

29  
3



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

POSICIONAMIENTO EN MINAS

T E S I S

Que para obtener el Título de  
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

P r e s e n t a

EDUARDO RAFAEL MONTIEL ACOSTA



México, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## "POSICIONAMIENTO EN MINAS"

### INTRODUCCION.

#### CAPITULO I.- POSICIONAMIENTO POR "N" VERTICES.

- 1.1 DEFINICION DEL PROCEDIMIENTO.
- 1.2 OBTENCION DE LAS DISTANCIAS APROXIMADAS DE LOS VERTICES CONOCIDOS DE APOYO AL PUNTO POR UBI - CAR.
  - 1.2.1. Identificación localización y coordenadas de los vértices - apoyo.
  - 1.2.2 Descripción del método de Schreiber para medir ángulos.
  - 1.2.3 Medición de ángulos por el método de Schreiber.
  - 1.2.4 Aplicación del método de Schreiber para obtener los ángulos independientes.
  - 1.2.5 Aplicación de los criterios de Wrigth y Chauvenet para desechar observaciones dudosas.
  - 1.2.6 Distancias y rumbos entre los vértices conocidos por medio de programa de calculadora TI programable 58 ó 59.
  - 1.2.7 Solución del problema de los 3 puntos para encontrar las distancias aproximadas correspondientes de los vértices de apoyo al punto de partida.
    - 1.2.7.1. Explicación
    - 1.2.7.2. Figura Caballero Alto - Catedral - San Simón.
    - 1.2.8 Resultados finales.
- 1.3 DETERMINACION DE LAS COORDENADAS CARTESIANAS DEL PUNTO DE PARTIDA (METODO DE "N" VERTICES, CON EL PROCEDIMIENTO DE VARIACION DE COORDENADAS).
  - 1.3.1 Determinación de las coordenadas aproximadas del punto - de partida.
  - 1.3.2 Aplicación del método de "N" vértices, con el procedimiento de variación de coordenadas.
    - 1.3.2.1. Linealización de la ecuación de observación del ángulo  $\alpha$
    - 1.3.2.2. Linealización de la ecuación de observación del ángulo  $\beta$
    - 1.3.2.3. Linealización de la ecuación de observación del ángulo  $\delta$
  - 1.3.3 Aplicación de los mínimos cuadrados en el caso de observaciones indirectas de diferente peso suponiendo independientes las incógnitas.

- 1.3.4 Comprobación de las coordenadas obtenidas.
- 1.4 TRANSFORMACION DE COORDENADAS ORTOGONALES A GEOGRAFICAS.
  - 1.4.1 Explicación.
  - 1.4.2 Fórmulas que se utilizarán.
  - 1.4.3 Solución para el caso Caballero Alto.
  - 1.4.4 Comprobación con ayuda del vértice Catedral.

## CAPITULO II.- PERITAJE MINERO.

- 2.1 ASPECTOS LEGALES CORRESPONDIENTES A ESTE TRABAJO.
  - 2.1.1 Localización.
  - 2.1.2 Medición.
  - 2.1.3 Amojonamiento.
  - 2.1.4 Informes periciales.
- 2.2 ORIENTACION ASTRONOMICA DE UNA LINEA.
  - 2.2.1 Explicación.
  - 2.2.2 Registro de campo.
  - 2.2.3 Programa de calculadora TI programable 58 6 59 para calcular orientaciones astronómicas.
  - 2.2.4 Comprobación; medición del ángulo Señal-Punto de Partida (La Fé)-Caballero Alto.
- 2.3 DESLINDE DE LA MINA "LA FE".
  - 2.3.1 Explicación.
  - 2.3.2 Programa de computadora en lenguaje BASIC para el cálculo y compensación de la poligonal de deslinde.
- 2.4 INFORME PERICIAL.

## CONCLUSIONES.

## "INTRODUCCION"

El principal objetivo del presente trabajo consiste en ejemplificar el uso del "POSICIONAMIENTO POR MEDIO DE "N" VERTICES", por el método de variación de coordenadas, que en este caso aplico al peritaje de localización y medición de un lote minero; pero que igualmente puede usarse para:

- a) Control terrestre en fotogrametría.
- b) Posicionamiento de antenas y estaciones repetidoras de microondas.
- c) Localización de propiedades y en cualquier caso que se requiera posicionamiento, siempre y cuando se disponga de vértices conocidos, propios para el objeto.

También aprovecho la oportunidad para ejemplificar la forma legal en que deben realizarse y presentarse los peritajes mineros, tomando en cuenta que para tal efecto, el lugar escogido para la ejecución del trabajo es en realidad una mina a cielo abierto o mejor dicho un yacimiento de arena, cantera de tepetate y piedra, la cual fungirá como lote minero. Claro está que la mina a cielo abierto, ubicada en las afueras de la Ciudad de México, contiene para su explotación productos para la fabricación de materiales de construcción u ornamentación o se destinen directamente a esos fines y por tal motivo no necesita estar controlada por la Secretaría del Patrimonio y Fomento Industrial, pero sí por un Reglamento del Departamento del Distrito Federal publicado en el Diario Oficial el 7 de abril de 1932 bajo el Gobierno del C. Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Pascual Ortiz Rubio.

## CAPITULO I.- POSICIONAMIENTO POR "N" VERTICES.

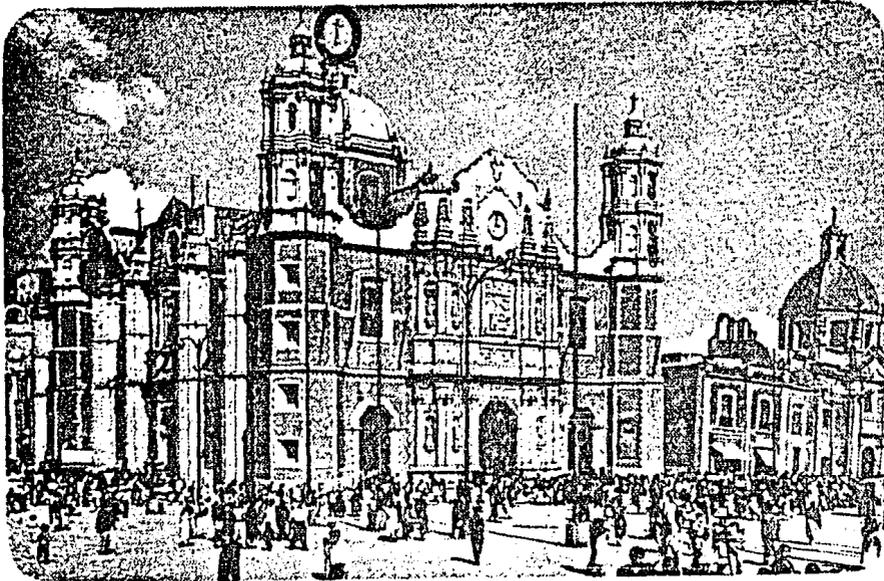
### 1.1 DEFINICION DEL PROCEDIMIENTO.

Cuando se han determinado a partir de control primario las posiciones de señales fácilmente visibles e identificables, tales como torres o cúpulas de iglesia, astabanderas, antenas de radio, formaciones sobresalientes de riscos, tanques de agua elevados, árboles aislados u otras señales prominentes, se puede determinar la posición de cualquier punto sobre el terreno siempre que sea factible observar desde éste hacia tres o más señales; a este procedimiento se le llama posicionamiento por "N" vértices.

Si se visan tres objetos de localización conocida, la posición del punto deseado se puede determinar por medio del problema de los tres puntos. Resulta más conveniente observar cuatro o más objetos, con lo que aumenta la precisión de la solución, ya que con tres, la posición es un tanto imprecisa.

**1.2. OBTENCION DE LAS DISTANCIAS APROXIMADAS DE  
LOS VERTICES CONOCIDOS DE APOYO AL PUNTO -  
POR UBICAR.**

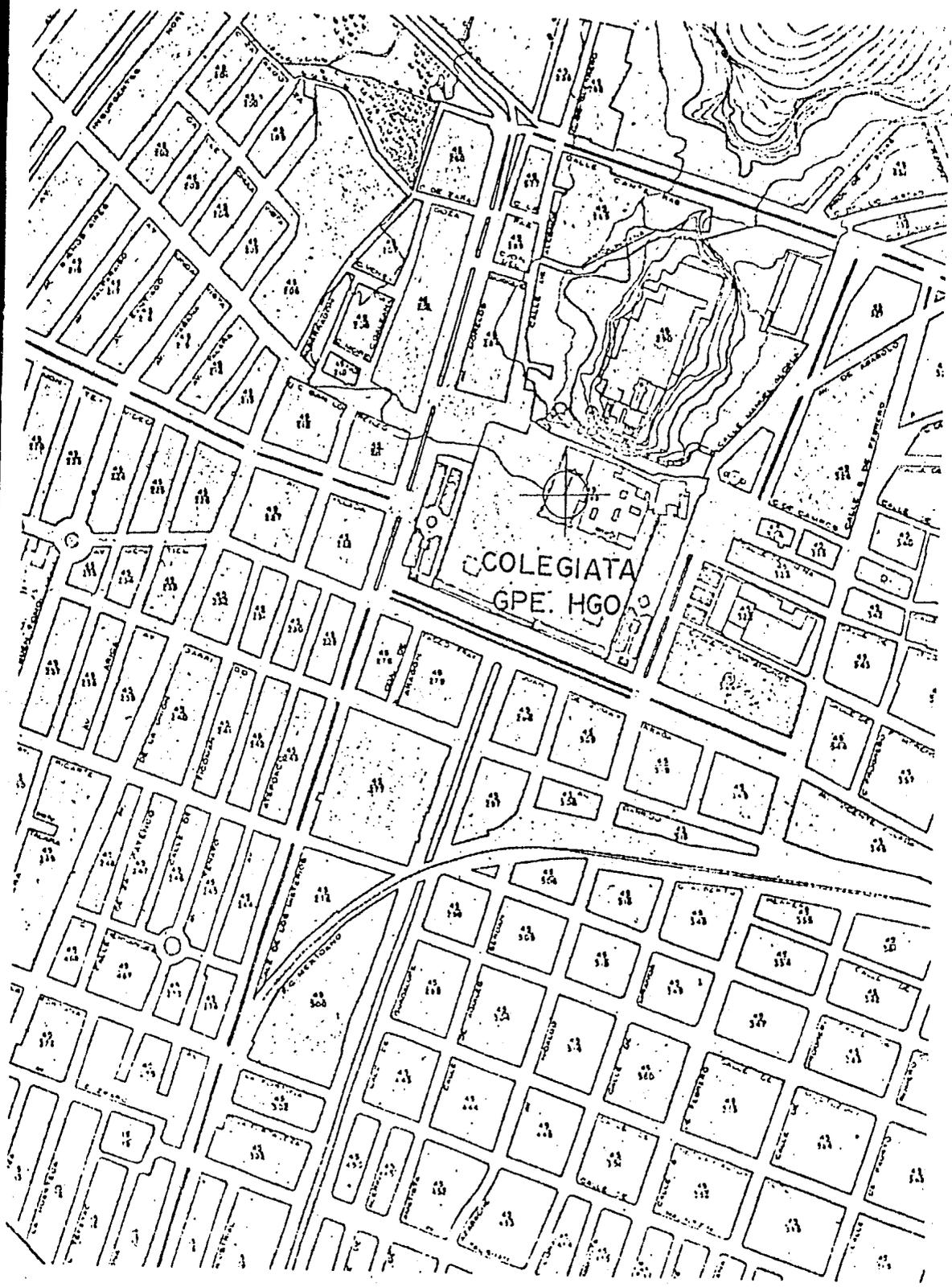
**1.2.1 Identificación, localización y coordenadas de los vértices de apoyo.**



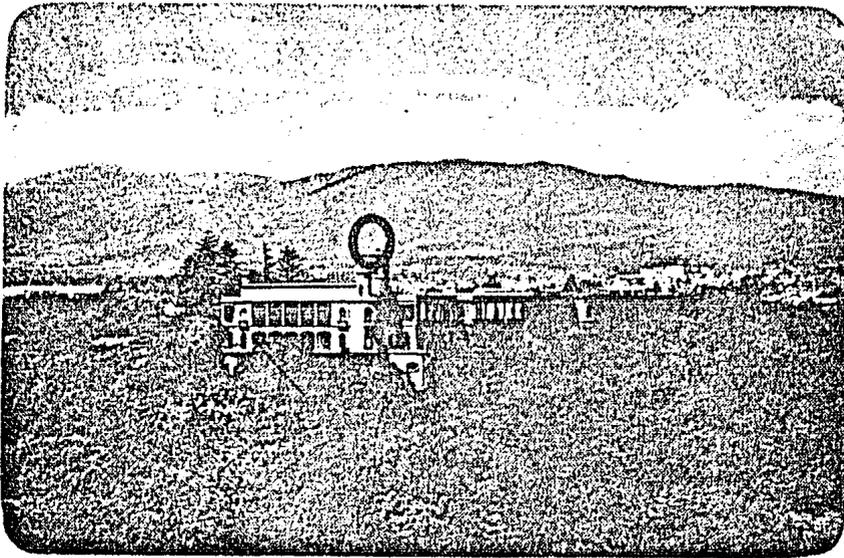
a) Colegiata, Guadalupe Hidalgo ( Antigua Basílica de Guadalupe).

$$X = + 8,334.00$$

$$Y = + 9,044.50$$



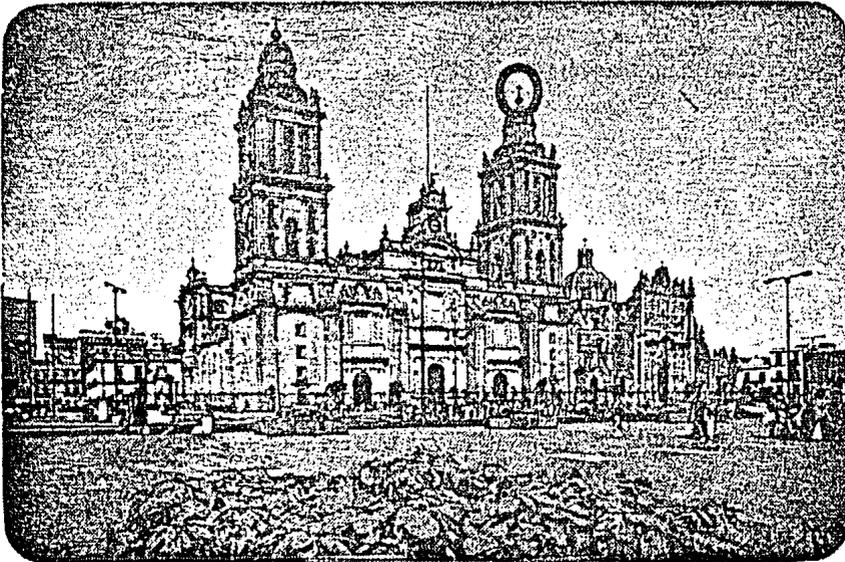
COLEGIATA  
GPE. HGO



b) Caballero Alto ( Chapultepec, Castillo, Antena ).

$$X = + 1,572.00$$

$$Y = + 1,887.32$$



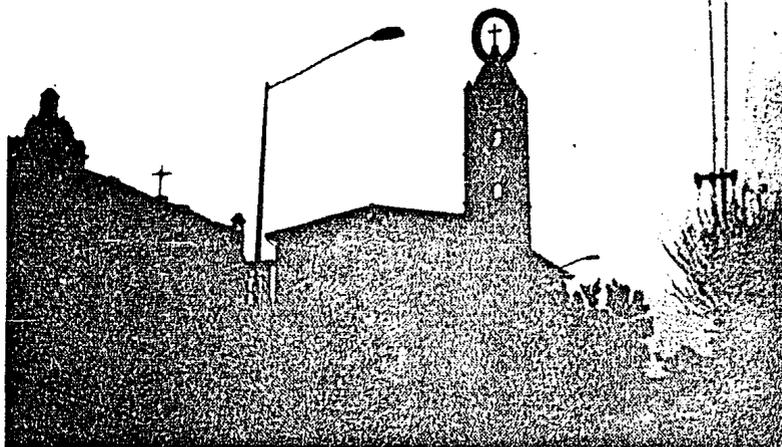
c) Catedral de la Ciudad de México ( Torre Este ).

$$X = + 6,658.94$$

$$Y = + 3,356.65$$







d) San Simón ( Iglesia ).

X = + 5,299.48745

Y = - 3,088.7677



e) Punto del cual se requieren las Coordenadas. Punto de partida La Fé.



ST-SIMON



香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

香

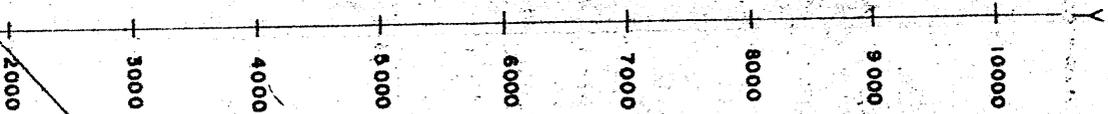
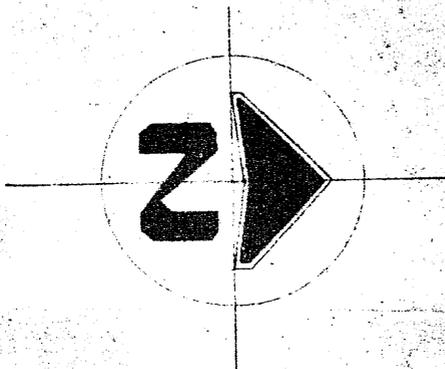
香

香

香

香

香



KCAR AUTO

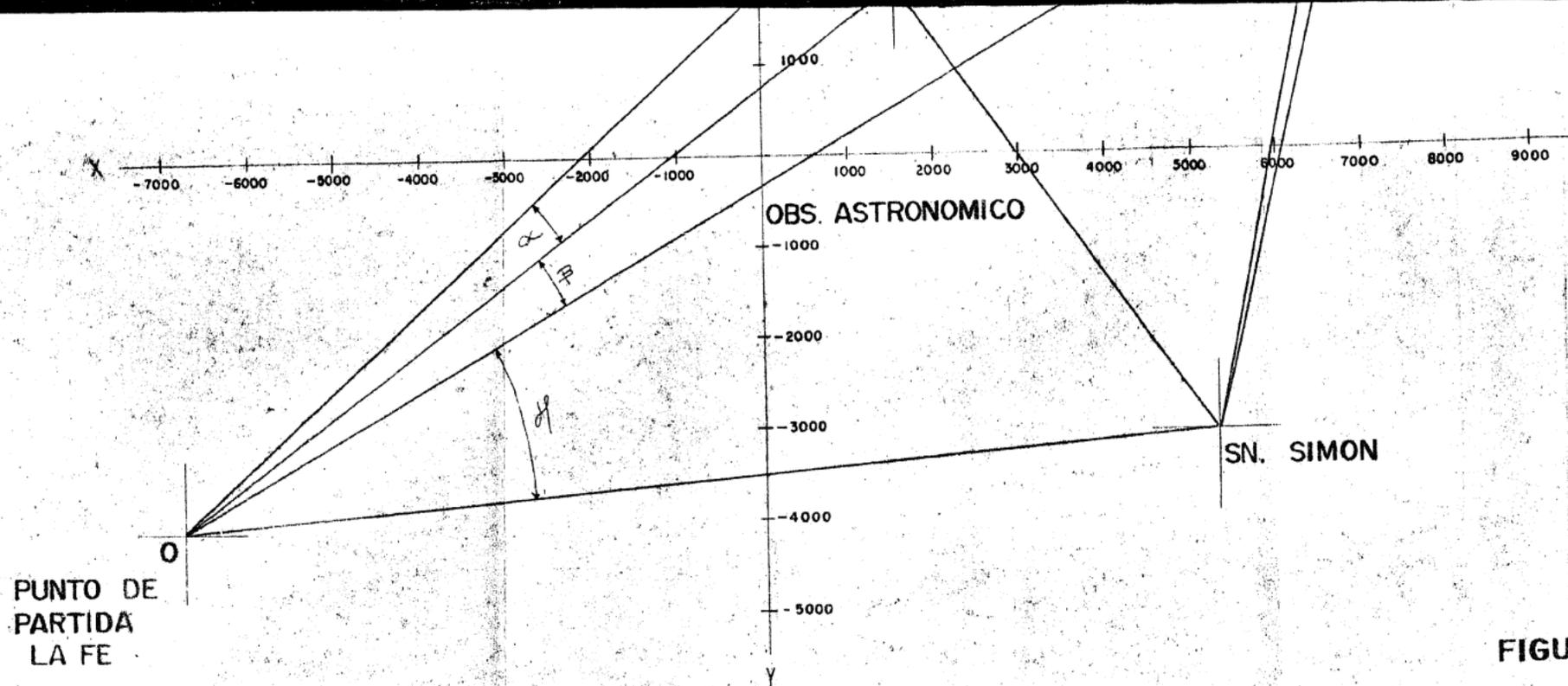


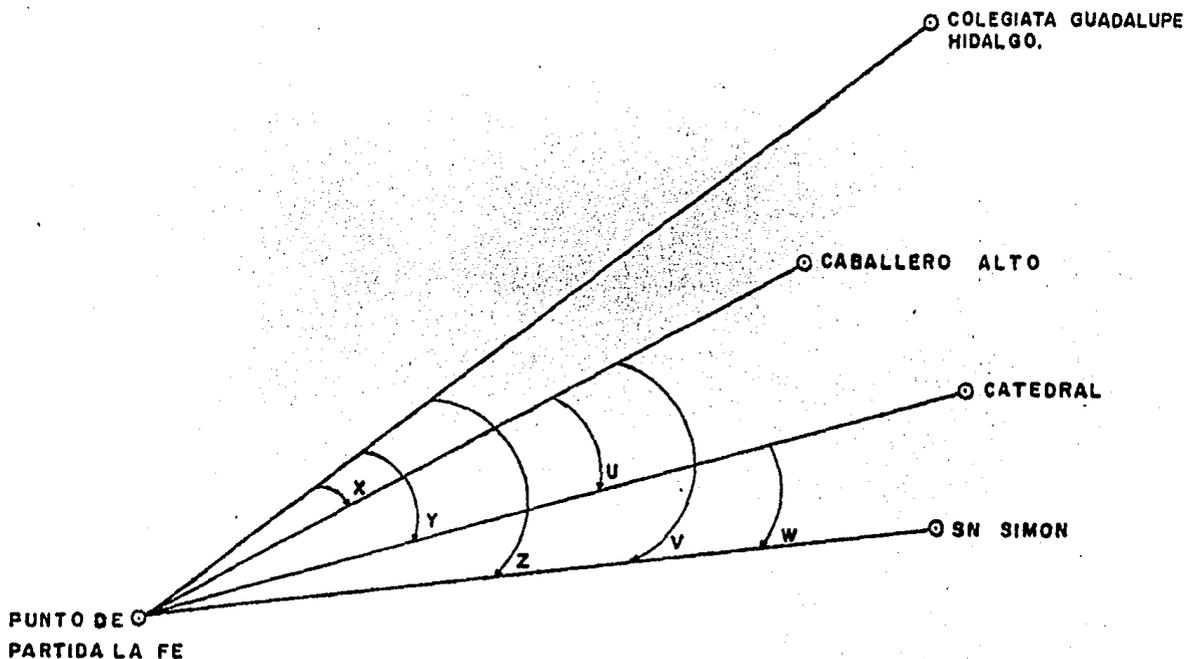
FIGURA GENERAL

ESCALA 1.50 000

### 1.2.2 Descripción del método de Schreiber para medir ángulos.

El método de Schreiber para medir un cierto número de ángulos, consiste en hacer origen en el primer vértice de izquierda a derecha e ir haciendo puntería en los demás vértices midiendo así "N" ángulos, a continuación se hace puntería y se toma origen en el siguiente vértice de izquierda a derecha y se miden los ángulos restantes, es decir, N-1 ángulos, ahora se hace puntería en el tercer vértice de izquierda a derecha, se pone origen y se miden los demás ángulos, N-2 ángulo, toda esta secuencia de operaciones se repiten hasta que al final se tenga que medir un solo ángulo.

Todo lo descrito anteriormente corresponde a una serie cuando los ángulos se miden en posición directa y luego en posición inversa. En la siguiente figura se puede observar que primeramente se miden los ángulos X, Y, Z, teniendo origen en el vértice Colegiata Gpe. Hidalgo. Luego con origen en Caballero Alto se miden los ángulos U y V. Por último, con origen en la Catedral se mide el ángulo W.



