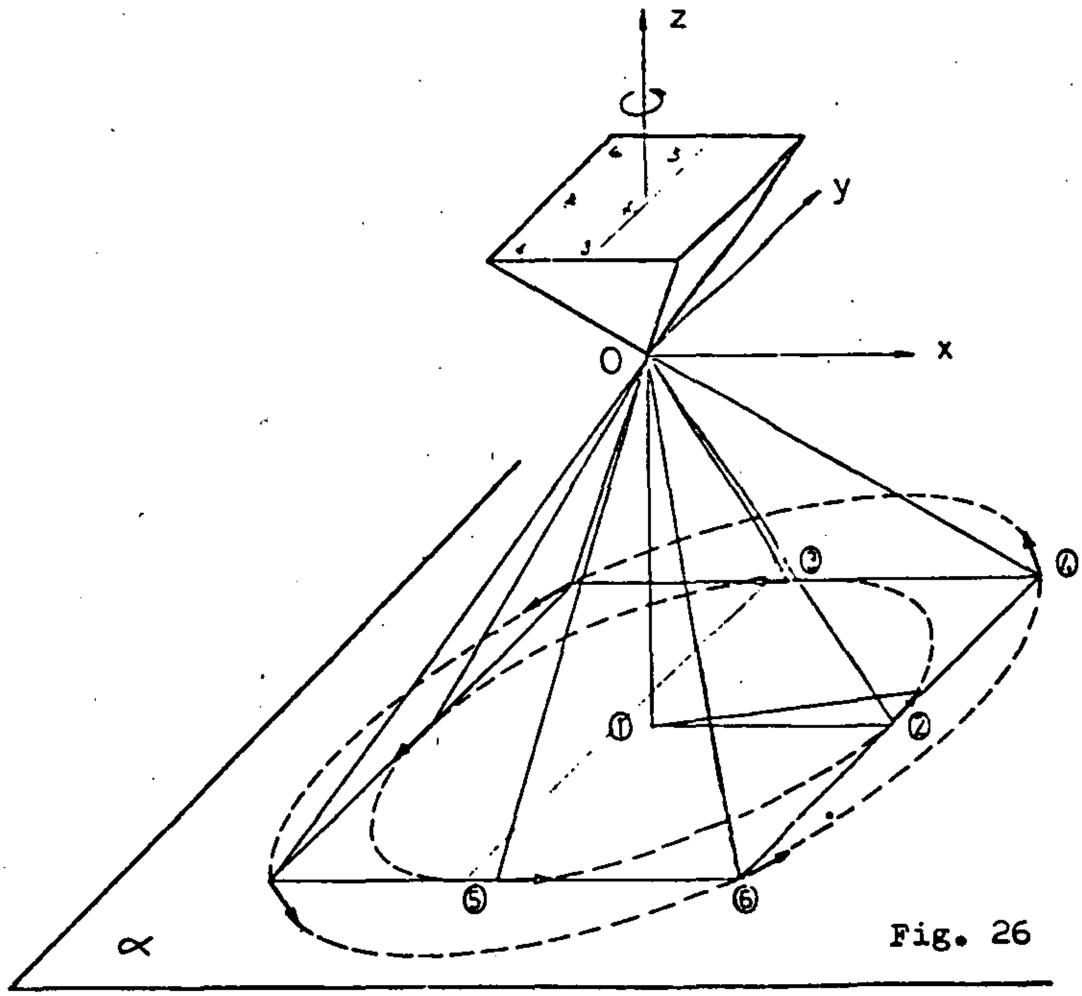


Fig. 26

Influencia de κ

$\Delta\kappa$ es una pequeña rotación de la cámara alrededor del eje z. La Fig. No. 26 muestra la influencia de esta rotación en una proyección sobre el plano α. Se puede ver que los puntos de los rayos perspectivos con el plano hacen un movimiento circular alrededor del punto nadir.

Influencia de by.