1.2.3 Medición de ángulos por el método de Shreiber.

Est.	P.V.	—	Notas	Valores Obtenidos
Punto de Partida La Fé	Colegiata	10° 08' 54"	Serie No. 1	
	Cab. Alto	15 35 00	En Directo	X = 5° 26' 06"
	Catedral	22 10 00	"	Y = 12 01 06
	Sn. Simón	46 28 24	"	Z = 36 19 30
	Cab. Alto	0 00 00	Directo	
	Catedral	6 35 00	"	U = 6° 35' 00"
	Sn. Simón	30 53 24	"	V = 30 53 24
	Catedral	0 00 00	Directo	
	Sn. Simón	24 18 24	"	W = 24 18 24
Punto de Partida La Fé	Colegiata	190 08 54	Serie No. I	
	Cab. Alto	195 35 06	En Inverso	X = 5° 26' 12"
	Catedral	202 10 03	"	Y = 12 01 09
	Sn. Simón	226 28 24	"	Z = 36 19 30
	Cab. Alto	180 00 00	Inverso	
	Catedral	186 35 00	"	U = 6 35 00
	Sn. Simón	210 53 18	"	V = 30 53 18
	Catedral	180 00 00	Inverso	
	Sn. Simón	204 18 24	"	W = 24 18 24
Punto de Partida La Fé	Colegiata	60 43 48	Serie No II	
	Cab. Alto	66 10 00	En Directo	X = 5° 26' 12"
	Catedral	72 45 00	"	Y = 12 01 12
	Sn. Simón	97 03 24	"	Z = 36 19 36
	Cab. Alto	35 30 00	Directo	
	Catedral	42 05 00	"	U = 6 35 00
	Sn. Simón	66 23 18	"	V = 30 53 18
	Catedral	75 20 00	Directo	
	Sn. Simón	99 38 12	"	W = 24 18 12
Punto de Partida La Fé	Colegiata	240 43 48	Serie No. II	
	Cab. Alto	246 10 12	En Inverso	X = 5° 26' 24"
	Catedral	252 45 06	"	Y = 12 01 18
	Sn. Simón	277 03 30	"	Z = 36 19 42
	Cab. Alto	269 09 00	Inverso	
	Catedral	275 44 00	"	U = 6 35 00
	Sn. Simón	300 02 12	"	V = 30 53 12
	Catedral	290 10 00	Inverso	
	Sn. Simón	314 28 06	"	W = 24 18 06

Est.	P.V.		Notas	Valores Obtenidos
Punto De Partida La Fé	Colegiata	41° 08' 48"	Serie No. III	
	Cab. Alto	46 35 00	En Directo	X = 5° 26' 12"
	Catedral	53 10 00	"	Y = 12 01 12
	Sn. Simón	77 28 24	"	Z = 36 19 36
	Cab. Alto	186 15 00	Directo	
	Catedral	192 50 00	"	U = 6 35 00
	Sn. Simón	217 08 06	"	V = 30 53 06
	Catedral Sn. Simón	180 00 00 204 18 12	Directo "	W = 24 18 12
Punto De Partida La Fé	Colegiata	220 08 48	Serie No III	
	Cab. Alto	225 35 00	En Inverso	X = 5° 26' 12"
	Catedral	232 10 00	"	Y = 12 01 12
	Sn. Simón	256 28 24	"	Z = 36 19 36
	Cab. Alto	135 20 00	Inverso	
	Catedral	141 55 00	"	U = 6 35 00
	Sn. Simón	166 13 18	"	V = 30 53 18
	Catedral Sn. Simón	237 19 00 261 37 12	Inverso "	W = 24 18 12

1.2.4 Aplicación del método de Schreiber para obtener los ángulos independientes.

1.2.4.1 Serie No. I

Promedio de los valores obtenidos.

X1 DIRECTO = 5° 26' 06"  
X1 INVERSO = 5° 26' 12"

X1 PROMEDIO = 5° 26' 09"

Y1 DIRECTO = 12° 01' 06"  
Y1 INVERSO = 12° 01' 09"

Y1 PROMEDIO = 12° 01' 07."5

Z1 DIRECTO = 36° 19' 30"  
Z1 INVERSO = 36° 19' 30"

Z1 PROMEDIO = 36° 19' 30"

U1 DIRECTO = 6° 35' 00"  
U1 INVERSO = 6° 35' 00"

U1 PROMEDIO = 6° 35' 00"

$$\begin{aligned} \text{VI DIRECTO} &= 30^\circ 53' 24'' & \text{VI PROMEDIO} &= 30^\circ 53' 21'' \\ \text{VI INVERSO} &= 30^\circ 53' 18'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{W1 DIRECTO} &= 24^\circ 18' 24'' & \text{W1 PROMEDIO} &= 24^\circ 18' 24'' \\ \text{W1 INVERSO} &= 24^\circ 18' 24'' \end{aligned}$$

- Solución del método de Schreiber para obtener los ángulos independientes.

En primer instancia las ecuaciones de observación serían:

$$\begin{aligned} X &= M1 & U &= M4 \\ Y &= M2 & V &= M5 \\ Z &= M3 & W &= M6 \end{aligned}$$

Pero las ecuaciones de observación más convenientes son en función de los ángulos independientes X, Y y Z.

$$\begin{array}{ll} X = M1 & X = 5^\circ 26' 09.''0 = M1 \\ Y = M2 & Y = 12^\circ 01' 07.''5 = M2 \\ Z = M3 & Z = 36^\circ 19' 30.''0 = M3 \\ U = Y - X = M4 & U = Y - X = 6^\circ 35' 00.''0 = M4 \\ V = Z - X = M5 & V = Z - X = 30^\circ 53' 21.''0 = M5 \\ W = Z - Y = M6 & W = Z - Y = 24^\circ 18' 24.''0 = M6 \end{array}$$

Como en las incógnitas independientes X, Y, Z, no intervienen pesos, ya que se tomaron con el mismo cuidado y en las mismas circunstancias, la formación de las ecuaciones normales correspondientes a cada una de las incógnitas independientes se obtendrán como sigue:

- Multiplíquense cada una de las ecuaciones primitivas por el coeficiente de la incógnita en cuestión tomado con su signo y hágase la suma.

- Formación de las ecuaciones normales.

- Ecuación normal en X.

$$\begin{array}{r} X + 0 + 0 = 5^\circ 26' 09.''0 \\ + X - Y + 0 = \phantom{5^\circ 26' 09.''0} - 6^\circ 35' 00.''0 \\ X + 0 - Z = \phantom{5^\circ 26' 09.''0} - 30^\circ 53' 21.''0 \\ \hline 3X - Y - Z = 5^\circ 26' 09.''0 - 6^\circ 35' 00.''0 - 30^\circ 53' 21.''0 \\ 3X - Y - Z = - 32^\circ 02' 12'' = K1 \end{array}$$

- Ecuación normal en Y.

$$\begin{array}{r}
 0 + Y + 0 = 12^{\circ} 01' 07.''5 \\
 + - X + Y + 0 = \phantom{12^{\circ} 01' 07.''5} + 6^{\circ} 35' 00'' \\
 0 + Y - Z = \phantom{12^{\circ} 01' 07.''5} - 24^{\circ} 18' 24.''0 \\
 \hline
 - X + 3Y - Z = 12^{\circ} 01' 07.''5 + 6^{\circ} 35' 00'' - 24^{\circ} 18' 24.''0 \\
 - X + 3Y - Z + - 5^{\circ} 42' 16.''5 = K2 \phantom{+ 6^{\circ} 35' 00''} \phantom{- 24^{\circ} 18' 24.''0}
 \end{array}$$

2

- Ecuación normal en Z.

$$\begin{array}{r}
 0 + 0 + Z = 36^{\circ} 19' 30.''0 \\
 + - X + 0 + Z = \phantom{36^{\circ} 19' 30.''0} + 30^{\circ} 53' 21.''0 \\
 0 - Y + Z = \phantom{36^{\circ} 19' 30.''0} + 24^{\circ} 18' 24.''0 \\
 \hline
 - X - Y + 3Z = 36^{\circ} 19' 30.''0 + 30^{\circ} 53' 21.''0 + 24^{\circ} 18' 24.''0 \\
 - X - Y + 3Z = 91^{\circ} 31' 15.'' = K3
 \end{array}$$

3

Conjuntando el sistema de ecuaciones.

Ecuaciones	M1	M2	M3
$3X - Y - Z =$	$5^{\circ} 26' 09''$		
$-X + 3Y - Z =$		$+ 12^{\circ} 01' 07.5''$	
$-X - Y + 3Z =$			$+ 36^{\circ} 19' 30''$

M4	M5	M6	
$- 6^{\circ} 35' 00''$	$- 30^{\circ} 53' 21''$		$= K1 = 1$
$+ 6^{\circ} 35' 00''$		$- 24^{\circ} 18' 24''$	$= K2 = 2$
	$+ 30^{\circ} 53' 21''$	$+ 24^{\circ} 18' 24''$	$= K3 = 3$

$$X + Y + Z = 5^{\circ} 26' 09.''0 + 12^{\circ} 01' 07.''5 + 36^{\circ} 19' 30.''0 = K4 = 4$$

$$X + Y + Z = 53^{\circ} 46' 46.''5 = K$$

Sumando las ecuaciones 1 + 4.

$$\begin{array}{rcl}
 + 3X - Y - Z & = & - 32^{\circ} 02' 12'' = K1 \\
 X + Y + Z & = & 53^{\circ} 46' 46.''5 = K \\
 \hline
 4X & = & 21^{\circ} 44' 34.''5 = K1 + K
 \end{array}$$

$$X = \frac{K + K1}{4} ; \quad X = \frac{21^{\circ} 44' 34.''5}{4} ; \quad \boxed{X1 = 5^{\circ} 26' 08.''625}$$

Sumando las ecuaciones 2 + 4

$$\begin{array}{rcl}
 + - X + 3Y - Z & = & - 5^{\circ} 42' 16.''5 = K2 \\
 X + Y + Z & = & 53^{\circ} 46' 46.''5 = K \\
 \hline
 4Y & = & 48^{\circ} 04' 30.''0 = K2 + K
 \end{array}$$

$$Y = \frac{K + K2}{4} ; \quad Y = \frac{48^{\circ} 04' 30.''0}{4} ; \quad \boxed{Y1 = 12^{\circ} 01' 07.''5}$$

Sumando las ecuaciones 3 + 4

$$\begin{array}{rcl}
 + - X - Y + 3Z & = & 91^{\circ} 31' 15'' = K3 \\
 X + Y + Z & = & 53^{\circ} 46' 46.''5 = K \\
 \hline
 4Z & = & 145^{\circ} 18' 01.''5 = K3 + K
 \end{array}$$

$$Z = \frac{K + K3}{4} ; \quad Z = \frac{145^{\circ} 18' 01.''5}{4} ; \quad \boxed{Z1 = 36^{\circ} 19' 30.''375}$$

- Sustituyendo estos valores en las ecuaciones de observación:

$$\begin{array}{rcl}
 U = Y - X & = & 12^{\circ} 01' 07.''5 - 5^{\circ} 26' 08.''625 = \boxed{U1 = 6^{\circ} 34' 58.''875} \\
 V = Z - X & = & 36^{\circ} 19' 30.''375 - 5^{\circ} 26' 08.''625 = \boxed{V1 = 30^{\circ} 53' 21.''75} \\
 W = Z - Y & = & 36^{\circ} 19' 30.''375 - 12^{\circ} 01' 07.''5 = \boxed{W1 = 24^{\circ} 18' 22.''875}
 \end{array}$$

1.2.4.2 Serie No. II.

- Promedio de los valores obtenidos.

$$X2 \text{ Directo} = 5^{\circ} 26' 12.''0$$

$$K2 \text{ Promedio} = 5^{\circ} 26' 18''$$

$$X2 \text{ Inverso} = 5^{\circ} 26' 24.''0$$

$$Y2 \text{ Directo} = 12^{\circ} 01' 12''$$

$$Y2 \text{ Promedio} = 12^{\circ} 01' 15''$$

$$Y2 \text{ Inverso} = 12^{\circ} 01' 18''$$



- Ecuación normal en Z.

$$\begin{array}{r}
 0 + 0 + Z = 36^\circ 19' 39'' \\
 + - X + 0 + Z = \phantom{36^\circ 19' 39''} + 30^\circ 53' 19'' \\
 0 - Y + Z = \phantom{36^\circ 19' 39''} + 24^\circ 18' 09'' \\
 \hline
 - X - Y + 3Z = 36^\circ 19' 39'' + 30^\circ 53' 15'' + 24^\circ 18' 09'' \\
 - X - Y + 3Z = 91^\circ 31' 03'' + K3 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 3
 \end{array}$$

- Conjuntando el sistema de ecuaciones.

Ecuaciones	M1	M2	M3
3X - Y - Z =	5° 26' 18"		
-X + 3Y - Z =		+ 12° 01' 15"	
-X - Y + 3Z =			+ 36° 19' 39"

M4	M5	M6	
- 6° 35' 00"	- 30° 53' 15"		= K1 = 1
+ 6° 35' 00"		- 24° 18' 09"	= K2 = 2
	+ 30° 53' 15"	+ 24° 18' 09"	= K3 = 3

$$\begin{array}{l}
 X + Y + Z = 5^\circ 26' 18'' + 12^\circ 01' 15'' + 36^\circ 19' 39'' \\
 X + Y + Z = 53^\circ 47' 12'' = K
 \end{array}$$

Sumando las ecuaciones 1 + 4.

$$\begin{array}{r}
 + 3X - Y - Z = - 32^\circ 01' 57'' = K1 \\
 X + Y + Z = 53^\circ 47' 12'' = K \\
 \hline
 4X = 21^\circ 45' 15'' = K1 + K
 \end{array}$$

$$X = \frac{K + K1}{4} ; X = \frac{21^\circ 45' 15''}{4} ; \quad \boxed{X2 = 5^\circ 26' 18.'' 75}$$

Sumando las ecuaciones 2 + 4

$$\begin{array}{r}
 + - X + 3Y - Z = - 5^\circ 41' 54'' = K2 \\
 X + Y + Z = 53^\circ 47' 12'' = K \\
 \hline
 4Y = 48^\circ 05' 18'' = K2 + K
 \end{array}$$

$$Y = \frac{K + K_2}{4}; \quad Y = \frac{48^\circ 05' 18''}{4}; \quad \boxed{Y_2 = 12^\circ 01' 19.''75}$$

Sumando las ecuaciones 3 + 4

$$\begin{array}{r} + - X - Y + 3Z = 91^\circ 31' 03'' = K_3 \\ X + Y + Z = 53^\circ 47' 12'' = K \\ \hline 4Z = 145^\circ 18' 15'' = K_3 + K \end{array}$$

$$Z = \frac{K + K_3}{4}; \quad Z = \frac{145^\circ 18' 15''}{4}; \quad \boxed{Z_2 = 36^\circ 19' 33.''75}$$

- Sustituyendo estos valores en las ecuaciones de observación.

$$\begin{array}{r} U = Y - X = 12^\circ 01' 19.''75 - 5^\circ 26' 18.''75 = \boxed{U_2 = 6^\circ 35' 00.''75} \\ V = Z - X = 36^\circ 19' 33.''75 - 5^\circ 26' 18.''75 = \boxed{V_2 = 30^\circ 53' 15.''00} \\ W = Z - Y = 36^\circ 19' 33.''75 - 12^\circ 01' 19.''75 = \boxed{W_2 = 24^\circ 18' 14.''25} \end{array}$$

#### 1. 2.4.3. Serie No. III

- Promedio de los valores obtenidos:

X3 Directo = 5° 26' 12"	X3 Promedio = 5° 26' 12"
X3 Inverso = 5° 26' 12"	
Y3 Directo = 12° 01' 12"	Y3 Promedio = 12° 01' 12"
Y3 Inverso = 12° 01' 12"	
Z3 Directo = 36° 19' 36"	Z3 Promedio = 36° 19' 36"
Z3 Inverso = 36° 19' 36"	
U3 Directo = 6° 35' 00"	U3 Promedio = 6° 35' 00"
U3 Inverso = 6° 35' 00"	
V3 Directo = 30° 53' 06"	V2 Promedio = 30° 53' 12"
V3 Inverso = 30° 43' 18"	
W3 Directo = 24° 18' 12"	W3 Promedio = 24° 18' 12"
W3 Inverso = 24° 18' 12"	

- Procedimiento de la misma forma para las series I y II tenemos que:

X = M1		X = 5 ° 26' 12" = M1
Y = M2		Y = 12 ° 01' 12" = M2
Z = M3		Z = 36 ° 19' 36" = M3
U = Y - X = M4		U = Y - X = 6 ° 35' 00" = M4
V = Z - X = M5		V = Z - X = 30 ° 53' 12" = M5
W = Z - Y = M6		W = Z - Y = 24 ° 18' 12" = M6

- El procedimiento para la formación de las ecuaciones normales para las incógnitas independientes X, Y y Z es el mismo al utilizado para las series Nos. I y II.

- Formación de las ecuaciones normales:

- Ecuación normal en X.

$$\begin{array}{r}
 X + 0 + 0 = 5^{\circ} 26' 12'' \\
 + X - Y + 0 = \phantom{5^{\circ} 26' 12''} - 6^{\circ} 35' 00'' \\
 \hline
 X + 0 - Z = \phantom{5^{\circ} 26' 12''} - 30^{\circ} 53' 12'' \\
 \hline
 3X - Y - Z = 5^{\circ} 26' 12'' - 6^{\circ} 35' 00'' - 30^{\circ} 53' 12'' \\
 3X - Y - Z = - 32^{\circ} 02' 00'' = K1
 \end{array}
 \quad 1$$

- Ecuación normal en Y.

$$\begin{array}{r}
 0 + Y + 0 = 12^{\circ} 01' 12'' \\
 + - X + Y + 0 = \phantom{12^{\circ} 01' 12''} + 6^{\circ} 35' 00'' \\
 \hline
 0 + Y - Z = \phantom{12^{\circ} 01' 12''} - 24^{\circ} 18' 12'' \\
 \hline
 - X + 3Y - Z = 12^{\circ} 01' 12'' + 6^{\circ} 35' 00'' - 24^{\circ} 18' 12'' \\
 - X + 3Y - Z = - 5^{\circ} 42' 00'' = K2
 \end{array}
 \quad 2$$

- Ecuación normal en Z.

$$\begin{array}{r}
 0 + 0 + Z = 36^{\circ} 19' 36'' \\
 + - X + 0 + Z = \phantom{36^{\circ} 19' 36''} + 30^{\circ} 53' 12'' \\
 \hline
 0 - Y + Z = \phantom{36^{\circ} 19' 36''} + 24^{\circ} 18' 12'' \\
 \hline
 - X - Y + 3Z = 36^{\circ} 19' 36'' + 30^{\circ} 53' 12'' + 24^{\circ} 18' 12'' \\
 - X - Y + 3Z = 91^{\circ} 31' 00'' = K3
 \end{array}
 \quad 3$$

- Conjuntando el sistema de ecuaciones.

Ecuaciones	M1	M2	M3
3 X - Y - Z =	5° 26' 12"		
- X + 3Y - Z =		+ 12° 01' 12"	
- X - Y + 3Z =			+ 36° 19' 36"

M4	M5	M6	
- 6° 35' 00"	- 30° 53' 12"		= K 1 = 1
+ 6° 35' 00"		- 24° 18' 12"	= K 2 = 2
	+ 30° 53' 12"	+ 24° 18' 12"	= K 3 = 3

$$X + Y + Z = 5^{\circ} 26' 12'' + 12^{\circ} 01' 12'' + 36^{\circ} 19' 36''$$

$$X + Y + Z = 53^{\circ} 47' 00'' = K$$

Sumando las ecuaciones 1 + 4

$$\begin{array}{r} 3X - Y - Z = - 32^{\circ} 02' 00'' = K1 \\ + X + Y + Z = 53^{\circ} 47' 00'' = K \\ \hline 4X = 21^{\circ} 45' 00'' = K1 + K \end{array}$$

$$X = \frac{K + K1}{4} ; \quad X = \frac{21^{\circ} 45' 00''}{4} ;$$

$$X3 = 5^{\circ} 26' 15.''00$$

Sumando las ecuaciones 2 + 4

$$\begin{array}{r} + - X + 3Y - Z = - 5^{\circ} 42' 00'' = K2 \\ X + Y + Z = 53^{\circ} 47' 00'' = K \\ \hline 4Y = 48^{\circ} 05' 00'' = K2 + K \end{array}$$

$$Y = \frac{K + K2}{4} ; \quad Y = \frac{48^{\circ} 05' 00''}{4} ;$$

$$Y3 = 12^{\circ} 01' 15.''00$$

Sumando las ecuaciones 3 + 4

$$\begin{array}{r}
 + - X - Y + 3Z = 91^{\circ} 31' 00'' = K3 \\
 X + Y + Z = 53^{\circ} 47' 00'' = K \\
 \hline
 4Z = 145^{\circ} 18' 00'' = K3 + K
 \end{array}$$

$$Z = \frac{K + K3}{4} ; \quad Z = \frac{145^{\circ} 18' 00''}{4} ; \quad \boxed{Z3 = 36^{\circ} 19' 30''}$$

- Sustituyendo estos valores en las ecuaciones de observación:

$$U = Y - X = 12^{\circ} 01' 15'' - 5^{\circ} 26' 15'' = \boxed{U3 = 6^{\circ} 35' 00''}$$

$$V = Z - X = 36^{\circ} 19' 30'' - 5^{\circ} 26' 15'' = \boxed{V3 = 30^{\circ} 53' 15''}$$

$$W = Z - Y = 36^{\circ} 19' 30'' - 12^{\circ} 01' 15'' = \boxed{W3 = 24^{\circ} 18' 15''}$$

### 1.2.5 Aplicación de los criterios de Wriqth y Chauvenet para desechar observaciones dudosas.

Angulos que se utilizan para calcular las distancias de los vértices de apoyo al punto de partida. (La Fé):

X, U, W (Ver representación del método de Schreiber).

Formulas auxiliares:

$$\text{Error medio cuadrático} = \text{E.M.C.} = \sqrt{\frac{\sum v^2}{N - 1}}$$

$$\text{Error probable} = e = 0.6745 (\text{E.M.C.})$$

- Criterio de Wriqth para el ángulo X.

		v	v <sup>2</sup>
Serie No. I	X1 = 5° 26' 08."625	- 05."5	30."25
Serie No. II	X2 = 5° 26' 18."75	- 04."625	21."390625
Serie No. III	X3 = 5° 26' 15."00	- 00."875	0."765625
Valor más probable	= 5° 26' 14."125		Σv <sup>2</sup> = 52."40625

$$E.M.C. = \sqrt{\frac{52.140625}{2}} = E.M.C. = \pm 5.118898807$$

$$e = 0.6745 (+ 5.118898807) = e = \pm 3.452697246$$

Valor del error probable si se considera 5 veces más grande.

$$5e = \pm 17.26348623$$

En este caso no hay ninguna observación por la cual el residuo sea igual a 5 veces el error probable.

Valor del error probable si se considera 3.5 veces más grande.

$$3.5e = \pm 12.08444036$$

En este caso no hay ninguna observación por la cual el residuo sea igual a 3.5 veces el error probable, concluyéndose así que los valores de las 3 series no se deben desechar.

- Criterio de Chauvenet para el ángulo X.

$$p = \frac{2n - 1}{2n} \quad \text{donde } n = \text{n.º de observaciones.}$$

$$p = \frac{2(3) - 1}{2 \times 3} = \frac{5}{6} = 0.83333$$

Yendo a la tabla de probabilidades vemos que aproximadamente cuando  $p = 0.83333$ ;  $X/e = 2.0$

Luego el error probable admitible en este caso es igual a:

$$X = 2.0e ; X = 2.0 (\pm 3.452697246) ; X = \pm 6.905394492$$

Por lo que de acuerdo a este criterio ninguna de las observaciones de las series deben desecharse.

Por lo tanto el valor más probable del ángulo X será:

$$\boxed{V.M.P. X = 5^{\circ} 26' 14.''125}$$

- Criterio de Wright para el ángulo U:

		V	V <sup>2</sup>
Serie No. I	U1 = 6° 34' 58.'' 875	01.''0	01.''0
Serie No. II	U2 = 6° 35' 00.'' 75	- 00.''875	0.''765625
Serie No. III	U3 = 6° 35' 00''	- 00.''125	0.015625
Valor más probable	= 6° 34' 59.'' 875	$\Sigma V =$	1.''78125

$$E.M.C. = \sqrt{\frac{1.''78125}{2}} = \boxed{E.M.C. = 70.''9437293044}$$

$$e = 0.6745 ( + 0.9437293044 ) = \boxed{e = 70.''6365454158}$$

Error probable si se considera 5 veces más grande.

$$\boxed{5e = 73.''182727079}$$

En este caso no hay ninguna observación por la cual el residuo sea igual a 5 veces el error probable.

Valor del error probable si se considera 3.5 veces más grande.

$$\boxed{3.5e = 72.''227908955}$$

En este otro caso no hay ninguna observación por la cual el residuo sea igual a 3.5 veces el error probable. CONCLUYENDOSE ASI QUE LOS VALORES DE LAS TRES SERIES NO SE DEBEN DESECHAR.

- Criterio de Chauvenet para el ángulo U:

$$p = \frac{2n - 1}{2n} \quad \text{donde } n = \text{n o. de observaciones.}$$

$$p = \frac{2(3) - 1}{2 \times 3} = \frac{5}{6} = 0.83333$$

Yendo a la tabla de probabilidades vemos que aproximadamente cuando  $p = 0.83333$  ;  $X/e = 2.0$

Luego el error límite admisible en este caso es igual a:

$$X = 2.0e \ ; \ X = 2.0 \ ( \pm 0.^{\circ} 6365454158 ) \ ; \ X = \pm 1.^{\circ} 273090832$$

Por lo que de acuerdo a este criterio, ninguna de las observaciones de las series deben desecharse.