Δb_y es un desplazamiento sobre el eje de las y o sea un movimiento transversal de la cámara que causa desplazamientos de igual magnitud y sentido, en todo el modelo. Fig. No. 27

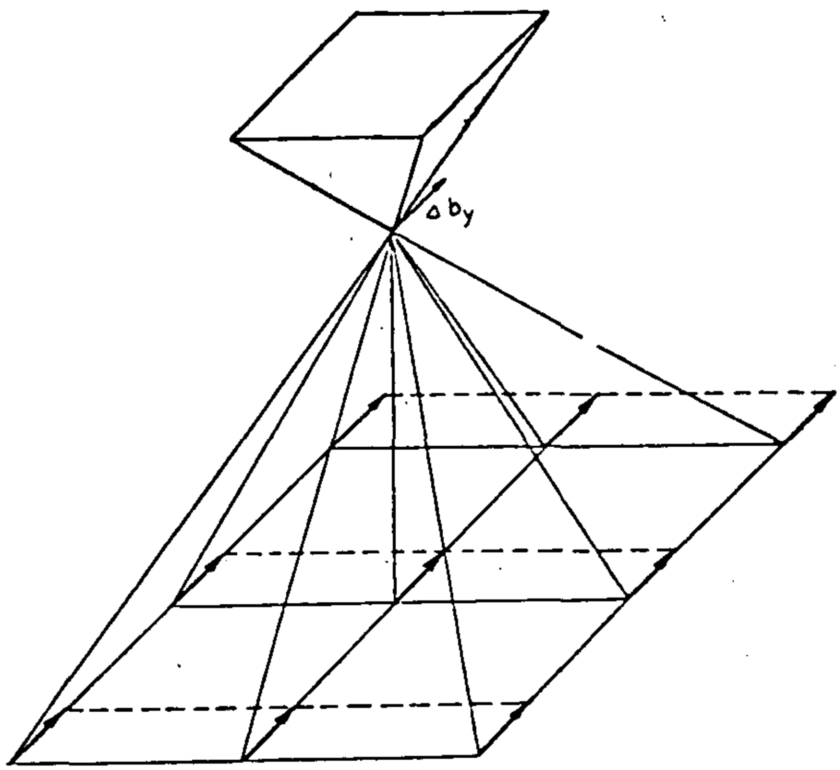


Fig. No. 27

Influencia de φ

En la Fig. No. 28 las flechas que nos indican las proyecciones muestran la influencia de $\Delta\varphi$. Los puntos de proyección se desplazan a lo largo de la hipérbola, excepto la sección central, donde los puntos se mueven a lo largo de una línea.

Influencia bz

En la Fig. No. 29 vemos que la influencia de un Δ bz, desplaza la cámara en dirección z y por lo tanto desplaza los puntos de proyección, esto significa - que un $+ \Delta$ bz aumenta y un $- \Delta$ bz reduce la escala de la proyección (no la del modelo).

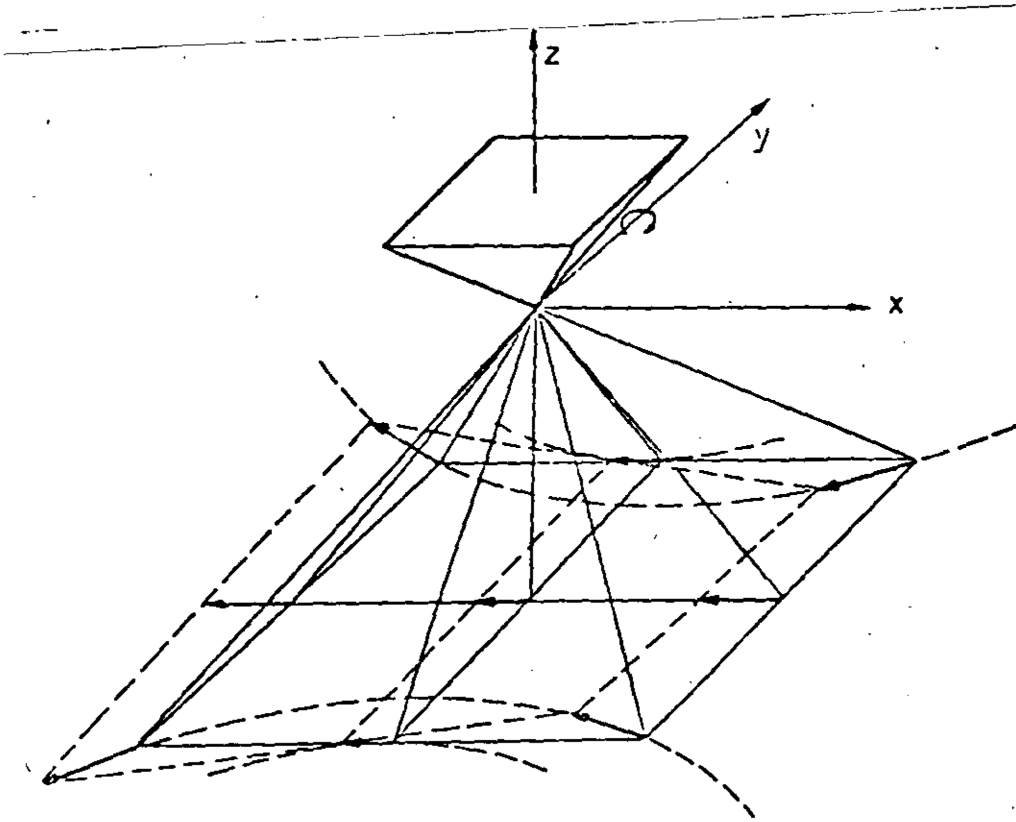


Fig. No. 28

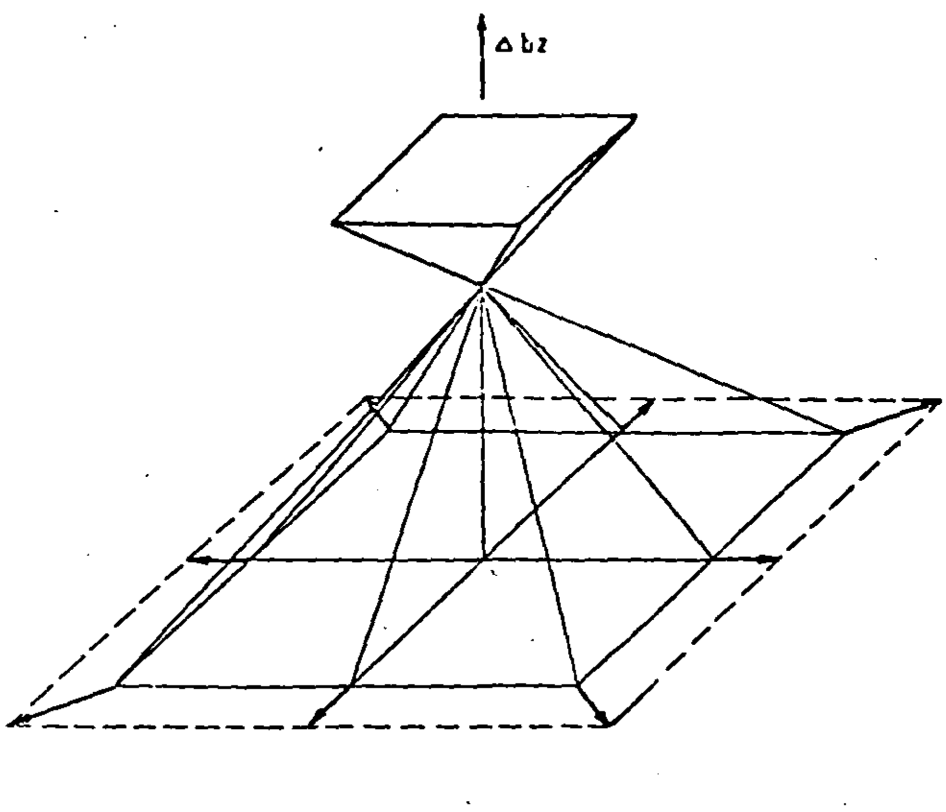


Fig. No. 29

Influencia de

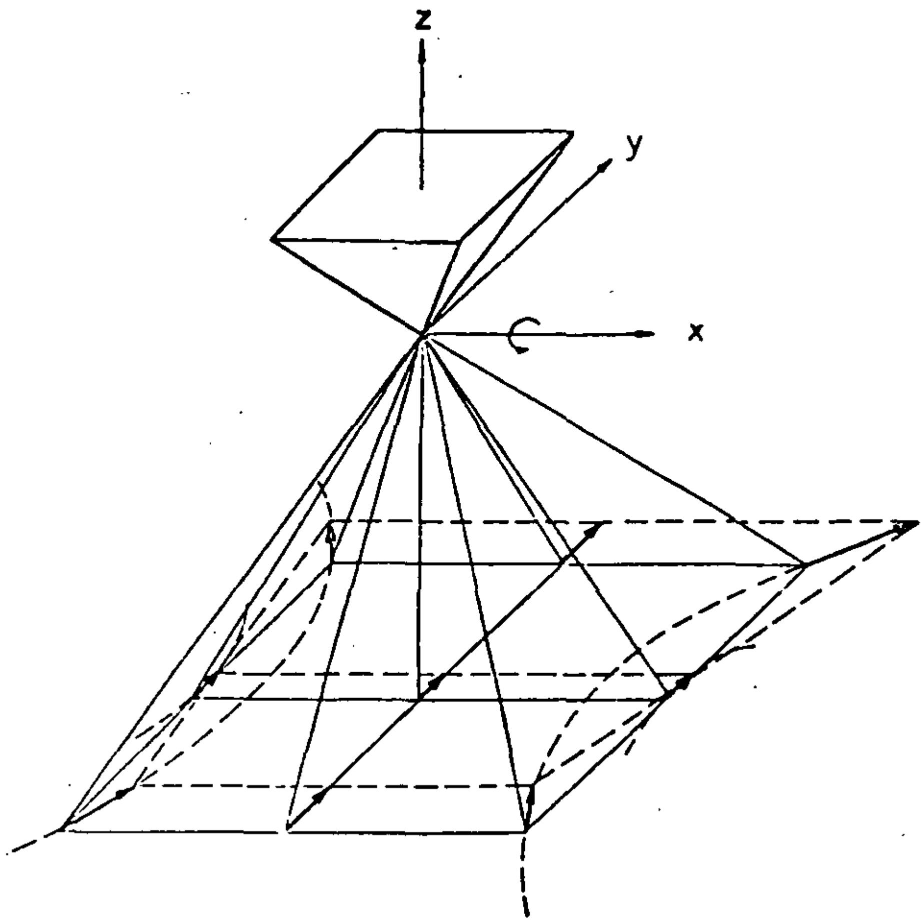
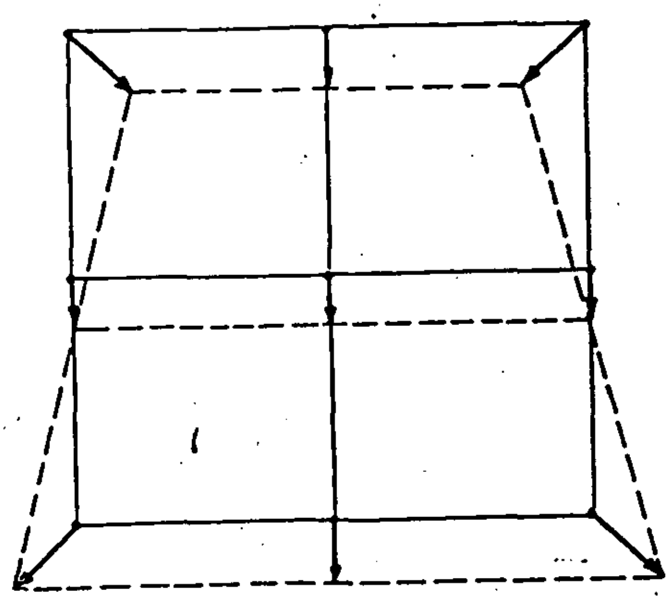


Fig. No. 30

En las figuras Nos. 30 y 31 se muestra la influencia de $\Delta\omega$ en la proyección. Las paralajes del modelo son similares - las paralajes que causa un $\Delta\varphi$. La única diferencia es la que - presenta su dirección: ω es una rotación alrededor del eje $\underline{x}$, mientras que es una rotación alrededor del $\underline{y}$

Los puntos de proyección también aquí son desplazados a lo largo de la curva hiperbólica; excepto los puntos de la sección central.



C A P I T U L O   I V.

METODOS ASTRONOMICOS PARA LA ORIENTACION DE LINEAS Y SITUACION DE PUNTOS.

Introducción.-

Muchos han sido los métodos que se han conocido durante todos los tiempos,para la orientación de líneas y situacíon de puntos,pero el Ingeniero Topógrafo ha usado el que le da mejores resultados y facilidad en su ejecución.

Los trabajos que se realizan generalmente consisten en:

Calcular Latitud de un lugar.