Por lo tanto el valor más probable del ángulo U será :

$$V.M.P. \ U = 6^{\circ} \ 34' \ 59.^{\circ} 876$$

- Criterio de Wriht para el ángulo W.

		$\sqrt{V}$	$\sqrt{V^2}$
Serie No. I	W1 = 24° 18' 22." 875	05." 5	30." 25
Serie No. II	W2 = 24° 18' 14." 25	03." 125	9 ." 765625
Serie No. III	W3 = 24° 18' 15." 00	02." 375	5 ." 640625
Valor más probable	= 24° 18' 17." 375		$\sum V^2 = 45." 65625$

$$E.M.C. = \sqrt{\frac{45.^{\circ} 65625}{2}} = E.M.C. = \pm 4.^{\circ} 777878713$$

$$e = 0.6745 \ ( \pm 4.^{\circ} 777878713 ) = e = \pm 3.^{\circ} 222679192$$

Valor del error probable si se considera 5 veces más grande.

$$5e = \pm 16.^{\circ} 11339596$$

En este caso no hay ninguna observación por la cual el residuo sea igual a 5 veces el error probable.

Valor del error probable si se considera 3.5 veces más grande.

$$3.5e = \pm 11.^{\circ} 27937717$$

En este otro caso no hay ninguna observación por la cual el residuo sea igual a 3.5 veces el error probable, CONCLUYENDOSE ASI QUE LOS VALORES DE LAS 3 SERIES NO SE DEBEN DESECHAR.

- Criterio de Chauvenet para el ángulo W.

$$p = \frac{2n - 1}{2n} \quad \text{donde } n = \text{no. de observaciones.}$$

$$p = \frac{2(3) - 1}{2 \times 3} = \frac{5}{6} = 0.83333$$

Yendo a la tabla de probabilidades vemos que aproximadamente cuando  $p = 0.83333$  ;  $X/e = 2.0$

Luego el error límite admisible en este caso es igual a:

$$X = 2.0e ; X = 2.0 ( \pm 3.222679192 ) ; \quad X = \pm 6.445358384$$

Por lo que, de acuerdo a este criterio ninguna de las observaciones de las series deben desecharse.

Por lo tanto, el valor más probable del ángulo W será:

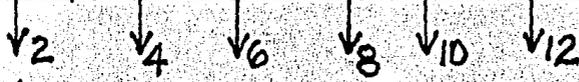
$$V.M.P. W = 24^{\circ} 18' 17.1375''$$

1.2.6 Distancias y rumbos entre los vértices conocidos por medio de programa de calculadora TI programable 58 6 59.

	2	4	6	8	10	12
LRN	R/S	R/S	05	X <sup>2</sup>	÷	R/S
2nd	2nd	2nd	X <sup>2</sup>	=	RCL	RST
LbL	LbL	LbL	+	√X	06	LRN
A	C	E	(	STO	-	RST
STO	STO	(	RCL	07	INV	
01	03	RCL	04	R/S	2nd	
R/S	R/S	03	-	2nd	tan	
2nd	2nd	-	RCL	LbL	INV	
	↓ 1	↓ 3	↓ 5	↓ 7	↓ 9	↓ 11

.....

1	3	5	7	9	11	
LbL	LbL	RCL	02	2nd	2nd	
B	D	01	)	A'	DMS	
STO	STO	)	STO	RCL	STO	
02	04	STO	06	05	08	



Operación:

Introducir

Oprimir

X1	A
Y1	B
X2	C
Y2	D

Obtención de distancia oprimir E

" " rumbo " 2nd A'

- 1.- Colegiata - Caballero Alto.  
 Distancia = 9,846.312485  
 Rumbo = 43° 22' 25." 5003 SW
- 2.- Caballero Alto - Catedral  
 Distancia = 5,294.892748  
 Rumbo = 73° 53' 20." 3187 NE
- 3.- Catedral - Sn. Simón.  
 Distancia = 6,587.224041  
 Rumbo = 11° 54' 36." 4616 SW
- 4.- Colegiata - Catedral  
 Distancia = 5,929.372954  
 Rumbo = 16° 24' 34." 5299 SW
- 5.- Colegiata - Sn. Simón  
 Distancia = 12,506.97611  
 Rumbo = 14° 02' 29." 606 SW

- 6.- Caballero Alto - Sn. Simón.  
 Distancia = 6,217.363709  
 Rumbo = 36° 50' 10." 1206 SW

1.2.7 Solución del problema de los 3 puntos para encontrar las distancias aproximadas correspondientes de los vértices de apoyo al punto de partida.

1.2.7.1 Explicación.

De acuerdo con nuestra figura GENERAL se pueden obtener 4 soluciones diferentes del problema de los tres puntos y el hecho de hacerlas, implica la repetición del método 4 veces, por tal motivo se efectuará enseguida la solución del caso Caballero Alto - Catedral - Sn. Simón, con el propósito de demostrar el procedimiento y además la elección de esta figura es de trascendencia a los capítulos siguientes. De las demás figuras sólo se indicarán sus resultados al final, para que se pueda visualizar la confiabilidad de los vértices seleccionados en la obtención de las coordenadas del punto de partida La Fé.

1.2.7.2 Figura Cab. Alto - Catedral - Sn. Simón. Elementos del triángulo A, B, C.

$\overline{AB}$	=	5,294.892748	$\overline{BC}$	=	6,587.224041
$\overline{AC}$	=	6,217.363709	$\alpha$	=	69° 16' 29." 5607
$\delta$	=	61° 58' 43." 8571	$\beta$	=	48° 44' 46." 5822

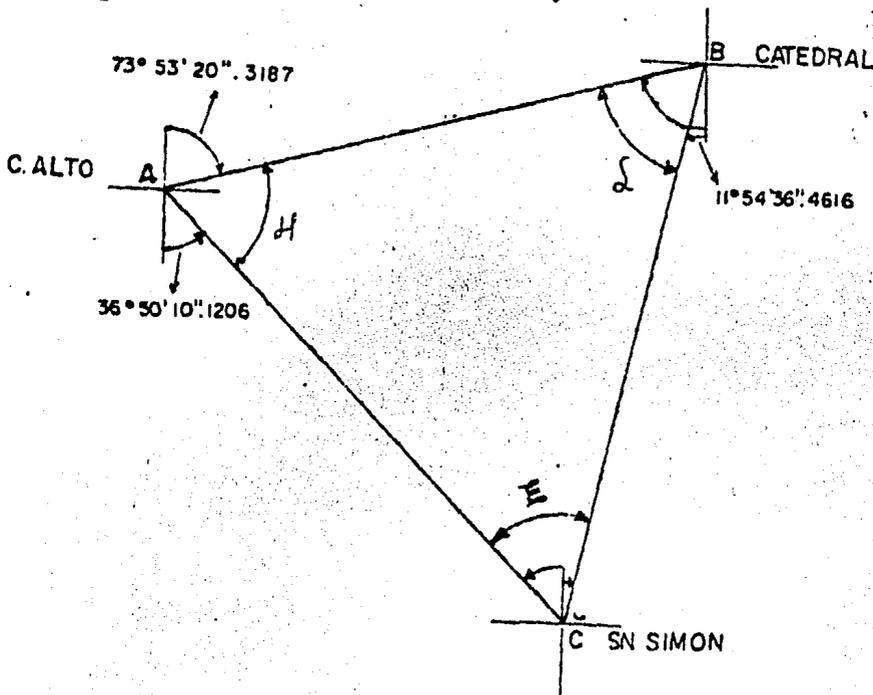
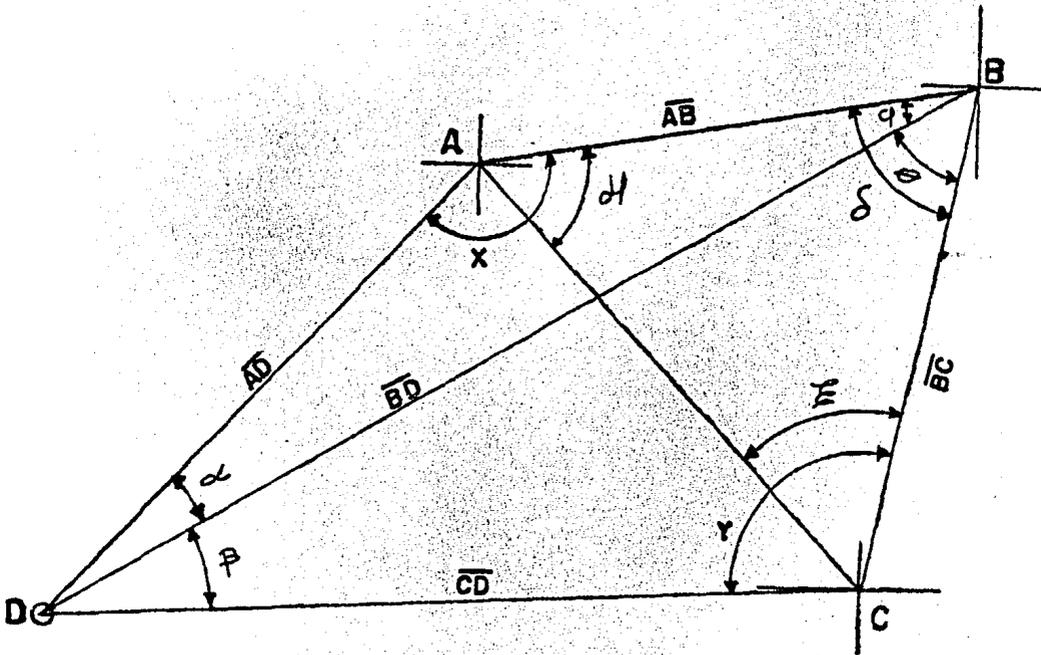


Figura General del Caso 2.7.2

$$\begin{aligned} \alpha &= 6^{\circ} 34' 59." 875 \\ \beta &= 24^{\circ} 18' 17." 375 \\ AB &= 5,294.892748 \\ BC &= 6,587.224041 \\ d &= 61^{\circ} 58' 43." 8571 \end{aligned}$$

A- Caballero Alto  
 B- Catedral  
 C- Sn. Simón  
 D- La Fé



Solución propuesta por el Servicio Geodésico y de Costas de Estados Unidos. Como la estación D se halla dentro del círculo que define el triángulo A, B, C. y al lado opuesto del vértice B con respecto al lado AC, se tendrá:

$$S = 180^{\circ} - 1/2 (\delta + \alpha + \beta) = 1/2 (X + Y)$$

$$S = 180^{\circ} - 1/2 (61^{\circ} 58' 43." 8571 + 6^{\circ} 34' 59." 875 + 24^{\circ} 18' 17." 375)$$

$$S = 133^{\circ} 33' 59." 446$$

$$\tan \phi = \frac{\overline{AB} \text{ Sen } \beta}{\overline{BC} \text{ Sen } \alpha} = \frac{5,294.892748 \text{ Sen } (24^\circ 18' 17.'' 375)}{6,587.224041 \text{ Sen } (6^\circ 34' 59.'' 875)}$$

$$\tan \phi = 2.885730942 ; \phi = \text{ang tang } 2.885730942$$

$$\boxed{\phi = 70^\circ 53' 13.'' 6629}$$

$$\tan A = \text{COT } (\phi + 45) \tan (S); \tan A = \text{COT } (70^\circ 53' 13.'' 6629 + 45) \tan (133^\circ 33' 59.'' 446)$$

$$\tan A = 0.5102081192 ; A = \text{ang tang } 0.5102081192$$

$$\boxed{A = 27^\circ 01' 51.'' 7578}$$

$$\begin{array}{r} S = 133^\circ 33' 59.'' 4460 \\ + A = 27^\circ 01' 51.'' 7578 \\ \hline X = 160^\circ 35' 51.'' 204 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} S = 133^\circ 33' 59.'' 4460 \\ + A = 27^\circ 01' 51.'' 7578 \\ \hline Y = 106^\circ 32' 07.'' 688 \end{array}$$

$$\frac{\overline{BD}}{\text{Sen } X} = \frac{\overline{AB}}{\text{Sen } \alpha} ; \overline{BD} = \frac{\overline{AB} \text{ Sen } X}{\text{Sen } \alpha} = \frac{5,294.892748 \text{ Sen } (160^\circ 35' 52.'' 204)}{\text{Sen } (6^\circ 34' 59.'' 875)}$$

$$\boxed{\overline{BD} = 15,342.41276}$$

Catedral - La Fé

$$\frac{\overline{BD}}{\text{Sen } Y} = \frac{\overline{BC}}{\text{Sen } \beta} ; \overline{BD} \text{ Sen } Y = \frac{\overline{BC} \text{ Sen } Y}{\text{Sen } \beta} = \frac{6,587.224041 \text{ Sen } (106^\circ 32' 07.'' 688)}{\text{Sen } (24^\circ 18' 17.'' 375)}$$

$$\boxed{\overline{BD} = 15,342.41282}$$

Catedral - La Fé

$$180^\circ = \alpha + X + \psi ; \psi = 180^\circ - \alpha - X ; = 180^\circ - (6^\circ 34' 59.'' 875 + 16^\circ 35' 51.'' 204)$$

$$\boxed{\psi = 12^\circ 49' 08.'' 921}$$

$$\frac{\overline{AD}}{\text{Sen } \psi} = \frac{\overline{AB}}{\text{Sen } \alpha} ; \overline{AD} = \frac{\overline{AB} \text{ Sen } \psi}{\text{Sen } \alpha} = \frac{5,294.892748 \text{ Sen } (12^\circ 49' 08.'' 921)}{\text{Sen } (6^\circ 34' 59.'' 875)}$$

$$\overline{AD} = 10,247.06057$$

Caballero Alto - La Fé

$$\frac{\overline{AD}}{\text{Sen } (Y-E)} = \frac{\overline{AC}}{\text{Sen } (\alpha + B)} ; \overline{AD} = \frac{\overline{AC} \text{ Sen } (Y-E)}{\text{Sen } (\alpha + B)}$$

$$\overline{AD} = \frac{6,217.363709 \text{ Sen } (106^\circ 32' 07.'' 688 - 48^\circ 44' 46.'' 5822)}{\text{Sen } (6^\circ 34' 59.'' 875 + 24^\circ 18' 17.'' 375)}$$

$$\overline{AD} = 10,247.06057$$

Caballero Alto - La Fé

$$180^\circ = \beta + Y + \theta ; \theta = 180^\circ - \beta - Y ; \theta = 180^\circ - (24^\circ 18' 17.'' 375 + 106^\circ 32' 07.'' 688)$$

$$\theta = 49^\circ 09' 34.'' 937$$

$$\frac{\overline{CE}}{\text{Sen } \theta} = \frac{\overline{BC}}{\text{Sen } \beta} ; \overline{CD} = \frac{\overline{BC} \text{ Sen } \theta}{\text{Sen } \beta} = \frac{6,587.224041 \text{ Sen } (49^\circ 09' 34.'' 937)}{\text{Sen } (24^\circ 18' 17.'' 375)}$$

$$\overline{CD} = 12,107.81119$$

Sn. Simón - La Fé

$$\frac{\overline{CD}}{\text{Sen } (X-\beta)} = \frac{\overline{AC}}{\text{Sen } (\alpha + B)} ; \overline{CD} = \frac{\overline{AC} \text{ Sen } (X-\beta)}{\text{Sen } (\alpha + B)}$$

$$\overline{CD} = \frac{6,217.363709 \text{ Sen } (160^\circ 35' 51.'' 204 - 69^\circ 16' 29.'' 5607)}{\text{Sen } (6^\circ 34' 59.'' 875 + 24^\circ 18' 17.'' 375)}$$

$$\overline{CD} = 12,107.81114$$

Sn. Simón - La Fé

### 1.2.8 Resultados Finales.

Distancia  
Colegiata

Figura

20,008.0564 Y 20,008.05651 (Colegiata - Cab. Alto - Catedral)

**Distancia  
Colegiata**

**Figura**

19,998.13032 Y 19,998.1303 (Colegiata - Catedral - Sn. Simón)  
20,000.97618 Y 20,000.97594 (Colegiata - Cab. Alto - Sn. Simón)

**Caballero Alto**

10,255.96524 Y 10,255.96522 (Colegiata - Cab. Alto - Catedral)  
10,248.78527 Y 10,248.78506 (Colegiata - Cab. Alto - Sn. Simón)  
10,247.06057 Y 10,247.06057 (Cab. Alto - Catedral - Sn. Simón)

**Catedral**

15,351.0263 Y 15,351.02637 (Colegiata - Cab. Alto - Catedral)  
15,339.27683 Y 15,339.27679 (Colegiata - Catedral - Sn. Simón)  
15,342.41276 Y 15,342.41282 (Cab. Alto - Catedral - Sn. Simón)

**Sn. Simón**

12,100.61094 Y 12,100.61092 (Colegiata - Catedral - Sn. Simón)  
12,107.8854 Y 12,107.88544 (Colegiata - Cab. Alto - Sn. Simón)  
12,107.81119 Y 12,107.81114 (Cab. Alto - Catedral - Sn. Simón)

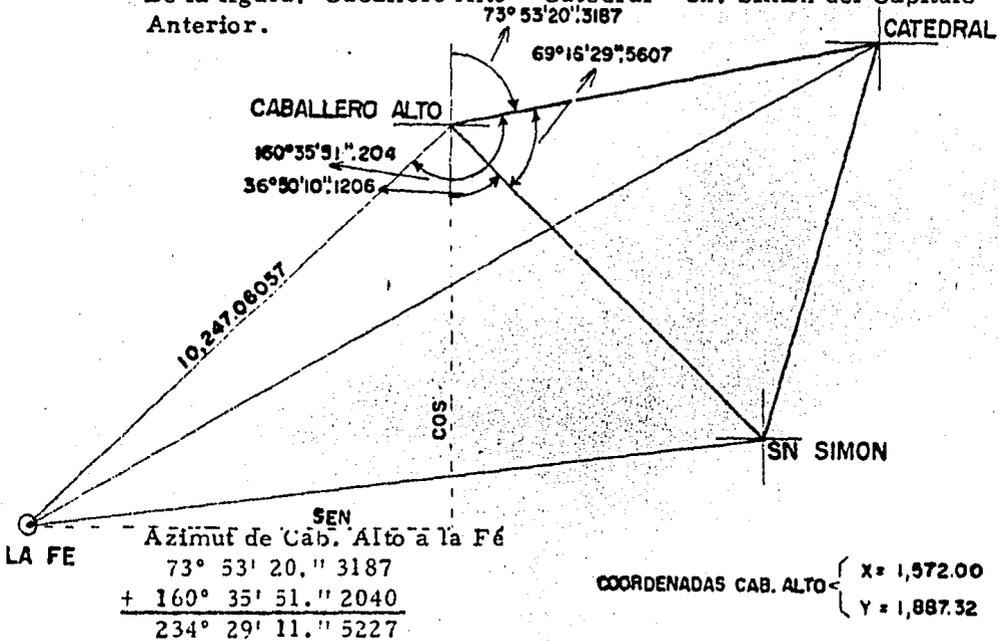
**1.3 DETERMINACION DE LAS COORDENADAS CARTESIANAS DEL PUNTO DE PARTIDA (METODO DE 'N' -- VERTICES, CON EL PROCEDIMIENTO DE VARIACION DE COORDENADAS).**

**1.3.1 Determinación de las coordenadas aproximadas del punto de partida.**

Para la obtención de estas coordenadas aproximadas sólo bastará con tomar una distancia de las calculadas anteriormente, para este propósito se eligió la distancia 10,247.06057 de Caballero Alto al punto de partida, ya que es el vértice más cercano a la Mina.

- Es un vértice cuyas coordenadas son de primer orden aprobadas - por la Dirección de Catastro e Impuesto Predial y por la Comisión Geodésica Mexicana.
- Fue el vértice que dada su cercanía, contribuye a hacer mejor la puntería en la medición de los ángulos.
- Además esta distancia fue la que coincidió exactamente en su comprobación cuando se obtuvo.

De la figura: Caballero Alto - Catedral - Sn. Simón del Capítulo Anterior.



Rumbo de Cab. Alto a la Fé = S 54° 29' 11." 5227 W

$$\text{Sen Rbo} = \frac{\text{cat op}}{\text{hip.}} ; \text{Sen Rbo} = \frac{\text{Proyección en X}}{\text{Dist. HORIZONTAL}}$$

$$\begin{aligned} \text{Proyección en X} &= - \text{Sen} ( 54^\circ 29' 11." 5227 ) ( 10,247.06057 ) \\ \text{Proyección en X} &= - 8,340.892284 \end{aligned}$$

$$\text{Cos Rbo} = \frac{\text{cat ady.}}{\text{hipot}} ; \text{Cos Rbo} = \frac{\text{Proyección en Y}}{\text{Dist. HORIZONTAL}}$$

$$\begin{aligned} \text{Proyección en Y} &= - \text{Cos} ( 54^\circ 29' 11." 5227 ) ( 10,247.06057 ) \\ \text{Proyección en Y} &= - 5,952.458839 \end{aligned}$$

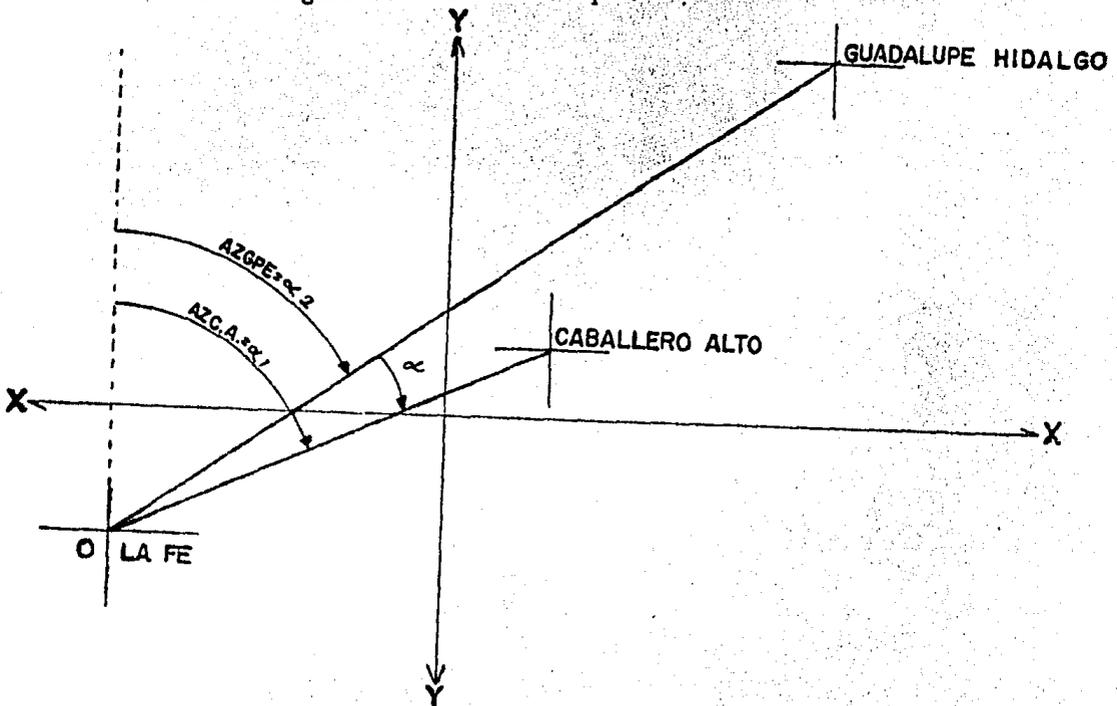
Coordenadas del punto de partida:

$X_o = - 6,768.892284$
$Y_o = - 4,065.138839$

1.3.2 Aplicación del método de "N" vértices, con el procedimiento de variación de coordenadas.

1.3.2.1 Linealización de la ecuación de observación del ángulo  $\alpha$

De la Figura General tenemos que:



En donde el ángulo  $\alpha$  es función de las coordenadas de los vértices, Caballero Alto y Guadalupe Hidalgo y La Fé, es decir:

$$\alpha = f(X_{Gpe.}, Y_{Gpe.}, X_{C.A.}, Y_{C.A.}, X_o, Y_o) \quad 1$$

El ángulo  $\alpha$  es la diferencia entre los Azimutes de 0 - Cab. Alto y 0 - Gpe.

$$\alpha = AZO - C.A. - AZO - GPE. \quad 2$$

$$\alpha_1 = AZO - C.A. = \text{ARC. tang} \frac{X_{C.A.} - X_o}{Y_{C.A.} - Y_o} \quad 3$$

$$\alpha_2 = AZO - GPE. = \text{ARC tang} \frac{X_{GPE.} - X_o}{Y_{GPE.} - Y_o}$$

Sustituyendo la ecuación 3 en la 2

$$\alpha = \text{ARC, tang} \frac{X_{C.A.} - X_o}{Y_{C.A.} - Y_o} - \text{ARC, tang} \frac{X_{GPE.} - X_o}{Y_{GPE.} - Y_o} \quad 4$$

Para la linealización adecuada de esta ecuación se debe desarrollar por medio de la serie de Taylor tomando solamente los términos de 1er. -- grado. Ya que los restantes son sumamente pequeños.

$$f(X_{GPE}, Y_{GPE}, X_{C.A.}, Y_{C.A.}, X_o, Y_o) = f(X_{GPEo}, Y_{GPEo}, X_{C.A.o}, Y_{C.A.o}, X_{Oo}, Y_{Oo}) + \left(\frac{\partial F}{\partial X_{GPE}}\right)_o dX_{GPE} + \left(\frac{\partial F}{\partial Y_{GPE}}\right)_o dY_{GPE} + \left(\frac{\partial F}{\partial X_{C.A.}}\right)_o dX_{C.A.} + \left(\frac{\partial F}{\partial Y_{C.A.}}\right)_o dY_{C.A.} + \left(\frac{\partial F}{\partial X_o}\right)_o dX_o + \left(\frac{\partial F}{\partial Y_o}\right)_o dY_o \quad 5$$

La derivada parcial del arco tangente es:

$$\frac{\partial}{\partial X} \text{ARC. TANG. U} = \frac{1}{1 + U^2} \frac{dU}{dX}$$

Desarrollando la ecuación 5 por partes.

$$\frac{\partial \alpha_2}{\partial X \text{ GPE.}} = \frac{1}{1 + \frac{(X \text{ GPE} - X_0)^2}{Y \text{ GPE} - Y_0}} = \frac{1}{\frac{(Y \text{ GPE} - Y_0)^2 + (X \text{ GPE} - X_0)^2}{(Y \text{ GPE} - Y_0)^2}}$$

$$X \frac{1}{Y \text{ GPE} - Y_0} = \frac{(Y \text{ GPE} - Y_0)^2}{(Y \text{ GPE} - Y_0)^2 + (X \text{ GPE} - X_0)^2} = \frac{Y \text{ GPE} - Y_0}{(Y \text{ GPE} - Y_0)^2 + (X \text{ GPE} - X_0)^2}$$

$$(X \text{ GPE} - X_0)^2$$

Por lo tanto:

$$\frac{\partial \alpha_2}{\partial X \text{ GPE}} = \frac{\Delta Y \text{ GPE} - 0}{\text{DIST.}^2 \text{ } 0 - \text{GPE}}$$

Procediendo de la misma manera a la anterior, todas las derivadas quedan así:

$$\frac{\partial \alpha_2}{\partial X \text{ GPE}} = \frac{\Delta Y \text{ GPE} - 0}{D^2 \text{ } 0 - \text{GPE.}}$$

$$\frac{\partial \alpha_2}{\partial Y \text{ GPE}} = - \frac{\Delta X_0 - \text{GPE}}{D^2 \text{ } 0 - \text{GPE}}$$

$$\frac{\partial \alpha_2}{\partial X_0} = - \frac{\Delta Y_0 - \text{GPE}}{D^2 \text{ } 0 - \text{GPE}}$$

$$\frac{\partial \alpha_2}{\partial Y_0} = \frac{\Delta X_0 - \text{GPE}}{D^2 \text{ } 0 - \text{GPE}}$$

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial Y_0} = \frac{\Delta X_0 - \text{C.A.}}{D^2 \text{ } 0 - \text{C.A.}}$$

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial X_0} = - \frac{\Delta Y_0 - \text{C.A.}}{D^2 \text{ } 0 - \text{C.A.}}$$

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial X \text{ C.A.}} = \frac{\Delta Y_0 - \text{C.A.}}{D^2 \text{ } 0 - \text{C.A.}}$$

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial Y_{C.A.}} = - \frac{\Delta X_0 - C.A.}{D^2_0 - C.A.}$$

Ahora el ángulo  $\alpha$  correcto será:

$$\alpha \text{ Correcta} = \alpha \text{ Observada} + V\alpha \text{ (Variación de } \alpha \text{)} \quad 6$$

Es decir, de la ecuación 5 el primer miembro es  $\alpha$  correcta y el primer miembro después del signo igual es  $\alpha$  calculada o aproximada, entonces igualando las ecuaciones 6 y 5 tenemos:

$$\alpha \text{ Observada} + V\alpha = \alpha \text{ Calculada} + \left( \frac{\partial F}{\partial X_{GPE}} \right)_0 dX_{GPE} + \left( \frac{\partial F}{\partial Y_{GPE}} \right)_0 dY_{GPE} + \left( \frac{\partial F}{\partial X_{C.A.}} \right)_0 dX_{C.A.} + \left( \frac{\partial F}{\partial Y_{C.A.}} \right)_0 dY_{C.A.} + \left( \frac{\partial F}{\partial X_0} \right)_0 dX_0 + \left( \frac{\partial F}{\partial Y_0} \right)_0 dY_0 \quad 7$$

Sustituyendo el valor de las derivadas obtenidas anteriormente en la ecuación 7.

$$\alpha \text{ Observada} + V\alpha = \alpha \text{ Calculada} + \frac{\Delta Y_0 - GPE}{D^2_0 - GPE} dX_{GPE} - \frac{\Delta X_0 - GPE}{D^2_0 - GPE} dY_{GPE} + \frac{\Delta Y_0 - C.A.}{D^2_0 - C.A.} dX_{C.A.} - \frac{\Delta X_0 - C.A.}{D^2_0 - C.A.} dY_{C.A.} + \left[ \frac{\Delta Y_0 - C.A.}{D^2_0 - C.A.} + \frac{\Delta Y_0 - GPE}{D^2_0 - GPE} \right] dX_0 + \left[ \frac{\Delta X_0 - C.A.}{D^2_0 - C.A.} - \frac{\Delta X_0 - GPE}{D^2_0 - GPE} \right] dY_0 \quad 8$$

Sustituyendo  $V\alpha$  que es la única incógnita que nos queda:

$$V\alpha = \left( \frac{\Delta Y_0 - GPE}{D^2_0 - GPE} \right) dX_{GPE} - \frac{\Delta X_0 - GPE}{D^2_0 - GPE} dY_{GPE} + \frac{\Delta Y_0 - C.A.}{D^2_0 - C.A.}$$

$$dXC.A. = \frac{\Delta X_o - C.A.}{D^2_o - C.A.} dYC.A. + \left[ \frac{-\Delta Y_o - C.A.}{D^2_o - C.A.} + \frac{\Delta Y_o - GPE}{D^2_o - GPE} \right]$$

$$dX_o + \left[ \frac{\Delta X_o - C.A.}{D^2_o - C.A.} - \frac{\Delta X_o - GPE}{D^2_o - GPE} \right] dY_o - (\alpha \text{ obs.} - \alpha \text{ Calculada o aprox.}) \quad 9$$

Pero dado que  $dX_{GPE} = 0$ ,  $dY_{GPE} = 0$ ,  $dXC.A. = 0$   $DYC.A. = 0$  por el simple hecho de que no hay diferencia en las coordenadas de Guadalupe Hidalgo y Caballero Alto por ser vértices de triangulación aprobados por la Dirección del Catastro e Impuesto Predial y por la Comisión Geodésica de México, la ecuación 9 se reduce a la fórmula general siguiente:

$$V\alpha = \left( \frac{\Delta Y_o - GPE}{D^2_o - GPE} - \frac{\Delta Y_o - C.A.}{D^2_o - C.A.} \right) dX_o - \left( \frac{\Delta X_o - GPE}{D^2_o - GPE} - \frac{\Delta X_o - C.A.}{D^2_o - C.A.} \right) dY_o - (\alpha \text{ observada} - \alpha \text{ calculada o aproximada}) \quad 10$$

Obtención del ángulo  $\alpha$  calculada o aproximada con la ayuda de la ecuación 4.

$$\alpha = \text{ARC Tang} \frac{XC.A. - X_o}{YC.A. - Y_o} - \text{ARC Tang} \frac{X_{GPE} - X_o}{Y_{GPE} - Y_o}$$

$$\alpha = 54^\circ 29' 11." 5227 - 49^\circ 02' 28." 7122$$

$$\alpha = 5^\circ 26' 42." 81049 \quad \text{Calculada o aproximada}$$

$$\frac{180^\circ}{5^\circ 26' 42." 81049} \quad \frac{3.141592654}{X} = \pi \text{ Radianes.}$$

$$\alpha = \frac{5^\circ 26' 42." 81049 (3.141592654)}{180^\circ}$$

$$\alpha \text{ Calc. o Aprox.} = 0.0950371071$$

$\alpha$  Observada en Radianes.

$$\alpha = \frac{5^\circ 26' 14." 125 (3.141592654)}{180^\circ}$$

$$\alpha \text{ OBSERV. EN RAD.} = 0.094898036$$

Entonces la primera ecuación de observación quedará así:

$$V\alpha = (0.0000327709 - 0.0000566889) dX_o - (0.0000377535 - 0.0000794354) dY_o - (0.094898036 - 0.0950371071)$$

$$V\alpha = -0.000023918 dX_o + 0.0000416819 dY_o + 0.0001390711$$

1.3.2.2. Linealización de la ecuación de observación del ángulo  $\beta$

Con ayuda de la ecuación general 10 obtenida anteriormente tenemos que:

$$V\beta = \frac{(\Delta Y_o - C.A.)}{(D^2_o - C.A.)} - \frac{(\Delta Y_o - CAT)}{D^2_o - CAT} dX_o - \frac{(\Delta X_o - C.A.)}{(D^2_o - C.A.)} - \frac{(\Delta X_o - CAT)}{D^2_o - CAT} dY_o$$

$$dY_o - (\beta \text{ OBSERVADA} - \beta \text{ CALCULADA O APROXIMADA})$$

Obtención del ángulo  $\beta$  calculado o aproximado con la ayuda de la ecuación 4.

$$\beta = \text{arc. tang} \frac{X_{CAT} - X_o}{Y_{CAT} - Y_o} - \text{arc. tang} \frac{X_{C.A.} - X_o}{Y_{C.A.} - Y_o}$$

$$\begin{aligned} \beta &= 61^\circ 04' 11." 3977 - 54^\circ 29' 11." 5227 \\ \beta &= 6^\circ 34' 59." 87501 \text{ Calculada o Aproximada} \\ \beta &= \text{Calculada o Aproximada en radianes.} \\ \beta &= \frac{6^\circ 34' 59." 87501 (3.141592654)}{180^\circ} \end{aligned}$$

$$\beta \text{ Calculada o Aproximada} = 0.1149002365$$

$\beta$  Observada en Radianes.

$$\beta = \frac{6^\circ 34' 59." 875 (3.141592654)}{180^\circ}$$

$$\beta \text{ Observada en Radianes} = 0.1149002364$$

La segunda ecuación de observación quedará:

$$V_{\beta} = (0.0000566889 - 0.0000315298) dX_o - (0.0000794354 - 0.0000570451) dY_o - (0.1149002364 - 0.1149002365)$$

$$V_{\beta} = 0.0000251591 dX_o - 0.0000223903 dY_o + 0.0000000001 \quad \text{II}$$

1.3.2.3. Linealización de la ecuación de observación del ángulo  $\beta$ .

Con ayuda de la ecuación general 10 obtenida anteriormente tenemos que:

$$V_{\beta} = \left( \frac{\Delta Y_o - \text{CAT}}{D^2_o - \text{CAT}} - \frac{\Delta Y_o - \text{S.S.}}{D^2_o - \text{S.S.}} \right) dX_o - \left( \frac{\Delta X_o - \text{CAT.}}{D^2_o - \text{CAT.}} - \frac{\Delta X_o - \text{S.S.}}{D^2_o - \text{S.S.}} \right) dY_o - (\beta \text{ Observada} - \beta \text{ Calculada o Aproximada})$$

- Obtención del ángulo  $\beta$  calculado o aproximado, con la ayuda de la ecuación 4.

$$\beta = \text{arc. } \frac{\tan X \text{ S.S.} - X_o}{Y \text{ S.S.} - Y_o} - \text{arc. } \frac{\tan X \text{ CAT.} - X_o}{Y \text{ CAT.} - Y_o}$$

$$\beta = 85^\circ 22' 28.'' 773 - 61^\circ 04' 11.'' 3977$$

$$\beta = 24^\circ 18' 17.'' 3753 \text{ Calculada o Aproximada.}$$

$\beta$  Calculada o Aproximada, en Radianes.

$$\beta = \frac{24^\circ 18' 17.'' 3757 (3.141592654)}{180^\circ}$$

$$\beta \text{ Calculada o Aproximada} = 0.4241992461$$

$\beta$  Observada, en Radianes

$$\beta = \frac{24^\circ 18' 17.'' 375 (3.141592654)}{180^\circ}$$

$$\beta \text{ Observada en Radianes} = 0.4241992446$$

La tercera ecuación de observación quedará así:

$$V_3 = (0.0000315298 - 0.0000066601) dX_0 - (0.0000570451 - 0.0000823223) dY_0 - (0.4241992446 - 0.4241992461)$$

$$V_3 = 0.0000248607 dX_0 + 0.0000252772 dY_0 + 0.0000000015$$

III

1.3.3 Aplicación de los "mínimos cuadrados" en el caso de observaciones indirectas de diferente peso suponiendo independientes las incógnitas.

El caso más general en el método de los mínimos cuadrados, no obstante es cuando las observaciones tienen diferentes grados de precisión o diferente peso. En este caso el principio general es como sigue:

- En medidas de peso desigual los valores más probables de las cantidades observadas son esos que nos proporcionan la suma de los errores residuales pesados al cuadrado igual a un mínimo, es decir:

$$P_1V_1^2 + P_2V_2^2 + \dots + P_nV_n^2 = \text{mínimo.}$$

Ahora, una observación es indirecta cuando no se ejecuta sobre las cantidades mismas cuyo valor se desea, sino otras de las cuales es función. La ecuación que las liga se llama ecuación de observación y da simplemente la relación que las une, sin que haya ninguna condición que satisfacer.

En general las ecuaciones de observación en los trabajos geodésicos siempre pueden reducirse a la forma lineal siguiente:

$$\begin{aligned} A_1X + B_1Y + C_1Z - M_1 &= V_1P_1 \\ A_2X + B_2Y + C_2Z - M_2 &= V_2P_2 \end{aligned}$$

---


$$A_nX + B_nY + C_nZ - M_n = V_nP_n \quad 1$$

Y la ecuación que debe ser mínima será:

$$U = P_1V_1^2 + P_2V_2^2 + \dots + P_nV_n^2 = \text{mínimo} \quad 2$$

En las ecuaciones anteriores  $A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_n, C_1, C_2, \dots, C_n$  son coeficientes conocidos,  $X, Y, Z$ , las incógnitas,  $M_1, M_2, \dots, M_n$  las cantidades observadas y  $P_1, P_2, \dots, P_n$  sus respectivos pesos.

Si las ecuaciones de observación son en menor número que las incógnitas, los valores de éstas no pueden ser encontradas ni tampoco sus valores más probables; si son en igual número, las ecuaciones pueden resolverse encontrándose para las incógnitas valores que satisfagan exactamente las ecuaciones aunque no sean sus valores más probables; y si son en mayor número que las incógnitas, no se encuentran valores que satisfagan exactamente en dichas ecuaciones, pero se encontrarán sus valores más probables que al ser sustituidos en las ecuaciones primitivas dejarán residuos, motivados por los errores de observación. En nuestro caso se trata de un sistema de 3 ecuaciones con 2 incógnitas, el cual se solucionará por el método matricial.

Las ecuaciones número 1 se pueden expresar de la siguiente manera:

$$\begin{array}{|c|} \hline A_1 \quad B_1 \quad C_1 \\ \hline A_2 \quad B_2 \quad C_2 \\ \hline \hline \hline \hline A_n \quad B_n \quad C_n \\ \hline \end{array}
 \begin{array}{|c|} \hline X \\ \hline Y \\ \hline \hline \hline \hline Z \\ \hline \end{array}
 -
 \begin{array}{|c|} \hline M_1 \\ \hline M_2 \\ \hline \hline \hline \hline M_n \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|} \hline V_1 \\ \hline V_2 \\ \hline \hline \hline \hline V_n \\ \hline \end{array}
 \begin{array}{|c|} \hline P_1 \quad 0 \quad 0 \\ \hline 0 \quad P_2 \quad 0 \\ \hline \hline \hline \hline 0 \quad 0 \quad P_n \\ \hline \end{array}$$

Matriz de Coeficientes      Matriz de incógnitas      Matriz de observaciones      Matriz de residuos      Matriz de Pesos

$$B \quad X \quad - \quad L \quad = \quad VP \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad A$$

La ecuación número 2 se puede expresar así:

$$\begin{bmatrix} V_1 & V_2 & \dots & V_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & P_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \dots \\ V_n \end{bmatrix} = \text{Mínimo} = U$$

$$V^T P V = \text{Mínimo} = U \quad B$$

Sustituyendo la expresión A en la B tenemos que:

$$U = V^T P V = (BX - L)^T P (BX - L) = \text{Mínimo}$$

$$U = V^T P V = (X^T B^T - L^T)^T P (BX - L)$$

$$= (X^T B^T P - L^T P) (BX - L)$$

$$U = X^T B^T P B X - L^T P B X - X^T B^T P L + L^T P L \quad C$$

Por otra parte tenemos que:

$$L^T P B X = X^T B^T P L \quad \text{Con lo que la ecuación C nos queda así:}$$

$$U = X^T B^T P B X - 2X^T B^T P L + L^T P L = \text{Mínimo.}$$

Para que esta ecuación pueda ser un mínimo debemos derivarla con respecto a la incógnita X e igualarla a cero.

$$\frac{dU}{dX} = 2 X^T B^T P B - 2 X^T B^T P L = 0$$

$$B^T P B X = B^T P L$$

Haciendo operaciones matriciales para despejar a X.

$$\begin{pmatrix} T & -1 \\ B & PB \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T \\ (B \ PB) \end{pmatrix} X = \begin{pmatrix} T & -1 \\ B & PB \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T \\ (B \ PL) \end{pmatrix}$$

$$X = \begin{pmatrix} T & -1 \\ B & PB \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} T \\ (B \ PL) \end{pmatrix}$$

D

Solución del sistema de ecuaciones procediendo por partes según la ecuación D.

- I. Primeramente se determinarán los respectivos pesos de las ecuaciones de observación, ya que éstos son inversamente proporcional al cuadrado de los errores probables de los ángulos.

$$P = \frac{1}{e^2}$$

Para el ángulo  $\alpha$   $P \alpha = \frac{1}{(+3.452697246)^2}$

$P \alpha = 0.0838847478$

Para el ángulo  $\beta$   $P \beta = \frac{1}{(+0.6365454158)^2}$

$P \beta = 2.467977581$

Para el ángulo  $\delta$   $P \delta = \frac{1}{(+3.222679192)^2}$

$P \delta = 0.0962865997$



$$\begin{bmatrix} 0.0000285465 \\ 0.0000290143 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0.000023918 & 0.0000416819 \\ 0.0000251591 & -0.0000223903 \\ 0.0000248697 & 0.0000252772 \end{bmatrix}$$

( 2x3 ) ( 3x2 )

B

$$\begin{bmatrix} 0.0000000199 & -0.0000000168 \\ 0.0000000168 & 0.0000000172 \end{bmatrix} = \begin{matrix} T \\ (B \text{ PB}) \end{matrix}$$

( 2x2 )

$$\begin{matrix} T & -16 & -16 \\ \text{Determinante de } (B \text{ PB}) = 2.8224 \times 10 & - & 3.4228 \times 10 \\ & -17 & \\ & = -6.004 \times 10 & \end{matrix}$$

T

VI. ( B PB ) Por el método de Cofactores.

$$(B \text{ PB}) \text{ Cofactor} = \begin{bmatrix} 0.0000000172 & 0.0000000168 \\ 0.0000000168 & 0.0000000199 \end{bmatrix}$$

( 2 x 2 )

T

Adjunta

VII. ( B PB )

$$\begin{matrix} T \\ (B \text{ PB}) \end{matrix} \text{ Adjunta} = \begin{matrix} T \\ (B \text{ PB}) \end{matrix} \text{ Cofactor} = \begin{bmatrix} 0.0000000172 & 0.0000000168 \\ 0.0000000168 & 0.0000000199 \end{bmatrix}$$

( 2 x 2 )

T

- 1

VIII. ( B PB )

$$= \frac{1}{\text{DETERMINANTE}}$$

T

Adjunta.

( B PB )

$$\begin{matrix} T \\ (B \text{ PB}) \end{matrix} \text{ -1} = \frac{1}{-6.004 \times 10}$$

$$\begin{bmatrix} 0.0000000172 & 0.0000000168 \\ 0.0000000168 & 0.0000000199 \end{bmatrix}$$

( 2 x 2 )

T

IX. ( B PL )

$${}^T (B PL) = \begin{bmatrix} -0.000023918 & 0.0007402072 & 0.0000285465 \\ 0.0000416819 & -0.0006587462 & 0.0000290143 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.0001390711 \\ 0.0000000001 \\ 0.0000000015 \end{bmatrix}$$

T  
B P

(2X3)      (3X1)

$${}^T (B PL) = \begin{bmatrix} -0.0000000033 \\ 0.0000000058 \end{bmatrix}$$

(2X1)

$$X. \quad X = (B PB) \quad (B PL)$$

$$X = \frac{1}{-6.004 \times 10^{-17}} \begin{bmatrix} 0.0000000172 + 0.0000000168 \\ + 0.0000000168 & 0.0000000199 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0.0000000033 \\ 0.0000000058 \end{bmatrix}$$

(2 X 2)      (2 X 1)

$$\begin{bmatrix} d X_0 \\ d Y_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.6775483011 \\ -0.9990006662 \end{bmatrix}$$

Obtención de las coordenadas cartesianas corregidas del punto de partida.

$$\begin{aligned} X_0 \text{ Correcta} &= X \text{ Aproximada} + dX_0 \\ Y_0 \text{ Correcta} &= Y \text{ Aproximada} + dY_0 \\ X_0 \text{ Correcta} &= -6,768.892284 + (-0.6775483011) \\ Y_0 \text{ Correcta} &= -4,065.138839 + (-0.9990006662) \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -6,769.569832 \\ -4,066.13784 \end{bmatrix}$$

Coordenadas correctas del punto de partida.

### 1.3.4 Comprobación de las coordenadas obtenidas.

La comprobación de las coordenadas obtenidas se hará con la ayuda de la figura general, la cual está constituida por triángulos unidos entre sí, entonces lo único por hacer, es demostrar que la suma de los ángulos internos de los triángulos que contengan al punto de partida (La Fé), sea igual a 180° y las distancias que son comunes para dos o más triángulos coincidan en diferentes cálculos.