Determinar azimut de una línea.

Determinar la longitud de un lugar.

Para realizar esto, es necesario hacer observaciones de astros, utilizando instrumentos adecuados y aplicando fórmulas que garanticen como mínimo la precisión del instrumento.

DETERMINACION DE LA LATITUD.-

El procedimiento de campo que hay que seguir para calcular y determinar la latitud de un lugar es el siguiente:

a).-Primero se centra y se nivela el instrumento en el lugar de observación.

b).-Se dirige, con la lectura 0º 00', la visual al extremo del lado que se va a orientar.

c).-Se fija el movimiento general; y con el particular se dirige la visual al sol. En el instante de de la bisección, se anota la hora y se leen los circulos horizontal y vertical del instrumento.

d).-Se repite esta operación en diferentes sentidos del instrumento. (Directo e inverso)

La latitud se puede obtener con una aproximación de 1' ó 2' combinando dos observaciones del sol hechas con un intervalo de 20 a 30 minutos y cuando la altura del astro es pequeña.

Aplicando la siguiente fórmula:

$$\operatorname{sen} \varphi = \operatorname{sen} A \operatorname{sen} \delta - \cos^2 A \frac{B}{I}$$

En la que A es el promedio de alturas, B la diferencia de lecturas del círculo horizontal, I el intervalo de tiempo entre las dos observaciones reducido a minutos de arco, δ es la declinación del sol en el instante de la observación.

Para aplicar este método se recomienda que las observaciones del sol se hagan 1 1/2 horas despues de su salida o antes de su puesta.

Que el intervalo debe ser de 20 a 30 minutos en las dos posiciones.

Observaciones del sol en el vértice 133 de la poligonal envolvente del pueblo de la Magdalena Atlaxolpa.	OBSERVO Y CALCULO: Jesús M. Albo Lara. CRONOMETRISTA: Ariel Macías V. FECHA: 26 de Marzo de 1967. INSTRUMENTO: WILD T-2 CRONOMETRO: HEVER de 1/10"

SERIE	INSTRUMENTO	PUNTO VISADO	CIRCULO HOR.	CIRCULO VER.	HORA LOCAL	NOTAS
1	POSICION D	SEÑAL				
	POSICION D	SOL ⊙	9° 55' 6"	67° 33' 36"	8^h 11^m $49^s.8$	
	POSICION I	SOL ⊙	9° 10' 9."8	67° 53' 24"	8^h 13^m $28^s.2$	
	POSICION I	SEÑAL				
PROMEDIOS			9° 32' 37."8	67° 43' 30"	8^h 12^m 39^s	
6	POSICION D	SEÑAL				
	POSICION D	SOL ⊙	7° 15' 47."4	62° 35' 18"	8^h 33^m $31^s.5$	
	POSICION I	SOL ⊙	7° 44' 12.6	62° 58' 24"	8^h 34^m $24^s.9$	
	POSICION I	SEÑAL				
PROMEDIOS			7° 30' 00"	62° 46' 51"	8^h 33^m $58^s.2$	

CALCULO DE Zm

Z serie I = 67° 43' 30"
Refracción = + 2' 21."2
Z_v serie I = 67° 45' 51."2

Z serie 6 = 62° 46' 51"
Refracción = + 1' 52."7
Z_v serie 6 = 62° 48' 43."7

$$Zm = \frac{67^\circ\ 45'\ 51''.2 + 62^\circ\ 48'\ 43''.7}{2} = 65^\circ\ 17'\ 17''.45$$

$$\therefore \boxed{Zm = 65^\circ\ 17'\ 17''.45}$$

Notese que en el calculo de Z_m que es la distancia zenital media no corregimos por paralaje, ya que dicha corrección es muy pequeña y practicamente no afecta en los calculos.

<u>CALCULO DE LA DECLINACION DE</u>

<u>EL DIA 26 DE MARZO DE 1967</u>.