1. Colegiata - Caballero Alto.  
Distancia = 9,846.312485  
Rumbo = S 43° 22' 25." 5003 W
2. Caballero Alto - Catedral.  
Distancia = 5,294.892748  
Rumbo = N 73° 53' 20." 3187 E
3. Catedral - San Simón.  
Distancia = 6,587.224041  
Rumbo = S 11° 54' 36." 4616 W
4. Colegiata - Catedral  
Distancia = 5,929.372954  
Rumbo = S 16° 24' 34." 5299 W
5. Colegiata - San Simón  
Distancia = 12,506.97611  
Rumbo = S 14° 02' 29." 606 W
6. Caballero Alto - San Simón  
Distancia = 6,217.363709  
Rumbo = S 36° 50' 10." 1206 E
7. La Fé - La Colegiata  
Distancia = 20,000.16616  
Rumbo = N 49° 02' 25." 5122 E
8. La Fé - Caballero Alto.  
Distancia = 10,248.1924  
Rumbo = N 54° 29' 03." 0778 E

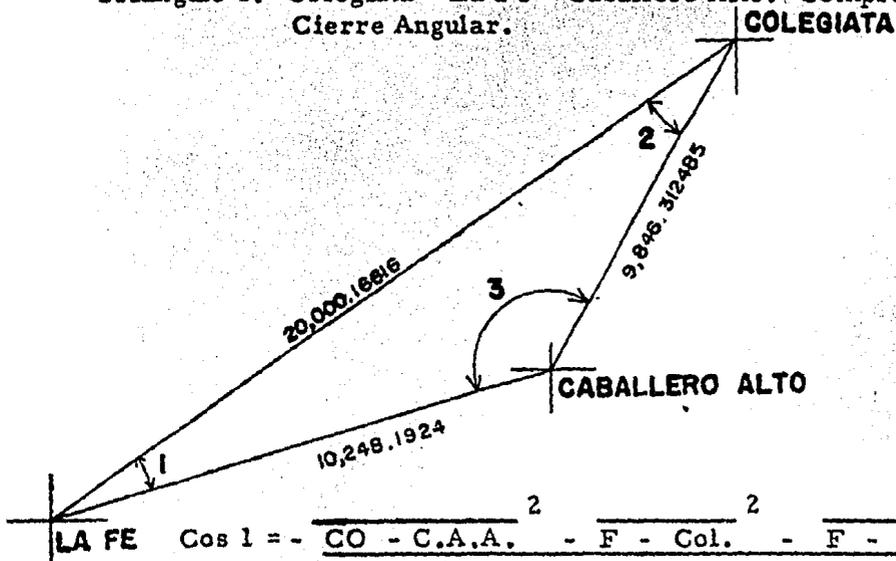
9. La Fé - Catedral

Distancia = 15,343.48903  
 Rumbo = N 61° 04' 04." 05 E

10. La Fé - San Simón.

Distancia = 12,108.56705  
 Rumbo = N 85° 22' 12." 7415 E

Triángulo 1. Colegiata - La Fé - Caballero Alto. Comprobación de Cierre Angular.



$$\cos 1 = - \frac{\text{CO} - \text{C.A.A.}^2 - \text{F} - \text{Col.}^2 - \text{F} - \text{C.A.}^2}{2 \text{ F} - \text{CO.} \text{ F} - \text{C.A.}}$$

$$\cos 1 = - \frac{(9,846.312485)^2 - (20,000.16616)^2 - (10,248.1924)^2}{2 (20,000.16616) (10,248.1924)}$$

$$1 = 5^\circ 26' 37." 56488$$

$$\cos 2 = - \frac{\text{F} - \text{C.A.}^2 - \text{F} - \text{COL.}^2 - \text{COL.} \text{ C.A.}^2}{2 \text{ F} - \text{COL.} \text{ COL.} - \text{C.A.}}$$

$$\cos 2 = - \frac{(10,248.1924)^2 - (20,000.16616)^2 - (9,846.312485)^2}{2(20,000.16616)(9,846.312485)}$$

$$2 = 5^\circ 40' 00." 0112$$

$$\cos 3 = - \frac{F^2 - COL^2 - C.A.^2 - F^2 - C.A.^2}{2 COL \cdot C.A.}$$

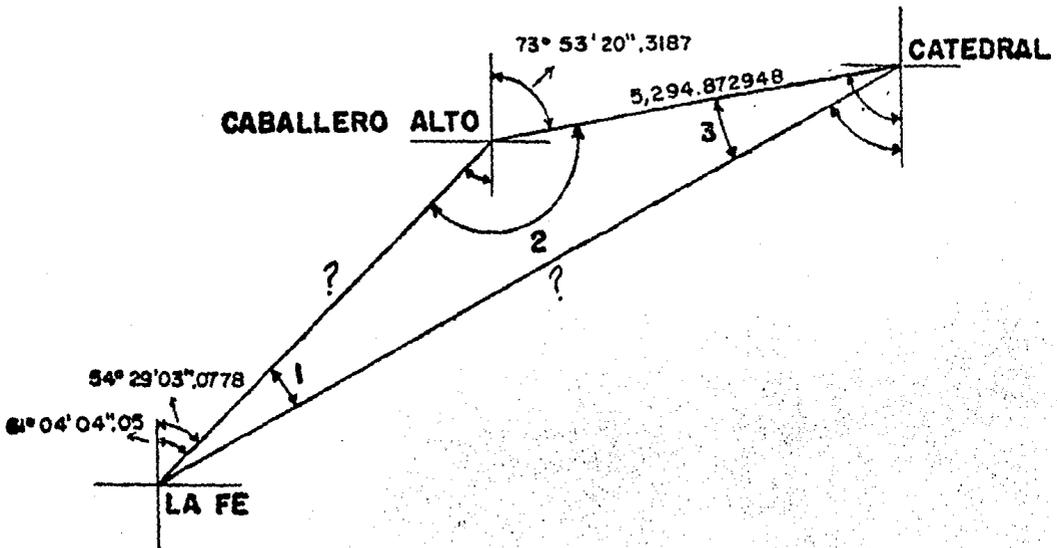
$$\cos 3 = - \frac{(20,000.16616)^2 - (9,846.312485)^2 - (10,248.1924)^2}{2(9,846.312485)(10,248.1924)}$$

$$3 = 168^\circ 53' 22." 424$$

$$\text{ángulos internos} = 180^\circ 00' 00." 00$$

Triángulo 2. Caballero Alto - La Fé - Catedral.

Para el cierre angular los ángulos internos se obtendrán con los rumbos y después se calculará la distancia de Caballero Alto a La Fé para compararla con su correspondiente distancia en el triángulo I y la distancia Catedral - La Fé para compararla con su correspondiente distancia en el triángulo 3.



$$\begin{aligned}
 160^\circ 35' 42.''759 &= 2 \\
 + 12^\circ 49' 16.''2687 &= 3 \\
 6^\circ 35' 00.''9722 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\boxed{\text{ángulos internos} = 180^\circ 00' 00.''0000}$$

$$\frac{\text{C.A.} - \text{CAT.}}{\text{Sen } 1} = \frac{\text{C.A.} - \text{F}}{\text{Sen } 3} ; \text{C.A.} - \text{F} = \frac{\text{C.A.} - \text{CAT.} \text{ Sen } 3}{\text{Sen } 1}$$

$$\text{C.A.} - \text{F} = \frac{5,294.892748 \text{ Sen } (12^\circ 49' 16.''2687)}{\text{Sen } (6^\circ 35' 26.''3461)} = \boxed{10,248.1924 \text{ Cab. Alto -}}$$

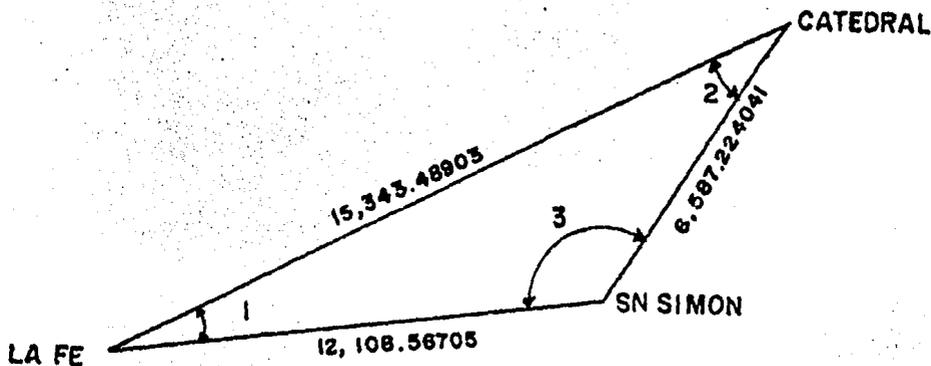
**La Fé**

$$\frac{\text{C.A.} - \text{CAT.}}{\text{Sen } 1} = \frac{\text{CAT.} - \text{F}}{\text{Sen } 2} ; \text{CAT.} - \text{F} = \frac{\text{C.A.} - \text{CAT.} \text{ Sen } 2}{\text{Sen } 1}$$

$$\text{CAT.} - \text{F} = \frac{5,294.892748 \text{ Sen } (160^\circ 35' 42.''759)}{\text{Sen } (6^\circ 35' 26.''3461)} = \boxed{15,343.48905 \text{ Cat.-La Fé}}$$

Esta distancia de Catedral a la Fé, tiene una diferencia de 0.00002 mts., con su correspondiente del triángulo 3 con lo que es tolerable.

Triángulo 3. Catedral - La Fé - San Simón. Comprobación de Cierre Angular.



$$\text{Cos } 1 = - \frac{\text{CAT.}^2 - \text{S.S.}^2 - \text{F}^2 - \text{CAT.}^2}{2 \text{ F} - \text{CAT.} \text{ S.S.} - \text{F}}$$

$$\text{Cos 1} = - \frac{(6,587.224041)^2 - (15,343.48903)^2 - (12,108.56705)^2}{2(15,343.48903)(12,108.56705)}$$

$$1 = 24^\circ 18' 08.''6915$$

$$\text{Cos 2} = - \frac{\frac{F - S.S.}{2} - \frac{F - CAT.}{2} - \frac{CAT. S.S.}{2}}{\frac{2}{2} \frac{F - CAT.}{2} \frac{CAT. S.S.}{2}}$$

$$\text{Cos 2} = - \frac{(12,108.56705)^2 - (15,343.48903)^2 - (6,587.224041)^2}{2(15,343.48903)(6,587.224041)}$$

$$2 = 49^\circ 09' 27.''5883$$

$$\text{Cos 3} = - \frac{\frac{F - CAT.}{2} - \frac{CAT. S.S.}{2} - \frac{F - S.S.}{2}}{\frac{2}{2} \frac{CAT. S.S.}{2} \frac{F - S.S.}{2}}$$

$$\text{Cos 3} = - \frac{(15,343.48903)^2 - (6,587.224041)^2 - (12,108.56705)^2}{2(6,587.224041)(12,108.56705)}$$

$$3 = 106^\circ 32' 23.''72$$

---


$$\text{Suma de ángulos internos} = 130^\circ 00' 00.''$$

**Conclusión:** Con los cálculos desarrollados para los 3 triángulos anteriores quedó comprobado que después de haber aplicado el principio de los mínimos cuadrados, nuestra figura general quedó totalmente rígida y por consecuencia las coordenadas cartesianas obtenidas son las correctas para el punto de partida La Fé.

## 1.4 TRANSFORMACION DE COORDENADAS ORTOGONALES A GEOGRAFICAS.

### 1.4.1 Explicación.

El propósito de este capítulo es el de transformar las coordenadas correctas del punto de partida La Fé, calculadas anteriormente para que puedan ser utilizadas en el siguiente capítulo en el cual se requiere obtener la Meridiana Astronómica de una línea.

Para alcanzar el objetivo en este capítulo, nos valdremos de las coordenadas del vértice Caballero Alto, las que fungirán como origen y así poder encontrar las coordenadas geográficas deseadas. Además con las coordenadas de la Catedral haremos el mismo cálculo desarrollado para el caso del vértice Caballero Alto con lo que nuestro primer resultado podrá tener una comprobación.

Coordenadas Ortogonales del punto de partida La Fé.

$$X = - 6,769.569832$$

$$Y = - 4,066.13784$$

Coordenadas Geográficas y Ortogonales del vértice Caballero Alto.

$$\varphi = 19^{\circ} 25' 11.140 \quad X = 1,572.00$$

$$\lambda = 99^{\circ} 10' 52.197 \quad Y = 1,887.32$$

### 1.4.2 Fórmulas que se utilizarán.

$$\Delta \varphi = \underbrace{BY^2}_{1er. \text{ término}} - \underbrace{CX^2}_{2o. \text{ término}} - \underbrace{D(d\varphi)^2}_{3er. \text{ término}} - \underbrace{BY EX^2}_{4o. \text{ término}} \quad I$$

En esta fórmula I el valor obtenido de los dos primeros términos se sustituye en el tercero.

$$d\lambda = - AX \text{ SEC } \varphi'$$

II

$$A' = \frac{1}{N \text{ SEN } 1''} \quad 1 \quad \text{EN DONDE } N = \frac{a^2}{(1 - e^2 \text{ SEN }^2 \varphi)^{1/2}} \quad 1'$$

$$B = \frac{1}{R_m \text{ SEN } 1''} \quad 2 \quad \text{EN DONDE } R_m = \frac{a^2 (1 - e^2)}{(1 - e^2 \text{ SEN }^2 \varphi)^{3/2}} \quad 2'$$

$$C = \frac{\text{tang } \varphi}{2N R_m' \text{ SEN } 1''} \quad 3 \quad e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad 3'$$

$$E = \frac{1 + 3 \text{ tang }^2 \varphi}{6N} \quad 4 \quad \text{DEL ELIPSOIDE DE CLARKE}$$

$$a = 6,378,206.40 \text{ mts. } 4'$$

$$b = 6,356,583.8 \text{ mts.}$$

$$D = \frac{3/2 e^2 \text{ SEN }^2 \varphi \text{ COS }^2 \varphi \text{ SEN } 1''}{(1 - e^2 \text{ SEN }^2 \varphi)^{3/2}} \quad 5$$

$$X = X \text{ LA FE} - X \text{ CAB. ALTO}$$

$$Y = Y \text{ LA FE} - Y \text{ CAB. ALTO}$$

1.4.3 Solución para el caso Caballero Alto.

$$e^2 = \frac{(6,378,206.40)^2 - (6,356,583.8)^2}{(6,378,206.40)^2} ; \quad e^2 = 0.006768658 \quad 3'$$

$$\text{SEN } 1'' = 0.0000048481$$

$$1 - e^{\text{SEN } \varphi^2} = 1 - (0.006768658 \text{ SEN } 19^\circ 25' 11.''40)^2$$

$$1 - e^{\text{SEN } \varphi^2} = 0.9992517383$$

$$R_m = \frac{6,378,206.40 \text{ m} (1 - 0.006768658)}{3/2} ; R_m = 6,342,151.554 \text{ m } 2'$$

$$(0.9992517383)$$

$$N = \frac{6,378,206.40 \text{ m}}{\sqrt{0.9992517383}} ; N = 6,380,594.024 \text{ m } 1'$$

$$A = \frac{1}{6,380,594.024 \text{ m} (0.0000048481)} ; A = 0.0323271425 \text{ 1/m } 1$$

$$B = \frac{1}{6,342,151.554 \text{ m} (0.0000048481)} ; B = 0.032523091 \text{ 1/m } 2$$

$$C = \frac{\tan (19^\circ 25' 11.''40)}{2 (6,380,594.024 \text{ m}) (6,342,151.554 \text{ m}) (0.0000048481)} ; C = 0.000000009 \text{ 1/m } 3$$

$$E = \frac{1 + 3 \tan^2 (19^\circ 25' 11.''40)}{6 (6,380,594.024 \text{ m})^2} ; E = 5.6202267 \times 10^{-15} \text{ 1/m } 4$$

$$D = \frac{3/2 (0.006768658) \text{ SEN } (19^\circ 25' 11.''40) \text{ COS } (19^\circ 25' 11.''40) (0.0000048481)}{3/2} ; D = 0.0000000155 \text{ 5}$$

$$X = - 6,769.569832 - 1,572.0 = - 8,341.569832$$

$$Y = - 4,066.13784 - 1,887.32 = - 5,953.45784 \quad 6$$

$$1er. \text{ término} = (0.032523091) (-5,953.45784) = - 193.6248511$$

$$2o. \text{ término} = (0.0000000009) (-8,341.569832) = +0.0626236085$$

$$\text{VALOR DE LOS 2 PRIMEROS TERMINOS} = - 193.6874747$$

$$3er. \text{ término} = (0.0000000155) (-193.6874747)^2 = + 0.00058148$$

$$4o. \text{ término} = (0.032523091) (-5,953.45784) (5.6202267 \times 10^{-15})$$

$$X (-8,341.569832)^2 = - 7.5719983 \times 10^{-5}$$

$$d\psi = - 193.'' 6879805$$

$$d\psi = - 3' 13.'' 6879805$$

$$\psi_{\text{CAB. ALTO}} = 19^\circ 25' 11.'' 40000000$$

$$d\psi = -00^\circ 03' 13.'' 6879805$$

$$\psi_{\text{LA FE}} = 19^\circ 21' 57.'' 7120195$$

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \text{SEN}^2 \psi')^{1/2}} = \frac{6,378,206.40}{[1 - (0.006768658)^2 \text{SEN}^2 (19^\circ 21' 57.'' 7120195)]^{1/2}}$$

$$= \frac{6,378,206.40}{\sqrt{0.9999974811}} ; N = 6,378,214.433 \text{ m}$$

$$A' = \frac{1}{N \text{SEN} 1''} = \frac{1}{6,378,214.433 (0.0000048481)}$$

$$A' = 0.0323392032$$

De la fórmula II

$$d \lambda = -0.0323392032 (-8,341.569832) \text{ SEC. } (19^\circ 21' 57." 7120195)$$

$$d\lambda = +285."9382752 = 04' 45." 9382752$$

$$\lambda_{\text{CAB. ALTO}} = 99^\circ 10' 52." 97000000$$

$$d\lambda = +00^\circ 04' 45." 9382752$$

$$\lambda_{\text{LA FE}} = 99^\circ 15' 38." 9082752$$

1.4.4 Comprobación con ayuda del vértice Catedral - Coordenadas Geográficas y Ortogonales del vértice Catedral.

$$\varphi = 19^\circ 25' 59." 15 \quad X = +6,658.94$$

$$\lambda = 99^\circ 07' 58." 58 \quad Y = +3,356.65$$

$$1 - e^2 \text{ SEN } \varphi^2 = 1 - (0.006768658 \text{ SEN } 19^\circ 25' 59." 15)^2$$

$$1 - e^2 \text{ SEN } \varphi^2 = 0.9992507553$$

$$R_m = \frac{6,378,206.4 \text{ m} (1 - 0.006768658)}{(0.9992507553)^{3/2}} \quad R_m = 6,342,160.913 \quad 2'$$

$$N = \frac{6,378,206.4 \text{ m}}{\sqrt{0.9992507553}} ; \quad N = 6,380,597.162 \text{ m} \quad 1'$$

$$A = \frac{1}{6,380,597.162 \text{ m} (0.0000048431)} ; \quad A = 0.0323271266 \quad 1$$

$$B = \frac{1}{6,342,160.913 \text{ m} (0.0000048481)} ; \quad \boxed{B = 0.032523043} \quad 2$$

$$C = \frac{\tan 19^\circ 25' 59.''15}{2 (6,380,597.162 \text{ m}) (6,342,160.913 \text{ m}) (0.0000048481)}$$

$$\boxed{C = 0.0000000009 \text{ 1/m}} \quad 3$$

$$E = \frac{1 + 3 \tan^2 (19^\circ 25' 59.''15)}{6 (6,380,597.162 \text{ m})^2} ; \quad E = 5.6224768 \times 10^{-15} \text{ 1/m} \quad 4$$

$$D = \frac{3/2 (0.006768658) \text{ Sen} (19^\circ 25' 59.''15) \text{ Cos} (19^\circ 25' 59.''15) (0.0000048481)}{(0.9992507553)^2}$$

$$\boxed{D = 0.0000000155} \quad 5$$

$$X = -6,769.569832 - 6,658.94 = -13,428.50983 \quad 6$$

$$Y = -4,066.13784 - 3,356.65 = -7,422.78784$$

De la fórmula I

$$1er. \text{ término} = (0.032523043) (-7,422.78784) = -241.4116481$$

$$2o. \text{ término} = (0.0000000009) (-13,428.50983) = +0.1622923886$$

$$\text{VALOR DE LOS 2 PRIMEROS TERMINOS} = -241.5739405$$

$$3er. \text{ término} = (0.0000000155) (-241.5739405) = +0.0009045485$$

$$4o. \text{ término} = (0.032523043) (-7,422.78784) (5.6224768 \times 10^{-15})$$

$$X (-13,428.50983) = -0.0002447606$$

$$d \psi = -241.''5746003$$

$$\boxed{d \psi = -4' 01.''5746003}$$

$$\varphi_{\text{CATEDRAL}} = 19^{\circ} 25' 59." 15000000$$

$$d\varphi = - 00^{\circ} 04' 01." 5746003$$

$\varphi_{\text{LA FE}} = 19^{\circ} 21' 57." 5753997$
--

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \text{SEN}^2 \varphi')^{1/2}} = \frac{6,378,206.40}{[1 - (0.006768658) \text{SEN}^2 (19^{\circ} 21' 57." 5753997)]^{1/2}}$$

$$N = \frac{6,378,206.40}{\sqrt{0.9999949622}} ; N = 6,378,222.466$$

$$A' = \frac{1}{N \text{SEN} 1''} = \frac{1}{6,378,222.466 (0.0000048481)} \quad A' = 0.0323391624$$

De la fórmula II

$$d\lambda = - (0.0323391624) (-13,428.50983) \text{ SEC } (19^{\circ} 21' 57." 5753997)$$

$$d\lambda = + 460." 3113416 = + 7'40." 3113416$$

$$\lambda_{\text{CATEDRAL}} = 99^{\circ} 07' 58." 5800000$$

$$d\lambda = + 00^{\circ} 07' 40." 3113416$$

$\lambda_{\text{LA FE}} = 99^{\circ} 15' 38." 8913416$
--

COORDENADAS GEOGRAFICAS DEL PUNTO DE PARTIDA LA FE.

$\text{LA FE} = 19^{\circ} 21' 57." 6436$
---

$\text{LA FE} = 99^{\circ} 15' 38." 8998$
---

## CAPITULO II.- PERITAJE MINERO

### 2.1 ASPECTOS LEGALES CORRESPONDIENTES A ESTE TRABAJO.

#### 2.1.1 LOCALIZACION.

Los lotes mineros se localizarán por un punto fijo en el terreno ligado a su perímetro. Este punto llamado "PUNTO DE PARTIDA" será precisamente el que se describe en la solicitud de asignación o de concesión, mediante sus características físicas y su ubicación en el terreno y que se identifique con las fotografías del mismo presentadas con dicha solicitud. Bien se puede decir que el punto de partida es el punto más importante dentro de la mina y cualquier alteración, modificación o destrucción del mismo se le deberá comunicar a la Dirección para que se tomen las medidas necesarias para la correcta localización e identificación del lote minero.

Dentro del lote minero no tendrá validez ninguna mojonera a menos que ocupe en el terreno la posición legal que le corresponda a la calculada con base en los datos que obren en los expedientes respectivos aceptados por la Secretaría del Patrimonio Nacional.

El punto de partida deberá estar relacionado con su correspondiente mojonera de localización por medio de distancia y rumbo astronómico, esta mojonera comprobará y precisará en cualquier tiempo la posición del punto de partida.

Otros aspectos que se deben considerar dentro de la localización de lotes es la determinación de la meridiana astronómica, la identificación de los puntos de partida de los lotes colindantes y vecinos si es que existieren, las ligas topográficas a los mismos y algunos de los vértices de la triangulación oficial existente en la zona, así como la determinación del perímetro y superficie.

Cuando se hagan trabajos periciales para la localización de un lote minero, el perito deberá apearse a las siguientes condiciones:

- a) Se valdrá de los datos de la solicitud de concesión o con los del título de concesión minera de explotación, así como de las fotografías que contenga el expediente respectivo para la identificación del punto de partida.
- b) Determinará la meridiana astronómica, ya sea por algún procedimiento autorizado por la Secretaría o deduciéndola de alguna triangulación aprobada por la misma.
- c) Fijará el punto de partida por medio de visuales dirigidas a -- puntos permanentes, bien definidos y fáciles de identificar, - pero si de éste no se pudiera obtener el propósito, las visuales se harán desde su mojonera de localización siempre y cuando se encuentre entre los 10 y 50 m del punto de partida, en caso contrario se tomará un punto auxiliar, lo más cercano posible. Los rumbos de las visuales se determinarán con una aproximación mínima de un minuto. Se tomarán tres visuales con ángulos entre si mayores de 30 y menores de 150 grados; bastarán 2 visuales cuando además del rumbo se determine la distancia entre el punto de observación y el visado.
- d) Determinará las ligas topográficas del punto de partida del lote en cuestión a los siguientes puntos:
  - A su mojonera de localización.
  - Al punto de donde se hayan tomado las visuales de referencia.
  - A un punto de referencia que oficialmente haya fijado la Secretaría o a un vértice de cualquier triangulación aprobada por la misma, todo esto es opcional cuando disten del punto de partida más de 5 kilómetros.
  - A los puntos de partida de los lotes mineros colindantes o vecinos cuando se trate de concesiones mineras de explotación.

Todas estas ligas se determinarán por medio de poligonales cerradas o medidas en ambos sentidos, o mediante triangulación

y poligonales complementarias; las tolerancias de estas mediciones corresponderán a las de los levantamientos topográficos de tercer orden.

- e) Podrá aprovechar los puntos de control o la triangulación oficial existente en la zona y podrá ampliar ésta adicionándole el triángulo o triángulos que le permitan situar un vértice cerca del lote por fijar en el terreno. Determinará las coordenadas de los vértices de triangulación, las del punto de partida del lote, tomando como origen el de dicha triangulación.

## 1.1.2 MEDICION.

La medición de los lotes mineros comprende:

- a) La fijación del punto de partida explicado anteriormente en el punto 1.1 inciso e).
- b) Las visuales de referencia del punto de partida a puntos permanentes.
- c) Todas las ligas topográficas del punto de partida del lote hacia los puntos de partida de los lotes colindantes y vecinos, hacia alguno de los vértices de triangulación oficial existente en la zona y hacia su respectiva mojonera de localización o en su defecto hacia la mojonera auxiliar de toma de visuales, así como la ruta o rutas de acceso más convenientes entre el punto de partida del lote y la carretera de primer orden o el ferrocarril más cercano, citando las poblaciones o accidentes geográficos más destacados que se encuentran en el trayecto, y el rumbo y distancia aproximados a la población o rancherías más cercanas.
- d) La determinación de la meridiana astronómica, explicada anteriormente en el punto 1.1 inciso b),

- e) **Determinación del perímetro y superficie; el perímetro expresando su longitud en metros y el rumbo en cada uno de los lados. Cuando se hable de longitud o distancia, se entiende que es la horizontal y con respecto al rumbo se estará hablando del astronómico.**

La determinación del perímetro de los lotes de concesiones mineras de explotación, se hará con base en el perímetro señalado en su solicitud, respetando el terreno no libre en función de las ligas previamente establecidas entre su punto de partida y los lotes colindantes y tomando en cuenta que el lote deberá estar comprendido dentro del área del título de concesión de explotación respectivo.

### **2.1.3 AMOJONAMIENTO.**

- a) **El perito señalará y ordenará la construcción de la mojonera de localización, la que tendrá la posición y características de construcción siguientes:**

- I. **Quedará dentro del lote y entre los diez y cincuenta - metros de su punto de partida, en lugar tal que desde la misma se vea dicho punto. En los casos en que el punto de partida se encuentre fuera del lote, la mojonera de localización deberá construirse correspondiendo su posición con alguna de las esquinas del lote.**
- II. **Su sección horizontal tendrá 0.60 por 0.60 metros - por lado y su altura de 1.00 metros;**
- III. **Se construirá de concreto o de mamposteria con mortero de cal o cemento con todas sus caras aplanadas; su cara superior será plana y horizontal, tendrá un tubo o barra de hierro de 12.7 milímetros de diámetro empotrado verticalmente y al ras de la cara superior de la mojonera. El centro de este tubo o barra precisará la posición del punto de partida.**

**IV.** En una de las caras laterales tendrá marcados con claridad los datos siguientes:

- a) La abreviatura M.L. (Mojonera de Localización), y en el caso de que ocupe la posición de una esquina indicará a continuación de las abreviaturas M.L., la inicial E, seguida del número de la esquina de que se trate.
- b) Nombre del lote.
- c) Superficie.
- d) Número de expediente y;
- e) Agencia a que corresponda.

**V.** En otra cara de la mojonera se marcará un croquis del polígono del lote, indicando la posición relativa del punto de partida y la meridiana astronómica.

Quando se hayan tomado las visuales del lote desde un punto auxiliar, éste se señalará en el terreno por una mojonera de localización; en una cara llevará marcada, en cemento además de los datos generales del lote, la abreviatura M.A. (Mojonera Auxiliar) y deberá quedar construída durante la medición.

- b) La demostración de los lotes en el terreno, si los interesados desean hacerlo, se hará con mojoneras que se construirán en las esquinas del mismo y tendrán las siguientes características.
  - I. Su sección horizontal será como mínimo un cuadro de 0.30 metros por lado y su altura mínima de 0.60 metros.
  - II. La construcción será de concreto o mampostería con mortero de cal o cemento y con todas sus caras aplanadas, y

**III.** En una de sus caras laterales tendrá grabados los siguientes datos.

- a) Nombre del lote.
- b) Número de expediente.
- c) La agencia a que corresponda, y
- d) Abreviatura M.E. (Mojonera Esquina), y el número que le corresponda según el plano presentado por el perito.

Quando una mojonera esquina no se pueda construir en el lugar que le corresponda, se construirá tan cerca del mismo como sea posible y se le marcarán, además de los datos mencionados, el rumbo y distancia entre la misma y la esquina teórica.

#### **2.1.4 INFORMES PERICIALES.**

a) Los informes periciales se presentarán en original y tres copias tamaño carta y contendrán, en el orden que se enumeran los siguientes datos:

- I. Nombre del o de los solicitantes.
- II. Nombre del lote.
- III. Número de registro y agencia correspondiente.
- IV. Area del lote en hectáreas.
- V. Clase de concesión.
- VI. Municipio y estado de ubicación.
- VII. Descripción y ubicación del punto de partida del lote y su identificación en el terreno; confirmando y am-

pliando los datos de la solicitud, proporcionando las coordenadas geográficas del mismo tomadas de las cartas de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional o por la Comisión Intersecretarial Coordinadora del Levantamiento de la Carta Geográfica de la República Mexicana.

- VIII. Ubicación del terreno solicitado que deberá coincidir con la que se asentó en la solicitud.
- IX. Datos numéricos relativos a la línea o líneas auxiliares y al perímetro de lote, presentados en forma de cuadro y señalando: lados, rumbos, distancias y en su caso, lotes colindantes anotando el nombre y número de título o el número de registro en la Agencia del lote respectivo.
- X. Rumbo y distancia de las ligas establecidas entre el punto de partida del lote y los siguientes puntos:
- a) La mojonera de localización.
  - b) La mojonera auxiliar de toma de visuales, y
  - c) Los vértices de triangulación ligados y para los lotes de concesiones mineras de explotación a los puntos de partida de los lotes colindantes o vecinos.

Los datos anteriores se expresarán, además en coordenadas referidas a la triangulación aprobada, o si no la hubiere, al punto de partida del lote como origen de coordenadas.

- XI. Los visuales de referencia, expresando el punto visado y sus rumbos o rumbos y distancias si se trata de 2 visuales, con indicación del punto desde el cual fueron tomadas.
- XII. La ruta o rutas de acceso más convenientes explicadas anteriormente en el punto 1.2, inciso c).

XIII. Fecha y firma del perito, anotando su nombre completo, el número de su registro en la Secretaría y su domicilio.

Al informe pericial se anexarán:

1. El original y dos copias, los datos en forma tabulada de las observaciones y cálculos para la determinación de la Meridiana Astronómica, o bien del método seguido para transportar la Meridiana a partir de puntos cuyas coordenadas hayan sido aprobadas por la Secretaría.
2. Las fotografías, por triplicado a que se refiere el párrafo de tomas de fotografías.
3. Se presentarán además cinco copias de la porción de la carta topográfica o geográfica que se mencionan en el punto VIII y en la que se muestre el punto de partida y el perímetro del lote.

Estas copias tendrán una dimensión mínima de 21.5 por 28 cm, y

4. Tratándose de solicitudes de concesiones mineras de explotación los planos, en los términos del inciso 2 que enseguida se transcriben:

El perito tomará las siguientes fotografías:

- Del punto de partida del lote solicitado.
- De la mojonera de localización.
- De la mojonera auxiliar de observación de visuales en su caso.
- De los puntos o vértices de triangulación ligados.

- En el caso de concesiones mineras de explotación se tomarán además las fotografías de los puntos de partida de los lotes colindantes o vecinos.

b) Para las solicitudes de concesiones mineras de explotación se presentarán cinco ejemplares de un plano cuyo original estará dibujado en tela de calca y que contendrá los siguientes elementos:

- a) Exactamente los puntos I, II, III, IV, VI, VII, IX, X, XI del inciso a), próximo pasado, además,
- b) Escala del plano que deberá ser de 1 a 10,000.
- c) La Meridiana Astronómica, representada por una línea paralela al margen derecho del plano, con su extremo superior indicando el Norte Astronómico.
- d) El punto de partida, la mojonera de localización y el punto auxiliar de toma de visuales, en su caso.
- e) La línea o líneas auxiliares, con expresión de su rumbo y distancia.
- f) El perímetro del lote, expresando la longitud y el rumbo de cada uno de sus lados.
- g) Los lotes colindantes y vecinos, con sus nombres y el número de los expedientes o títulos respectivos, y
- h) Lugar, fecha y firma del perito.

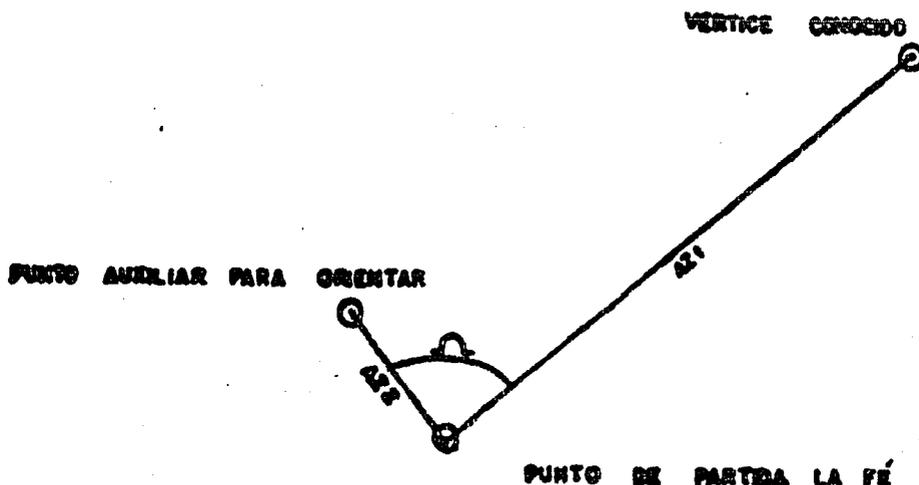
## 2.2 ORIENTACION DE UNA LINEA.

### 2.2.1 Explicación.

La línea escogida para esta orientación solar fue del punto de partida La Fé a un punto situado en la parte superior de unos tinacos, el cual se puede considerar como parte de los linderos del predio. En realidad la orientación de la línea debió hacerse desde el punto de partida hacia cualquiera de los vértices que sirvieron para darle posición a nuestro punto de partida La Fé, pero dadas las circunstancias atmosféricas y la contaminación en la ciudad, en el instante de efectuar el trabajo de campo, se optó por tomar otro punto cercano a la posición del aparato.

Este capítulo nos sirve para hacer otra comprobación a todos los cálculos efectuados en el capítulo I en el cual se obtuvieron las coordenadas ortogonales del P.P. en la Mina La Fé, es decir, con estas coordenadas y con las de cualquier vértice auxiliar se puede encontrar el Azimut correspondiente y después comprobar este resultado con una orientación del punto de partida hacia el vértice elegido anteriormente. Pero como en nuestro caso la orientación no fue hacia un vértice conocido, se tendrá que medir el ángulo: punto auxiliar para orientación - punto de partida, La Fé - vértice conocido.

Para aclarar este procedimiento nos basaremos en la siguiente figura:



de donde: El AZ 1 es el Azimut calculado con las coordenadas ortogonales del punto de partida La Fé y el vértice conocido, que debe ser igual al AZ 2 (Azimut obtenido de la orientación), más el ángulo  $\alpha$  medido.

Además el Azimut obtenido de la orientación nos será útil para el capitulo que sigue como el Azimut de partida en el deslinde de la Mina La Fé.

Para la obtención del Azimut ya indicado, se hicieron 8 series de las cuales se desechó una (la primera), y con las restantes se hará un promedio. El día de observación fue el sábado 18 de junio de 1983, la temperatura en todas ellas fue de 18C y la presión de 566.7 mm de Hg; como son varias orientaciones solares se utilizará un programa de calculadora para resolverlas rápidamente.

### 2.2.2 Registro de campo.

Est.	P.V.	Posición	Tiempo			$\phi$			$\theta$			
			h	m	s							
Punto de Partida	Varilla	Directo	9	01	50	50°	08'	42"	52°	51'	00"	*
		Directo	9	02	29	50	00	00	52	52	48	*
	Señal	Directo	9	03	32	49	45	48	52	54	48	*
		Inverso	9	04	45	310	25	00	232	57	06	*
		Sol	9	05	12	310	31	06	232	58	18	*
		Sol	9	05	40	310	37	29	232	59	00	*
		Señal	Inverso							179	59	48
Punto de Partida	Señal	Señal Dir	0	00	00							
	Sol	Directo	9 <sup>h</sup>	09 <sup>m</sup>	07 <sup>s</sup>	48°	28'	54"	53°	05'	00"	*
	Sol	Directo	9	09	42	48	20	42	53	06	42	*
	Sol	Directo	9	10	13	48	13	18	53	07	00	*
	Sol	Inverso	9	10	55	311	49	42	233	08	48	*
	Sol	Inverso	9	11	39	311	59	54	233	10	00	
	Sol	Inverso	9	12	18	312	08	30	233	11	48	
Señal	Inverso							180	00	00		

\* OBSERVACION DESECHADA.

Punto de Partida	Varilla	Señal	h	m	s	00°	00'	00"	00°	00'	00"
	Sol	Directo	9	15	27	47	02	00	53	16	12
	Sol	Directo	9	15	53	46	56	06	53	17	12
	Sol	Directo	9	16	15	46	51	12	53	17	54
	Sol	Inverso	9	16	51	313	11	00	233	19	00
	Sol	Inverso	9	17	14	313	16	00	233	19	30
	Sol	Inverso	9	17	34	313	20	48	233	20	00
		Señal							180	00	00
Punto de Partida	Varilla	Directo	h	m	s	0°	00'	00"	0°	00'	00"
	Sol	Directo	9	22	10	45	30	12	53	27	12
	Sol	Directo	9	22	43	45	22	54	53	28	24
	Sol	Directo	9	23	08	45	17	00	53	29	00
	Sol	Inverso	9	24	01	314	49	00	233	30	24
	Sol	Inverso	9	24	29	314	55	24	233	31	06
	Sol	Inverso	9	24	56	315	01	24	233	31	54
		Señal							180	00	00
Punto de Partida	Señal	Directo	h	m	s						
	Sol	Directo	9	29	34	43°	49'	00"	53°	38'	24"
	Sol	Directo	9	29	58	43	43	00	53	39	54
	Sol	Directo	9	30	34	43	35	18	53	39	48
	Sol	Inverso	9	31	24	316	30	00	233	41	18
	Sol	Inverso	9	31	54	316	37	00	233	42	00
	Sol	Inverso	9	32	21	316	43	00	233	43	00
		Señal							180	00	00
Punto de Partida	Señal	Directo	h	m	s				0°	00'	00"
	Sol	Directo	9	35	17	42°	30'	06"	53	46	00
	Sol	Directo	9	35	40	42	25	00	53	46	24
	Sol	Directo	9	36	07	42	18	42	53	47	00
	Sol	Inverso	9	37	07	317	48	54	233	49	00
	Sol	Inverso	9	37	52	317	59	00	233	49	57
	Sol	Inverso	9	38	20	318	05	54	233	50	42
		Señal							180	00	00

Punto de Partida	Señal	Directo	h	m	s			00°	00'	00"
	Sol	Directo	9	41	09	41	°	09'	48"	53 53 00
	Sol	Directo	9	41	28	41		05	30	53 53 36
	Sol	Directo	9	41	57	40		58	30	53 54 12
	Sol	Inverso	9	42	41	319		05	00	233 55 54
	Sol	Inverso	9	43	08	319		11	06	233 56 00
	Sol	Inverso	9	43	27	319		15	48	233 56 48
	Señal	Inverso								180 00 00
Punto de Partida	Señal	Directo	h	m	s			0°	00'	00"
	Sol	Directo	9	46	01	40	°	02'	18"	53 58 12
	Sol	Directo	9	46	33	39		55	12	53 59 00
	Sol	Directo	9	46	56	39		49	54	53 59 12
	Sol	Inverso	9	47	43	320		14	18	234 00 36
	Sol	Inverso	9	48	13	320		21	06	234 00 54
	Sol	Inverso	9	48	37	320		26	48	234 01 18
	Señal	Inverso								180 00 00

Para todas estas series de observaciones se tienen además los siguientes datos:

h

12h de T.C. = - 12  
 Variación horaria = + 3."8  
 Declinación a las 12h = + 23° 24' 23." 2

2.2.3 Programa de calculadora TI programable 58 ó 59 para calcular orientaciones astronómicas.

	↓2	↓4	↓6	↓8	↓10	↓12	↓14
LRN	STO	STO	STO	3600	STO	=	=
2nd	04	07	10	=	14	STO	INV
LbL	R/S	R/S	RCL	STO	RCL	16	2nd
A	2nd	2nd	03	12	04	RCL	COS
2nd	LbL	LbL	-	RCL	+	08	INV
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	1	3	5	7	9	11	13
							15

↓ 1	↓ 3	↓ 5	↓ 7	↓ 9	↓ 11	↓ 13	↓ 15
DMS	E	2nd	10	01	RCL	2nd	2nd
STO	2nd	C'	=	2nd	05	COS	DMS
01	DMS	2nd	X	SEN	=	X	STO
R/S	STO	DMS	0.004	X	X	RCL	18
2nd	05	STO	=	8.8	RCL	14	R/S
LbL	R/S	08	+	=	06	2nd	RST
B	2nd	R/S	1	÷	=	SEN	LRN
STO	LbL	RCL	=	3600	+	=	RST
02	2nd	01	1/X	=	RCL	STO	
R/S	A'	2nd	STO	STO	07	17	
2nd	2nd	TAN	11	13	=	RCL	
LbL	DMS	X	RCL	RCL	STO	15	
C	STO	60.6	09	01	15	2nd	
STO	06	=	X	+	RCL	SEN	
03	R/S	STO	RCL	RCL	08	-	
R/S	2nd	09	10	12	2nd	RCL	
2nd	LbL	RCL	X	=	SEN	16	
LbL	2nd	02	RCL	-	X	=	
D	B'	÷	11	RCL	RCL	÷	
2nd	2nd	762	=	13	14	RCL	
DMS	DMS	=	÷	=	2nd	17	
↓ 2	↓ 4	↓ 6	↓ 8	↓ 10	COS	↓ 14	
					↓ 12		

Introducción de datos a la calculadora.

1. Introducir la distancia zenital y oprimir Tecla A.
2. Introducir la presión atmosférica y oprimir Tecla B.
3. Introducir la temperatura y oprimir Tecla C.
4. Introducir el tiempo promedio de observación y oprimir Tecla D.
5. Introducir la hora de base y oprimir Tecla E.
6. Introducir la variación horaria y oprimir Teclas 2nd. A'.
7. Introducir la declinación a las 12h y oprimir Teclas 2nd. B'.
8. Introducir la latitud del lugar y oprimir Teclas 2nd. C'.

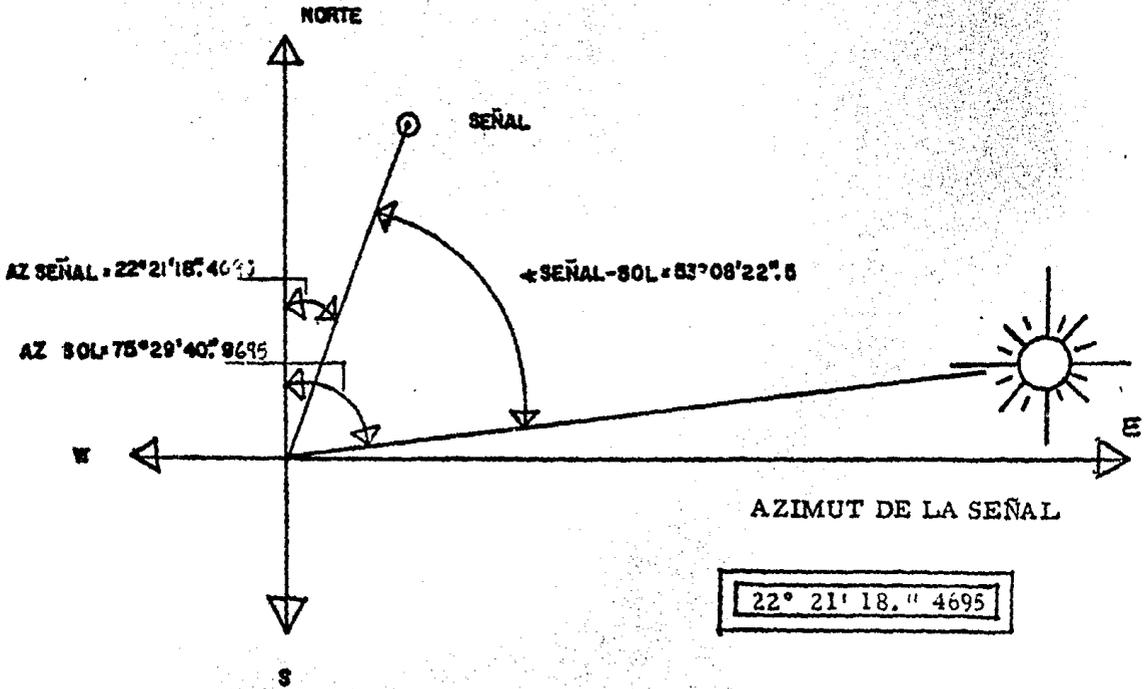
Obtención de resultados.

Oprimir Tecla R/S y se obtiene el Azimut del sol.

22.3.1. Serie No. II

- |    |    |                    |   |   |
|----|----|--------------------|---|---|
| A  | 1. | $z'$               | = | $48^{\circ} 10' 18''$   |
| B  | 2. | P                  | = | 566.7 mm de Hg  |
| C  | 3. | t                  | = | $18^{\circ} \text{C.}$  |
| D  | 4. | T                  | = | $\begin{matrix} & h & m & s \\ 9 & 10 & 41.5 & \end{matrix}$  |
| E  | 5. | H. de base         | = | $\begin{matrix} & h & m & s \\ - & 12 & 00 & 00 \end{matrix}$ |
| A' | 6. | Variación horaria  | = | $+ 0^{\circ} 00' 03.'' 8$                                     |
| B' | 7. | $\delta$ a las 12h | = | $+ 23^{\circ} 24' 23.'' 2$                                    |
| C' | 8. | Latitud            | = | $19^{\circ} 21' 57.'' 6436$                                   |
|    | 9. | ángulo señal - Sol | = | $53^{\circ} 08' 22.'' 5$                                      |

AZIMUT DEL SOL =  $75^{\circ} 29' 40.'' 9695$



2.2.3.2. Serie No. III

1.  $Z'$  =  $46^{\circ} 50' 15.'' A$
2.  $P$  =  $566.7 \text{ mm de Hg } B$
3.  $t$  =  $18^{\circ} C$   
h m s
4.  $T$  =  $9 \ 16 \ 32.33333 D$   
h m s
5.  $h \text{ de base} = - 12 \ 00 \ 00 E$
6.  $\text{Variación horaria} = + 0^{\circ} 00' 03.'' 8 A'$



- A' 6. variación horaria = + 0° 00' 03." 8  
 B' 7. ∫ a las 12h = + 23° 24' 23." 2  
 C' 8. Latitud = 19° 21' 57." 6436  
 9. Angulo señal - Sol = 53° 40' 44"

AZIMUT DEL SOL = 76° 02' 00." 4528

AZIMUT DE LA SEÑAL = 22° 21' 16." 4528

2.2.3.5 Serie No. VI

- A 1.  $\beta$ ' = 42° 12' 33"  
 B 2. P = 566.7 mm de Hg.  
 C 3. t = 18° C  
           h m s  
 D 4. T = 9 36 47.5  
           h m s  
 E 5. h. de base = - 12 00 00  
 A' 6. Variación horaria = + 0° 00' 03." 8  
 B' 7. ∫ a las 12h = + 23° 24' 23." 2  
 C' 8. Latitud = 19° 21' 57." 6436  
 9. Angulo señal - Sol = 53° 48' 15"

AZIMUT DEL SOL = 76° 09' 40." 9877

AZIMUT DE LA SEÑAL = 22° 21' 25." 9877

## 2.2.3.6

## Serie No. VII

- A 1.  $Z'$  =  $40^{\circ} 56' 44''$
- B 2. P = 566.7 mm de Hg.
- C 3. t =  $18^{\circ} \text{C}$   
h m s
- D 4. T = 9 42 18.33333  
h m s
- E 5. h de base = - 12 00 00
- A' 6. variación horaria =  $+ 0^{\circ} 00' 03.'' 8$
- B' 7.  $\delta$  a las 12h =  $+ 23^{\circ} 24' 23.'' 2$
- C' 8. Latitud =  $19^{\circ} 21' 57.'' 6436$
9. Angulo señal - Sol =  $53^{\circ} 54' 40''$

AZIMUT DEL SOL = $76^{\circ} 16' 09.'' 3167$
--

AZIMUT DE LA SEÑAL = $22^{\circ} 21' 29.'' 3167$
--

## 2.2.3.7

## Serie No. VIII

- A 1.  $Z'$  =  $39^{\circ} 47' 27''$
- B 2. P = 566.7 mm de Hg.
- C 3. t =  $18^{\circ} \text{C}$   
h m s
- D 4. T = 9 47 20.5  
h m s
- E 5. h de base = - 12 00 00
- A' 6. Variación horaria =  $+ 0^{\circ} 00' 03.'' 8$

B' 7.  $\delta$  a las 12h = + 23° 24' 23." 2

C' 8. Latitud = 19° 21' 57." 6436

9. Angulo.señal - Sol = 53° 59' 52"

AZIMUT DEL SOL = 76° 21' 22." 2602

AZIMUT DE LA SEÑAL = 22° 21' 30." 2602

Promedio de los Azimutes de la Señal.