Promedio hora de observación	=	8	23	18.6
Hora del paso del sol por el M90WG.......	=	12	05	39.8
I n t e r v a l o	=	-3	42	21.2
Intervalo en horas.......................	=	-3.7079		

CORRECCION = INTERVALO x VARIACION HORARIA

La variación horaria tomada del anuario del observatorio astronómico nacional para la fecha de la observación es:

Vh = - 58".82

Logaritmo Vh	=	1.7695250
Log. Interv.	=	0.5688937
Log.Correccíon	=	2.3384187
Corrección	=	217".98

$\boxed{\text{CORRECCION} = -3'\ 37''.98}$

Declinación del sol a la hora del paso......= 2º 08' 30".20

Corrección............= -3' 37. 98

DECLINACION δ DEL SOL ....= 2º 04' 52". 22

$$\boxed{\delta = 2^{\circ}\ 04'\ 52''.22}$$

CALCULO DEL INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LAS DOS OBSERVACIONES REDUCIDO A MINUTOS/

Promedio de tiempo serie 1...... = $8^h\ 12^m\ 39^s$

Promedio de tiempo serie 6...... = $8^h\ 33^m\ 58^s.2$

Intervalo............... = $21^m\ 19^s.2$

$$\boxed{I = 319^s.8}$$

CALCULO DE "B" REDUCIDO A MINUTOS.

PROMEDIO DE ANGULOS HORIZONTALES......Serie 1 = 9° 32' 37".8

Promedio de angulos horizontales......Serie 6 = 7° 30' 00".0

B = 2° 02' 37".8

$$\boxed{B = 122'.63}$$

Después de determinar todos los elementos que intervienen en la fórmula de la latitud mencionada solo queda su aplicación esta se puede hacer por medio de funciones naturales o por logaritmos, sin embargo como la aplicación de estos últimos facilita mejor las operaciones. Por otra parte observamos que la fórmula pide A (la altura del astro) y nosotros determinamos Zm (la distancia zenital), la cual aplicamos:

Logaritmo cos Zm	9.6212315
Logaritmo sen δ	8.5600962
Logaritmo a	8.1813277

$$\boxed{a = \ldots\ldots \quad 0.015182}$$

Logaritmo sen Zm ..	9.958280
Logaritmo sen^2 Zm ..	9.916560
Logaritmo B	2.130317
Cologaritmo I.......	7.4951215
Logaritmo b.......	9.5002782

$$\boxed{b = 0.316434}$$

$$\begin{array}{r} a = 0.015182 \\ + \\ b = 0.316434 \\ \hline \text{sen}\,\varphi = 0.331616 \end{array}$$

$$\boxed{\varphi = 19^\circ \; 22' \; 01''.3}$$

Determinada la latitud, los valores de Z y calculamos el asimut.

DETERMINACION DEL AZIMUT.-

Para determinar el azimut por medio de distancias zenitales del sol,se siguen las mismas indicaciones antes mencionadas para el calculo de la latitud, es decir;se - nivela el teodolito lo mejor posible,se visa la señal leyendo la indicación del círculo horizontal y en la misma posición del instrumento se visa el disco solar,anotándose las indicaciones de los círculos horizontal y vertical y anotándose las horas de observación.

La fórmula que puede aplicarse es:

$$\text{sen } \tfrac{1}{2} Az = \sqrt{\frac{\text{sen } \frac{1}{2}(z + \varphi - \delta) \ \cos \frac{1}{2}(z + \varphi + \delta)}{\cos \varphi \ \text{sen } z}}$$

z = distancia zenital

φ = latitud del lugar

δ = declinacion

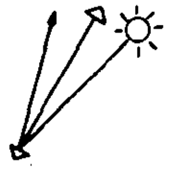
Az = azimut

Como ejemplo de la aplicacion de esta fórmula lo damos en el siguiente cuadro calculado para la orientacion de uno de los lados de la poligonal envolvente del pueblo de la - - Magdalena Atlazolpa:

Cálculo del azimut de un lado de la poligonal envolvente del pueblo de la Magdalena Atlaxolpa.

OBSERVO Y CALCULO: Jesús Albo Lara. INSTRUMENTO: WILD T-I

CRONOMETRISTA: Ariel Macías V.