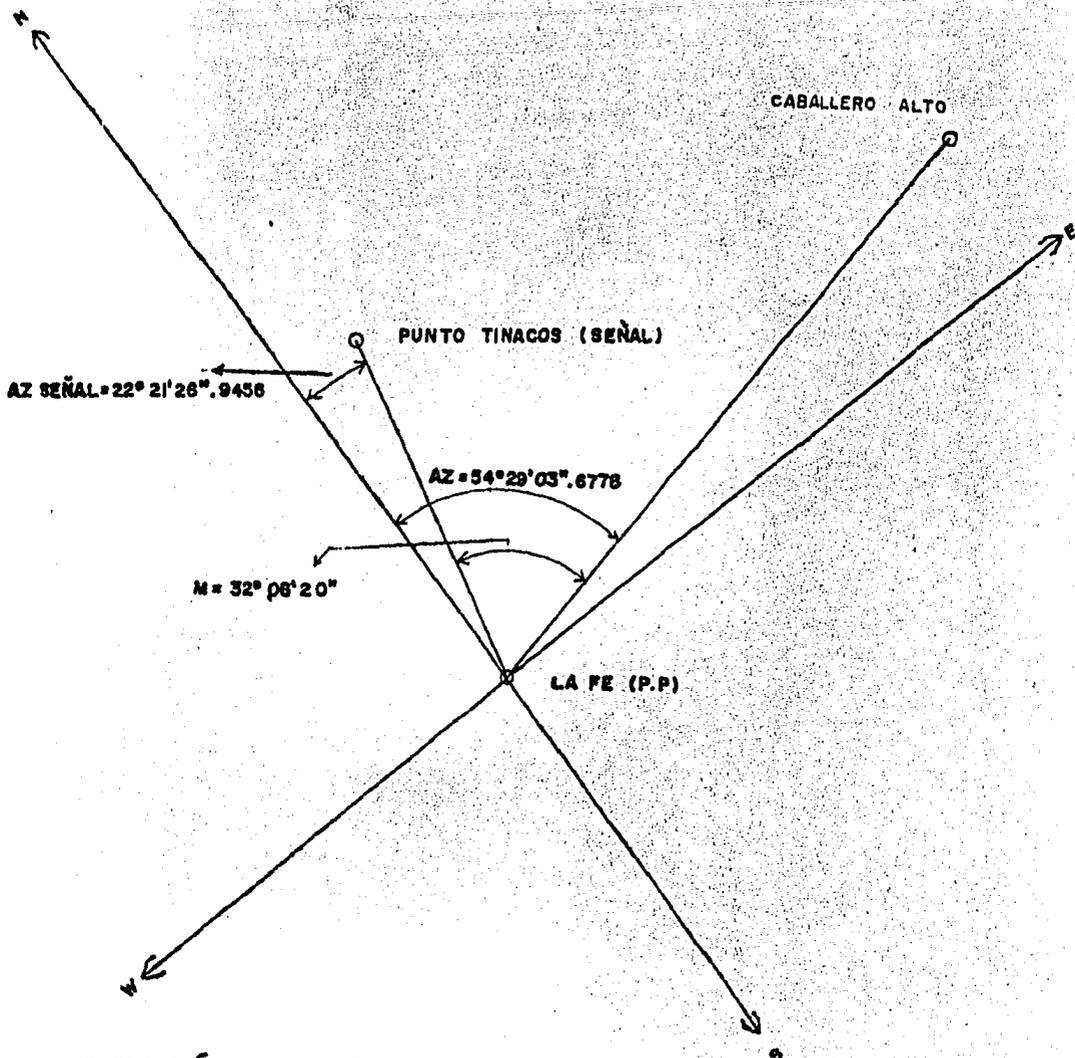
PROM AZ SEÑAL = 22° 21' 26." 9456

2.2.4 Comprobación; medición del ángulo señal - punto de partida (La Fé) - Caballero Alto.

Est.	P.V.	- $\theta$ -	Notas	Est.	P.V.	- $\theta$ -	Notas
P.P. La Fé	Señal	0 ° 00'		P.P. La Fé	Señal	196°00'	Inverso
	Cab. Alto	32 06			Cab. Alto	228 06	
	Señal	32 06			Señal	228 06	
	Cab. Alto	64 12			Cab. Alto	260 12	
	Señal	64 12			Señal	260 12	
	Cab. Alto	96 18			Cab. Alto	292 19	
	Señal	96 18			Señal	292 19	
	Cab. Alto	128 25			Cab. Alto	324 25	
	Señal	128 25			Señal	324 25	
	Cab. Alto	160 32			Cab. Alto	356 32	
Señal	162 32	Señal	356 32				
Cab. Alto	192 38	32° 06' 20"	Cab. Alto	28 39	32° 06' 30"		

Est.	P.V.	—θ—	Notas	Est.		—θ—	Notas
P.P. La Fé	Señal	15° 00'	32° 06'20"	P.P. La Fé	Señal	120° 43'	Inverso         32° 06'10"
	Cab. Alto	47 06			Cab. Alto	152 49	
	Señal	47 06			Señal	152 49	
	Cab. Alto	79 12			Cab. Alto	184 55	
	Señal	79 12			Señal	184 55	
	Cab. Alto	111 18			Cab. Alto	217 01	
	Señal	111 18			Señal	217 01	
	Cab. Alto	143 25			Cab. Alto	249 08	
	Señal	143 25			Señal	249 08	
	Cab. Alto	175 32			Cab. Alto	281 14	
Señal	175 32	Señal	281 14				
Cab. Alto	207 38	Cab. Alto	313 20				
P.P. La Fé	Señal	72° 15'	32° 06'20"	P.P. La Fé	Señal	95° 30'	Inverso         32° 06'20"
	Cab. Alto	104 21			Cab. Alto	127 36	
	Señal	104 21			Señal	127 36	
	Cab. Alto	136 28			Cab. Alto	159 42	
	Señal	136 28			Señal	159 42	
	Cab. Alto	168 34			Cab. Alto	191 48	
	Señal	168 34			Señal	191 48	
	Cab. Alto	200 41			Cab. Alto	223 54	
	Señal	200 41			Señal	223 54	
	Cab. Alto	232 47			Cab. Alto	256 01	
Señal	232 47	Señal	256 01				
Cab. Alto	264 53	Cab. Alto	288 08				

PROMEDIO = 32° 06' 20"



AZ PROMEDIO SEÑAL = 22° 21' 26".9456

+

M = 32° 06' 20".0000

---

AZ CABALLERO ALTO = 54° 27' 46".9456

## 2.3 " Deslindo de La Mina La Fé ".

### 2.3.1 Explicación.

Tratándose esta mina de un terreno circundado, es decir, que la superficie del lote colinda con otros lotes o terrenos de propiedad privada o alguna vialidad, el perímetro resultante será una figura irregular, por lo cual se determinará las longitudes y rumbos de los lados del perímetro teniendo en cuenta la posición de los lados de los lotes o propiedades colindantes. Se hace esta mención ya que el Artículo 34 de La Ley Reglamentaria del Artículo 27 -- Constitucional en materia minera especifica que el perímetro del lote minero debe formar un polígono cerrado, los lados contiguos que lo constituyen, estén orientados Norte - Sur y Este - Oeste o formando ángulos rectos y la longitud de cada lado, en metros, sea de cien o múltiplo de cien, exceptuando por colindar con otros lotes mineros no pueda cumplirse una o ambas de estas condiciones, que es exactamente nuestro caso.

El levantamiento se hizo usando estadia y con un aparato de ----- aproximación de minuto.

El cálculo y compensación de la poligonal se hará con ayuda de un programa de computadora con lenguaje Basic en el cual sólo bastará con introducir como datos el número de lados, los Azimutes, las distancias y los valores del seno y coseno para cada azimut. Además la computadora utilizada trabaja con 4 decimales.

PRINT. CB INPUT: AREAS ON DO DATE: 20/06/84 TIME:

\*\*\*\*\*

\*

FILE 5Y80, SEQ, CLASS=1 : OPEN OUTPUT 1

\*

\*\*\*\*\*

\*

PRINT 'DATOS DE ENTRADA'

PRINT #1 'DATOS DE ENTRADA'

PRINT

PRINT #1

DIM A(30), R(30), D(30), X(30), Y(30), SEN(30), COS(30), MX(30), NX(30)

\*

PRINT "DAME EL NUMERO DE LADOS DE LA POLIGONAL",

INPUT 'N?' N

040 FOR I=1 TO N

INPUT "DAME LOS GRADOS, MINUTOS Y SEG. " K1, K2, K3

052 GOSUB 2000

053 A(I)=K

J=I

055 PRINT J, J+1, K1, K2, K3

PRINT #1 J, J+1, K1, K2, K3

059 NEXT I

065 PRINT

PRINT #1

070 PRINT 'AZIMUT DE ENTRADA CONVERTIDO EN RUMBO'

PRINT #1 'AZIMUT DE ENTRADA CONVERTIDO EN RUMBO'

075 PRINT

PRINT #1

080 PRINT 'GRADOS', 'MINUTOS', 'SEGUNDOS'

PRINT #1 'GRADOS', 'MINUTOS', 'SEGUNDOS'

085 PRINT

PRINT #1

090 FOR I=1 TO N

J=I

110 IF A(I)&gt;270 THEN 150

115 IF A(I)&lt;90 THEN 165

120 IF A(I)&gt;180 THEN 122

121 GOTO 125

122 IF A(I)&lt;270 THEN 180

125 IF A(I)=0 THEN 205

130 IF A(I)=180 THEN 225

131 IF A(I)&gt;90 THEN 133

132 GOTO 140

133 IF A(I)&lt;180 THEN 245

140 IF A(I)=90 THEN 265

145 IF A(I)=270 THEN 285

150 R(I)=360-A(I)

155 GOSUB 2050

160 PRINT J, J+1, R(I), M(I), S(I), 'NW'

PRINT #1 J, J+1, R(I), M(I), S(I), 'NW'

162 GOTO 300

G PRINT.CB INPUT: AREAS ON DO DATE: 20/06/84 TIME:

```
165 R(I)=A(I)
170 GOBUB 2050
175 PRINT J;J+1;G;M;S;'NE'
PRINT #1 J;J+1;G;M;S;'NE'
177 GOTO 300
180 C=270-A(I)
185 R(I)=90-C
190 GOBUB 2050
195 PRINT J;J+1;G;M;S;'SW'
PRINT #1 J;J+1;G;M;S;'SW'
200 GOTO 300
205 R(I)=0
210 GOBUB 2050
215 PRINT J;J+1;G;M;S;'N'
PRINT #1 J;J+1;G;M;S;'N'
220 GOTO 300
225 R(I)=0
230 GOBUB 2050
235 PRINT J;J+1;G;M;S;'S'
PRINT #1 J;J+1;G;M;S;'S'
240 GOTO 300
245 R(I)=180-A(I)
250 GOBUB 2050
255 PRINT J;J+1;G;M;S;'SE'
PRINT #1 J;J+1;G;M;S;'SE'
260 GOTO 300
265 R(I)=0
270 GOBUB 2050
275 PRINT J;J+1;G;M;S;'E'
PRINT #1 J;J+1;G;M;S;'E'
280 GOTO 300
285 R(I)=0
290 GOBUB 2050
295 PRINT J;J+1;G;M;S;'W'
PRINT #1 J;J+1;G;M;S;'W'
300 PRINT
PRINT #1
305 NEXT I
310 PRINT
PRINT #1
315 PRINT 'LADO';;;'DISTANCIA'
PRINT #1 'LADO';;;'DISTANCIA'
320 FOR I=1 TO N
325 INPUT '?D(I)
J=I
330 PRINT J;J+1;D(I)
PRINT #1 J;J+1;D(I)
335 NEXT I
345 PRINT
PRINT #1
350 PRINT
```

PRINT. CB INPUT: AREAS ON DO DATE: 20/06/84 TIME:

```

PRINT #1
355 PRINT 'SOLUCION DEL PROBLEMA'
PRINT #1 'SOLUCION DEL PROBLEMA'
360 PRINT
PRINT #1
365 PRINT 'PUNTO', 'COORDENAS SIN CORREGIR'
PRINT #1 'PUNTO', 'COORDENAS SIN CORREGIR'
370 PRINT 'X', 'Y'
PRINT #1 'X', 'Y'
PRINT 'DAME LAS COORDENADAS DE PARTIDA'
INPUT '? ' X(1), Y(1)
375 FOR I=1 TO N
PRINT 'DAME EL SENO DE. ' //A(I)
INPUT '? ' SEN(I)
PRINT '##### EL SENO DE ' A(I); 'ES: ' SEN(I)
PRINT #1 '##### EL SENO DE ' A(I); 'ES: ' SEN(I)
PRINT "DAME EL COSENO DE", A(I)
INPUT '? ' COS(I)
PRINT '##### EL COSENO DE ' A(I); 'ES: ' COS(I)
PRINT #1 '##### EL COSENO DE ' A(I); 'ES: ' COS(I)
390 X(I+1)=X(I)+(D(I)*SEN(I))
395 Y(I+1)=Y(I)+(D(I)*COS(I))
400 PRINT I, X(I), Y(I)
PRINT #1 I, X(I), Y(I)
410 PRINT
415 NEXT I
420 IF X(N+1)=X(1) THEN 425
425 IF Y(N+1)=Y(1) THEN 755
430 PRINT
431 PRINT
PRINT #1
432 PRINT
435 * CALCULO DE LA DISTANCIA ERROR
440 WZ=((X(N+1)-X(1))**2+(Y(N+1)-Y(1))**2)
PRINT 'DAME LA RAIZ DE: ' WZ
INPUT W
445 Z=0
450 FOR I=1 TO N
455 Z=Z+D(I)
460 NEXT I
465 PRINT 'EL PERIMETRO='; Z; 'MTS'
PRINT #1 'EL PERIMETRO='; Z; 'MTS'
467 PRINT
PRINT #1
470 L=W/Z
475 PRINT 'ERROR POR METRO DE POLIGONO='; L; 'MTS'
PRINT #1 'ERROR POR METRO DE POLIGONO='; L; 'MTS'
480 PRINT
PRINT #1
485 E1=X(1)-X(N+1)
490 PRINT 'EL ERROR EN X ES EX='; E1

```

PRINT.CB INPUT: AREAS ON DO DATE: 20/06/84 TIME:

```

PRINT #1 'EL ERROR EN X ES EX=';E1
495 PRINT
PRINT #1
500 E2=Y(1)-Y(N+1)
505 PRINT 'EL ERROR EN Y ES EY=';E2
PRINT #1 'EL ERROR EN Y ES EY=';E2
510 PRINT
PRINT #1
515 EZ=(E1**2+E2**2)
PRINT 'DAME LA RAIZ DE: '; EZ
INPUT E3
PRINT
520 PRINT 'EL ERROR TOTAL ES ET=';E3
PRINT #1 'EL ERROR TOTAL ES ET=';E3
525 PRINT
PRINT #1
530 P=Z/E3
535 PRINT 'LA PRECISION ES P=1; 'P
PRINT #1 'LA PRECISION ES P=1; 'P
540 PRINT
PRINT #1
545 PRINT
PRINT #1
550 * CORRECCIONES
555 PRINT 'PUNTO'; 'CORRECCION EN X'; 'CORRECCION EN Y'
PRINT #1 'PUNTO'; 'CORRECCION EN X'; 'CORRECCION EN Y'
560 PRINT
PRINT #1
561 V=0
562 FOR I=1 TO N
563 V=V+D(I)
570 MX(I)=(E1/Z)*V
575 NX(I)=(E2/Z)*V
580 PRINT I; MX(I); NX(I)
PRINT #1 I; MX(I); NX(I)
585 PRINT
PRINT #1
590 NEXT I
595 PRINT
PRINT #1
600 PRINT
PRINT #1
605 * CORDENADAS CORREGIDAS
610 PRINT 'PUNTO'; 'COORDENADAS CORREGIDAS'
PRINT #1 'PUNTO'; 'COORDENADAS CORREGIDAS'
615 PRINT 'X'; 'Y'
PRINT #1 'X'; 'Y'
620 FOR I=1 TO N
635 X(I+1)=X(I)+MX(I)
640 Y(I+1)=Y(I)+NX(I)
645 PRINT I; X(I); Y(I)

```

PRINT. CB INPUT: AREAS ON DO DATE: 20/06/84 TIME:

```
PRINT #1 I,,X(I),,Y(I)
630 PRINT
PRINT #1
655 NEXT I
660 PRINT 'I',,X(1),,Y(1)
PRINT #1 'I',,X(1),,Y(1)
665 PRINT
PRINT #1
670 PRINT
PRINT #1
675 * CALCULO DEL AREA
680 PRINT 'EL AREA DEL POLIGONO ES '
PRINT #1 'EL AREA DEL POLIGONO ES '
685 PRINT
PRINT #1
690 X(N+1)=X(1)
695 Y(N+1)=Y(1)
700 G=0
705 FOR I=1 TO N
710 G=G+(X(I)*Y(I+1))
715 NEXT I
720 T=0
725 FOR I=1 TO N
730 T=T+(X(I+1)*Y(I))
735 NEXT I
740 S=(G-T)/2
745 PRINT 'A=',ABS(S),,'MT82'
PRINT #1 'A=',ABS(S),,'MT82'
750 GOTO 3000
755 PRINT 'LA POLIGONAL NO SE CORREGIRA'
PRINT #1 'LA POLIGONAL NO SE CORREGIRA'
756 GOTO 3000
2000 * SUBROUTINA PARA TRANSFORMAR DE GRADOS A DECIM.
2005 A1=K3/3600
2010 A2=K2/60
2015 A3=K1
2020 K=A1+A2+A3
2025 RETURN
2050 REM SUBROUTINA PARA CONVERTIR DECIMALES A GRADOS
2055 LET G=INT(R(I))
2060 LET F=(R(I)-INT(R(I)))*60
2065 LET M=INT(F)
2070 LET S=(F-INT(F))*60
2075 RETURN
3000 END
```

DATOS DE ENTRADA

1	2	22	21	26.94
2	3	351	14	26.94
3	4	339	56	6.94
4	5	346	41	6.94
5	6	353	50	46.94
6	7	306	49	26.94
7	8	221	50	6.94
8	9	224	15	46.94
9	10	224	55	6.94
10	11	227	34	6.94
11	12	223	57	26.94
12	13	220	37	26.94
13	14	208	6	46.94
14	15	204	40	6.94
15	16	203	56	46.94
16	17	206	24	46.94
17	18	204	41	26.94
18	19	204	30	26.94
19	20	121	9	26.94
20	21	76	28	6.94
21	22	66	57	6.94
22	23	66	8	26.94
23	24	69	42	26.94
24	25	43	33	26.94
25	26	48	8	6.94
26	27	36	20	6.94
27	28	30	27	26.94

AZIMUT DE ENTRADA CONVERTIDO EN RUMBO

GRADOS MINUTOS SEGUNDOS

1	2	22	21	26.64	NE
2	3	8	49	33.48	NW
3	4	20	3	53.28	NW
4	5	13	18	53.28	NW
5	6	6	9	13.32	NW
6	7	53	10	33.6	NW
7	8	41	30	6.72	SW
8	9	44	15	46.8	SW
9	10	44	55	6.6	SW
10	11	47	34	6.6	SW
11	12	43	57	26.64	SW
12	13	40	37	26.4	SW
13	14	28	6	46.8	SW
14	15	24	40	6.6	SW
15	16	23	56	46.68	SW

16	17	20	24	26.52	SW
17	18	24	41	26.52	SW
18	19	24	30	26.64	SW
19	20	58	50	33.36	SE
20	21	83	31	53.4	SE
21	22	66	57	6.84	NE
22	23	66	8	26.52	NE
23	24	69	42	26.64	NE
24	25	43	33	26.64	NE
25	26	48	8	6.72	NE
26	27	36	20	6.72	NE
27	28	30	27	26.64	NE



LADO DISTANCIA

1	2	11.164
2	3	63.976
3	4	64.526
4	5	86.334
5	6	68.711
6	7	82.497
7	8	94.449
8	9	81.535
9	10	85.251
10	11	50.863
11	12	111.867
12	13	71.223
13	14	72.042
14	15	82.08
15	16	62.979
16	17	57.289
17	18	68.464
18	19	34.001
19	20	65.097
20	21	87.754
21	22	76.042
22	23	94.951
23	24	94.246
24	25	106.905
25	26	70.396
26	27	66.149
27	28	159.366

SOLUCION DEL PROBLEMA

PUNTO COORDENAS SIN CORREGIR

X	Y
1	6769.5698- 4066.1378-
2	6765.3242- 4055.8134-
3	6775.0613- 3992.586-
4	6797.1937- 3931.9768-
5	6817.0764- 3847.9652-
6	6824.4353- 3779.6528-
7	6890.4658- 3730.2124-
8	6850.4558- 3755.5712-

8	0700.4538-	3800.5707-
9	7010.337-	3858.9641-
10	7071.2588-	3920.0384-
11	7116.1756-	3961.1026-
12	7193.8224-	4041.6244-
13	7240.1885-	4095.6755-
14	7274.1346-	4159.2165-
15	7308.3865-	4233.8025-
16	7333.9433-	4291.359-
17	7359.4294-	4342.667-
18	7388.0228-	4404.8665-
19	7402.1264-	4435.804-
20	7346.4229-	4469.4786-
21	7299.2306-	4479.3597-
22	7189.2644-	4449.5893-
23	7102.4318-	4411.1912-
24	7014.0385-	4378.5067-
25	6940.381-	4301.0434-
26	6887.9571-	4254.0682-
27	6848.7662-	4200.7885-

EL PERIMETRO= 2077.193 MTS

ERROR POR METRO DE POLIGONO= .0004 MTS

EL ERROR EN X ES EX= .457

EL ERROR EN Y ES EY= .7253

EL ERROR TOTAL ES ET= .8572

LA PRECISION ES P=1:2423.1836

PUNTO	CORRECCION EN X	CORRECCION EN Y
1	.0022	.0033
2	.015	.0225
3	.0279	.0418
4	.0452	.0678
5	.0589	.0884
6	.0754	.1131
7	.0943	.1414
8	.1105	.1659
9	.1278	.1918
10	.14	.21
11	.1624	.2436
12	.1766	.265
13	.191	.2866
14	.2079	.3112
15	.22	.3301
16	.2318	.3472

16	. 2319	. 3473
17	. 2452	. 3678
18	. 252	. 378
19	. 265	. 3976
20	. 2825	. 4239
21	. 2978	. 4467
22	. 3168	. 4752
23	. 3356	. 5035
24	. 357	. 5355
25	. 3711	. 5566
26	. 3843	. 5765
27	. 4154	. 6231



PUNTO CORDENADAS CORREGIDAS

X	Y
1	6769.5698- 4066.1378-
2	6765.322- 4055.8101-
3	6775.0463- 3992.5635-
4	6797.1658- 3931.935-
5	6817.0312- 3847.8974-
6	6824.3764- 3779.5644-
7	6890.3904- 3730.0993-
8	6953.3595- 3800.4355-
9	7010.2464- 3858.7982-
10	7071.131- 3919.8466-
11	7116.0356- 3960.8926-
12	7193.66- 4041.3808-
13	7240.0119- 4095.4105-
14	7273.9436- 4158.9299-
15	7308.179- 4233.4913-
16	7333.7233- 4291.0289-
17	7359.1939- 4342.3197-
18	7387.7776- 4404.4987-
19	7401.8744- 4435.426-
20	7411.1578- 4410.001-

20 7370.1377- 4407.001-

21 7258.948- 4478.9358-

22 7188.9666- 4449.1426-

23 7102.115- 4410.716-

24 7013.7029- 4378.0032-

25 6940.024- 4300.5079-

26 6887.586- 4253.5116-

27 6848.3819- 4200.212-

1 6769.5698- 4066.1378-

EL AREA DEL POLIGONO ES

A= 238966.5334 MTS2

## 2.4 INFORME PERICIAL.

Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial  
Dirección General de Minas y Petróleo  
Departamento de Cartografía de Minas  
México 1, D.F.

Respetuosamente ante ustedes, el que suscribe e informa, Ingeniero Eduardo Rafael Montiel Acosta, debidamente registrado ante la Dirección General de Minas y Petróleo y con autorización para ejecutar los trabajos periciales del lote minero, del cual se especifican los requerimientos necesarios, bajo protesta de decir verdad y en cumplimiento de las disposiciones del Capítulo III de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia de Explotación y Aprovechamiento de los Recursos Minerales y V de su Reglamento, tengo a bien exponer dicho trabajo que se me encomendó.

I. Nombre del solicitante:

Sres. Urdaneta

II. Nombre del Lote:

"La Fé"

III. Registro, agencia correspondiente y número de título:

X México, D.F.

IV. Superficie:

23.897107 Hectáreas

V. Clase de concesión:

Exploración y/o explotación

**VI. Municipio y Estado de ubicación:**

Delegación Alvaro Obregón, México, Distrito Federal.

**VII. Descripción y ubicación del punto de partida:**

El punto de partida lo constituye una mojonera de sección horizontal de 0.20 x 0.20 m y 0.40 m de altura, de concreto, misma que me fue -- mostrada por el señor Alejandro Velazquez Pérez, representante de los señores Urdaneta, solicitantes del lote en cuestión. El p.p. forma parte de los linderos (Este) de la Cía. Minera La Fé y los terrenos denominados Prados de la Montaña propiedad del señor Halles, teniendo al Norte los tiraraderos de Santa Fé, al Sur la Calle denominada Coral que liga al antiguo camino a Toluca y al camino que va al Pueblo de Santa Lucía, al Oriente los terrenos Prados de la Montaña y al Poniente el antiguo Camino a Toluca o también llamado Camino Sta. Fé - Contadero.

Coordenadas geográficas del punto de partida.

19° 21' 57." 6436	de latitud Norte
99° 15' 38." 8998	de longitud al W. de G.

Coordenadas ortogonales con respecto al catastro del Distrito Federal.

X = - 6,769.569832
Y = - 4,066.13784

**VIII. Ubicación del terreno solicitado:**

El terreno se ubica en la zona Poniente de la Delegación Alvaro Obregón, México, D.F., casi colindante con la Delegación de Cuajimalpa de Morelos. A la altura de la Colonia Proletaria Km. 9 del antiguo camino a Toluca y perteneciendo al Código Postal 01390.