FECHA: 5 de Mayo de 1967

LINEA ORIENTADA: 133 - 135 φ= 19° 22' 01."30

D A T O S	SERIE Nº 1	SERIE Nº 2	SERIE Nº 3
Z	56° 47' 48."00	53° 17' 24."00	52° 03' 12."00
φ	19° 22' 01."30	19° 22' 01."30	19° 22' 01."30
$Z + \varphi$	76° 09' 49."30	72° 39' 25."30	71° 23' 13."30
δ	16° 10' 03."33	16° 10' 05."10	16° 10' 09."18
$Z + \varphi + \delta$	92° 19' 52."63	88° 49' 30."40	87° 33' 22."48
$Z + \varphi - \delta$	59° 59' 45."97	56° 29' 20."20	55° 13' 04."12
$1/2(Z + \varphi + \delta)$	46° 09' 56."32	44° 24' 45."20	43° 46' 41."24
$1/2(Z + \varphi - \delta)$	29° 59' 52."99	28° 14' 40."10	27° 36' 32."06
Log. Cos. m	9.84047	9.85389	9.85855
Log. Sen. n	9.69894	9.67507	9.66599
Log. Cosec. z	0.07742	0.09601	0.10335
Log. Sec. φ	0.02529	0.02529	0.02529
Log. Sen.^{2} 1/2 AZ	9.64212	9.65026	9.65318
Log. Sen. 1/2 Az	9.82106	9.82513	9.82659
1/2 Az	41° 28'.6	41° 57'.3	42° 07'.7
Az	82° 57'.2	83° 54'.6	84° 15'.4
- Ang.(señal - sol)	- 68° 56'.7	- 69° 53'.8	- 70° 15'.0
Azimut del lado	14° 00'.5	14° 00'.8	14° 00'.4

CALCULO DE LA LONGITUD.-

El ángulo diedro que forman dos meridianos terrestres es en Astronomía la diferencia de Longitudes, este ángulo también se llama ángulo horario y se puede determinar por medio de la siguiente fórmula:

$$\operatorname{sen} \tfrac{1}{2} h = \sqrt{\frac{\operatorname{sen} a \cdot \operatorname{sen} c}{\cos \varphi \cos \delta}}$$

en que : $a = \tfrac{1}{2}(z + \varphi - \delta)$

$c = \tfrac{1}{2}(z - \varphi + \delta)$

El valor de h que se obtiene se reduce a unidades de tiempo, después se resta o se suma la hora del paso del sol por el meridiano 90°, así que la diferencia de horas será la diferencia de longitud del lugar con respecto al meridiano considerado, por eso al agregar 6 horas se tendrá la longitud referida a Greenwich.

Veamos ahora con los datos obtenidos en la observación hecha el 5 de Mayo de 1967.

Se tienen los siguientes datos:

$z = 56° \; 47' \; 48$ Hora de Observación = $8^h \; 34^m \; 06^s.18$

$\varphi = 19° \; 22' \; 1.3$

$\delta = 16° \; 10' \; 3.33$

$$\begin{array}{rrrr}
z + \varphi = & 75° & 69' & 49''30 \\
- \delta = & 16° & 10' & 3''33 \\
\hline
2a = & 59° & 59' & 45''97 \\
a = & 29° & 59' & 52''98 \\
\hline
\end{array}$$

$$
\begin{array}{rrrr}
z = & 56^\circ & 47' & 48.00 \\
-\varphi = & 19 & 22 & 1.3 \\
\hline
 & 37^\circ & 25 & 46.70 \\
\delta = & 16 & 10 & 3.33 \\
\hline
2\,c = & 53^\circ & 35' & 50.03 \\
\end{array}
$$

$$\boxed{c = 26^\circ \; 47' \; 55.01}$$

$$
\begin{array}{lcl}
\log \operatorname{sen} a & = & 9.698944 \\
\log \operatorname{sen} c & = & 9.654037 \\
-\log \cos & = & 9.974694 \\
-\log \cos & = & 9.982476 \\
\hline
\log \operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} h & = & 9.395821 \\
\log \operatorname{sen} \tfrac{1}{2} h & = & 9.697910 \\
\end{array}
$$

$$\tfrac{1}{2} h = 29^\circ \; 55' \; 09''9$$

$$h = 59^\circ \; 50' \; 19''8$$

$$h \text{ (en tiempo)} = 3^h \; 59^m \; 3^s.32$$

hora del paso del sol por el m-90 = 11^h 56^m $36^s.8$

hora local .... = 7^h 57^m $33^s.48$

hora legal - t .... = 8^h 34^m $06^s.18$

diferencia de longitud .... = 0^h 36^m $32^s.70$

Diferencia de longitud con respecto al m-G. = 6^h 36^m $32^s.7$