IX. Perímetro del lote:

Lado		Distancia	Colindancia
P.P.1	N 22° 21' 26." 94 E	11.163716 m	Prados dela Mon.
1 - 2	N 8 45 33. 06 W	63.9758 m	Terreno Sr. Enri-
2 - 3	N 20 03 53. 06 W	64.526 m	que Flores M.
3 - 4	N 13 18 53. 06 W	86.33366685 m	"
4 - 5	N 6 09 13. 06 W	68.71075461 m	"
5 - 6	N 53 10 33. 06 W	82.49658777 m	"
6 - 7	S 41 50 06. 94 W	94.44921456 m	Camino Antiguo a
7 - 8	S 44 15 46. 94 W	81.5351391 m	Toluca
8 - 9	S 44 55 06. 94 W	86.251223 m	"
9 - 10	S 47 34 06. 94 W	60.86331167 m	"
10 - 11	S 43 57 26. 94 W	111.86722 m	"
11 - 12	S 40 37 26. 94 W	71.223444 m	"
12 - 13	S 28 06 46. 94 W	72.0420968 m	"
13 - 14	S 24 40 06. 94 W	82.080131 m	"
14 - 15	S 23 56 46. 94 W	62.97953033 m	"
15 - 16	S 26 24 46. 94 W	57.288987 m	"
16 - 17	S 24 41 26. 94 W	68.463917 m	"
17 - 18	S 24 30 26. 94 W	34.000678 m	"
18 - 19	S 58 50 33. 06 E	65.097243 m	Calle Coral
19 - 20	S 83 31 53. 06 E	87.753797 m	"
20 - 21	N 66 57 06. 94 E	76.0417056 m	"
21 - 22	N 66 08 26. 94 E	94.950654 m	"
22 - 23	N 69 42 26. 94 E	94.24632225 m	"
23 - 24	N 43 33 26. 94 E	106.90455 m	Pra. dela Mon.
24 - 25	N 48 08 06. 94 E	70.3964115 m	"
25 - U.P.	N 36 20 06. 94 E	66.1445655 m	"
U.P - P.P.	N 30 27 26. 94 E	155.36627 m	"

X. Ligas topográficas del punto de partida y:

a) La mojonera de localización.

	RUMBO	DISTANCIA
DEL P.P. A M.L.	= N 20° 12' 30" W	35 mts.

b) Vértices de triangulación ligados.

	RUMBO	DISTANCIA
DEL P.P. A Colegiata Gpe. Hgo.	= N 49° 02' 25." 5122 E	20, 000.16616 m.
DEL P.P. A Caballero Alto	= N 54° 29' 03." 0778 E	10, 248.1924 m.
DEL P.P. A Catedral	= N 61° 04' 04." 05 E	15, 343.48903 m.
DEL P.P. A San Simón	= N 85° 22' 12." 7415 E	12, 108.56705 m.

Coordenadas referidas a la triangulación oficial del catastro:

	X	Y
P.P.	- 6, 769.569832	- 4, 066.13784
M.L.	- 6, 781.660046	- 4, 033.292342
Colegiata Gpe. Hgo.	+ 8, 334.00	+ 9, 044.50
Caballero Alto	+ 1, 572.00	+ 1, 887.32
Catedral	+ 6, 658.94	+ 3, 356.65
San Simón	+ 5, 299.48745	- 3, 088.7677

XI. Visuales de referencia tomadas desde el punto de partida .

- a) Mojonera Este, perteneciente al perímetro del terreno de la Universidad Iberoamericana, ubicada a un costado del camino antiguo a Toluca, marcada con el número 6.

Rumbo = N 19° 17' E

- b) Mojonera Sur, ubicada dentro del terreno del Sr. Enrique Flores Maldonado y que sirve de límite entre su terreno y la Cía. Minera La Fé, marcada con el número 41.

Rumbo = N 67° 58' E

- c) Mojonera Noroeste, de los terrenos Prados de la Montaña, marcada con el número 20, propiedad del Sr. Halles.

Rumbo = S 8° 24' W.

## XI. Rutas de acceso:

- a) Tomando como punto de partida a Tacubaya se transita por la Avenida Jalisco y en esa dirección se sigue por la Avenida Camino Real de Toluca, la cual entronca con el Camino a Santa Fé, poco después de pasar por el Pueblo de Santa Fé se une al Camino antiguo Toluca, este camino pasa al lado derecho de los tiraderos de Santa Fé y también de la Mina La Fé, así es que una vez pasados los tiraderos, la primera entrada hacia la izquierda será la de la mina, es un acceso de terracería de aproximadamente 200 mts. de longitud, que a su final llega a los talleres y almacén. El punto de partida se localiza en un montículo exactamente arriba de los depósitos de diesel del almacén.
- b) Partiendo de Mixcoac se sube hacia el Oeste por la Calle Molinos, ésta entronca con la Avenida del Rosal y al momento de pasar las Colonias Olivar del Conde cambia su nombre a Avenida Santa Lucía. Esta Avenida encuentra en su trayecto al fraccionamiento Colinas del Sur, a la Colonia Corpus Cristi y al poblado de Santa Lucía, al pasar a éste último se llega a la Calle Coral que será la que finalmente nos lleva a la mina antes de que entronque con el antiguo camino a Toluca, pues existe una desviación del lado derecho, de la propia mina con unos 350 mts. de longitud aproximadamente hasta los talleres y almacenes.
- c) Si tomamos como partida el inicio de la Carretera-México-Toluca, es decir, en donde se une la Avenida Constituyentes, el Paseo de la Reforma y la Carretera, sólo nos bastará con seguir un tramo de la Carretera para subir el puente Conafrut (en la misma desviación a la derecha) y transportarnos sobre la prolongación del Paseo de la Reforma hasta unos 300 mts después de la terminación del terreno de la Universidad Iberoamericana, entonces sólo resta desviarnos hacia la izquierda para llegar a la mina, ya sea por el camino antiguo a Toluca o por la Calle Coral.

Este informe se presenta en original y 2 copias y a él se anexan:

- a) Determinación de la Meridiana Astronómica y croquis.

b) Fotografías del P.P., DE LA M.L., y de los puntos a donde se dirigieron los visuales.

c) Plano original de deslinda.

México, D.F., a 21 de marzo de 1984.

ING. EDUARDO RAFAEL MONTIEL ACOSTA  
Grecia 62-A, Col. Sn. Alvaro  
02090 México, D.F.

a) Determinación de la meridiana astronómica y croquis.

Se tomaron las observaciones al Sol series II y V.

SERIE II

Est.	P.V.	Posición	Tiempo									
Punto de Partida	Señal	Directo	h	m	s				0°	00'	00"	
	Sol	Directo	9	09	07	48°	28'	54"	53	05	00	1
	Sol	Directo	9	09	42	48	20	42	53	06	42	2
	Sol	Directo	9	10	13	48	13	18	53	07	00	3
	Sol	Inverso	9	10	55	311	49	42	233	08	48	4
	Sol	Inverso	9	11	39	311	59	54	233	10	00	5
	Sol	Inverso	9	12	18	312	08	30	233	11	48	6
	Señal	Inverso							180	00	00	
Prom.			h	m	s							
			9	10	41.5	48°	10'	18"	53°	08'	22"5	

$$A = 41^{\circ}49'42''$$

De esta serie se desecharon los renglones tercero y cuarto.

SERIE V

Est.	P.V.	Posición	Tiempo					
Punto	Señal	Directo	h	m	s			
de	Sol	Directo	9	29	34	43 ° 49' 00"	53	00' 00"
Partida	Sol	Directo	9	29	58	43 43 00	53	38 24
	Sol	Directo	9	30	34	43 35 18	53	39 54
	Sol	Inverso	9	31	24	316 30 00	233	39 48
	Sol	Inverso	9	31	54	316 37 00	233	41 18
	Sol	Inverso	9	32	21	316 43 00	233	42 00
	Señal	Inverso					233	43 00
							180	00 00
Promedio			h	m	s			
			9	30	57.5	43 ° 32' 53"	53 °	40' 44"

$$A' = 46^{\circ} 27' 07''$$

Como las observaciones se efectuaron en la mañana, se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$\cot U = \cos Am \tan d \sec M - \tan M \operatorname{Sen} Am$$

$$\tan M = \frac{B \cos Am}{A' - A}$$

En la que:

U = azimut del astro para su posición media.

h = ángulo horizontal en la primera posición.

h' = ángulo horizontal en la segunda posición.

B = h' - h = ángulo horizontal entre las dos posiciones.

Bm =  $1/2 ( h' + h )$ .

A = altura del astro en la primera posición.

A' = altura del astro en la segunda posición.

Am =  $1/2 ( A' + A )$  = altura media verdadera.

d = declinación del astro para el instante medio de la observación

M = ángulo auxiliar.

Para la latitud tenemos que:

$$\text{SEN } L = \text{SEN } Am \text{ Sen } d + \cos Am \cos d \text{ Sen } M.$$

$$\text{Tan } M = \frac{B \cos Am}{A' - A}$$

Cálculos:

$$h' = 53^\circ 40' 44.'' 0$$

$$h = 53^\circ 08' 22.'' 5$$

$$B = 00^\circ 32' 21.'' 5 = \boxed{32'.3583333 = B}$$

$$\boxed{Bm = 53^\circ 24' 33.'' 25}$$

1a. Altura observada =  $48^\circ 10' 18''$

Corrección por refracción.

$$\mu = r \beta t ; \mu = (60.'' 6 \tan z') \left( \frac{P}{762} \right) \left( \frac{1}{1 + 0.004 (t - 10)} \right)$$

$$\mu = (60.'' 6 \tan 48^\circ 10' 18'') \left( \frac{566.7}{762} \right) \left( \frac{1}{1 + 0.004 (18 - 10)} \right)$$

$$\mu = (67.'' 709995) (0.7437008) (0.9689922)$$

$$\mu = 48.'' 794552$$

1a. Altura observada  $48^\circ 10' 18.'' 000000$

Correc. por Refrac. +  $48.'' 794552$

$$\boxed{A = 48^\circ 11' 06.'' 794552}$$

$$\boxed{A = 41^\circ 48' 53.'' 21}$$

2a. Altura observada =  $43^\circ 32' 53''$

$$\mu = (60.'' 6 \tan 43^\circ 32' 53'') \left( \frac{566.7}{762} \right) \left( \frac{1}{1 + 0.004 (18 - 10)} \right)$$

$$\mu = (57.'' 603928) (0.7437008) (0.9689922)$$

$$\mu = 41.'' 51171$$

Za. Altura observada  $43^{\circ} 32' 53.'' 00000$

+  
Correc. por Refrac.  $41.'' 51171$

$A' = 43^{\circ} 33' 34.'' 51171$  |  $A' = 46^{\circ} 26' 25.'' 49$

$A' = 46^{\circ} 26' 25.'' 49$

-  
 $A = 41^{\circ} 48' 53.'' 21$   
 $A' - A = 04^{\circ} 37' 32.'' 28 = . 277,538'$

$Am = 44^{\circ} 07' 39.'' 35$

Promedio de la hora de observación  
Intervalos

	h	m	s
	- 12	00	00. 000
	= 9	20	49. 5
	= - 2	39	10. 5
	= -	2 <sup>h</sup> .	6529167

Declinación del Sol a las 12 horas de T.C.  $= 23^{\circ} 24' 23.'' 2$

Corrección por intervalo (-2<sup>h</sup>.6529167) variación horaria  
(+3.''8)  $= - 10.''0810835$

Declinación al observar  $d = 23^{\circ} 24' 13.'' 1189165$

Cálculo de Azimut.

$\tan M = \frac{32.3583333 \cos 44^{\circ} 07' 39.'' 35}{- 277.5380474} = 0.0836877$

$M = 4^{\circ} 47' 01.'' 698$

$\cot U = (\cos 44^{\circ} 07' 39.'' 35) (\tan 23^{\circ} 24' 13.'' 1189165) (\sec 4^{\circ} 47' 01.'' 698) - \left[ (\tan 4^{\circ} 47' 01.'' 698) (\sin 44^{\circ} 07' 39.'' 35) \right]$

$\cot U = 0.3117561 - 0.0582683 = 0.2534878$

$U = 75^{\circ} 46' 32.'' 99$  Azimut del Sol

- Az Sol  $= 75^{\circ} 46' 32.'' 99$

ángulo señal - Sol = Bm  $= 53^{\circ} 24' 33.'' 25$

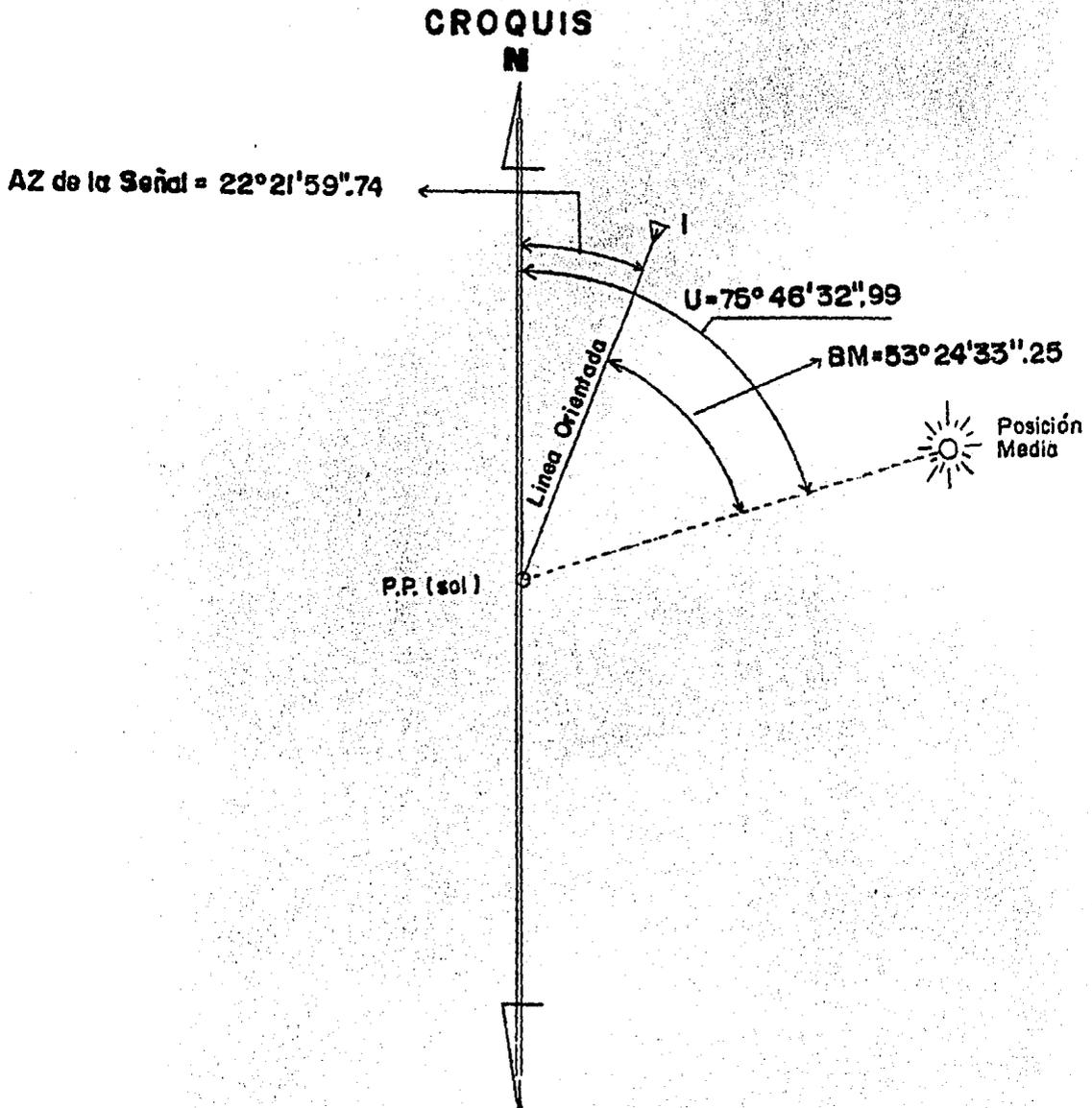
$Azimut de la Señal = 22^{\circ} 21' 59.'' 74$

### Cálculo de latitud

$$\text{Sen } L = \text{Sen } (44^{\circ}07'39.''35) (\text{Sen } 23^{\circ}24'13.''1189165) + (\text{Cos } 44^{\circ}07'39.''35) (\text{Cos } 23^{\circ}24'13.''1189165) (\text{Sen } 4^{\circ}47'01.''698)$$

$$\text{Sen } L = 0.2765583 + 0.0549362 = 0.3314945$$

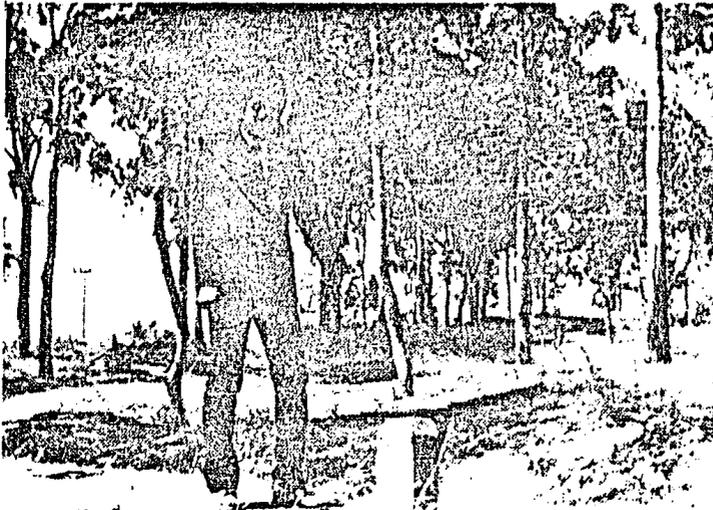
$L = 19^{\circ} 21' 34.'' 23$ latitud
---------------------------------------



LOTE: "LA FE"

REGISTRO:

AGENCIA:



**PUNTO DE  
PARTIDA  
LA FE**

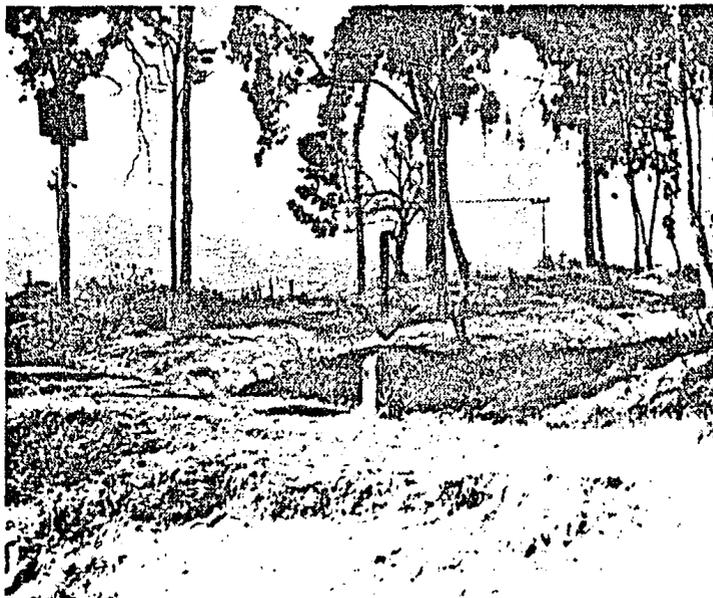
Ing Eduardo Montiel  
Acosta  
Registro:  
Firma:

Certifico que este  
es el punto de partida  
señalados por mi  
Alejandro Velazquez P.

LOTE: "LA FE"

REGISTRO:

AGENCIA:



**PUNTO DE  
PARTIDA  
LA FE**

Ing Eduardo Montiel  
Acosta  
Registro:  
Firma:

Certifico que este es  
el PP señalado por mi  
Alejandro Velazquez P.

LOTE: "LA FE" REGISTRO:

AGENCIA:



**MOJONERA DE LOCALIZACION**

Ing. Eduardo Montiel Acosta

Registro:

Firma:

LOTE: "LA FE" REGISTRO:

AGENCIA:



**VISUAL DE REFERENCIA**

**TOMADA DEL P.P.**

**Rbo : N 19° 17' E**

Ing. Eduardo Montiel Acosta

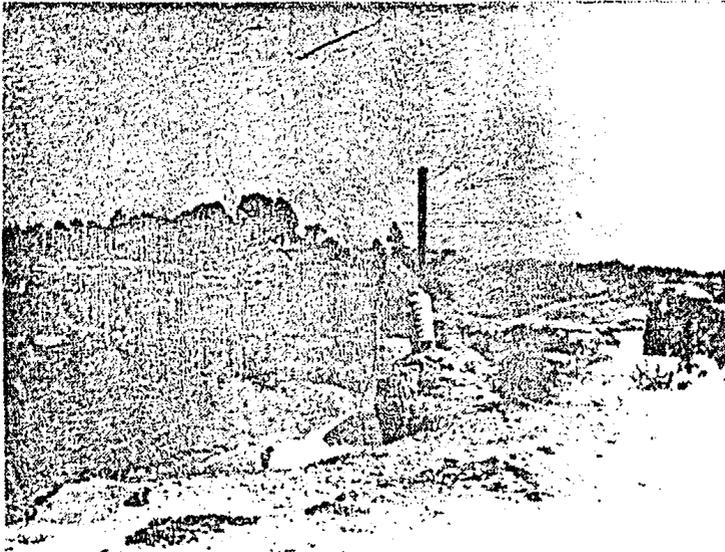
Registro:

Firma:

LOTE: "LA FE"

REGISTRO:

AGENCIA:

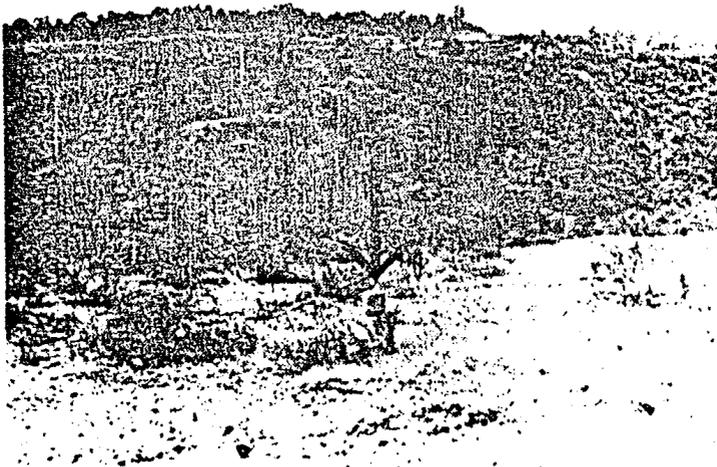


**VISUAL DE REFERENCIA**  
**TOMADA DEL PP**  
**Rdo: N 67° 58' E**

Ing Eduardo Montiel Acosta  
Registro:  
Firma:

LOTE: "LA FE" REGISTRO:

AGENCIA:



**VISUAL DE REFERENCIA**  
**TOMADA DEL P.P.**  
**Rdo 58° 24' W**

Ing. Eduardo Montiel Acosta  
Registro:  
Firma:

LICITANTES: Srta. URDANETA

NOMBRE DEL LOTE "LA FE"

REGISTRO, AGENCIA CORRESPONDIENTE Y N° DE TITULO  
MEXICO, D.F.

SUPERFICIE: 23.897107 HECTAREAS

MUNICIPIO Y ESTADO: DELEGACION ALVARO OBREGON  
MEXICO D.F.

DESCRIPCION Y UBICACION DEL P.P.: LO CONSTITUYE UNA MOJONERA DE 0.20X 0.20m DE SECC. HORIZ Y 0.40m DE H, FORMA PARTE DE LOS LINDEROS (ESTE) DE LA MINA, TENIENDO AL "N" LOS TIRADEROS DE SANTA FE, AL "S" LA CALLE DENOMINADA CORAL, AL "E" LOS TERRENOS PRADOS DE LA MONTAÑA Y AL "W" EL ANTIGUO CAMINO A TOLUCA.

COORDENADAS GEOGRAFICAS DEL P.P.:  
9°21'57"5837 DE LATITUD NORTE  
99°15'38"7917 DE LONGITUD AL W. DE G.

VISUALES DE REFERENCIA

EST.	PTO. VISADO	RUMBO
PUNTO DE PARTIDA	MOJONERA UBEROAMERICANA	N 19° 17' E
	MOJONERA 41, TERRENO Sr.	N 67° 58' E
	MOJONERA 20, TERRENOS PRADOS DE LA MONTAÑA	S 08° 24' W

RELACIONES ENTRE EL P.P. Y:

LA MOJONERA DE LOCALIZACION N 20°12'30" W Y 35m  
X = -6,781.66 Y = -4,033.29

COLEJIALA GPE HGO: N 49°02'25.5122 E Y 20,000.168m  
X = +8,334 Y = +9,044.5

CABALLERO ALTO: N 54°29'03" 0778 E Y 10,248.1924m  
X = +1,572 Y = +1,887.32

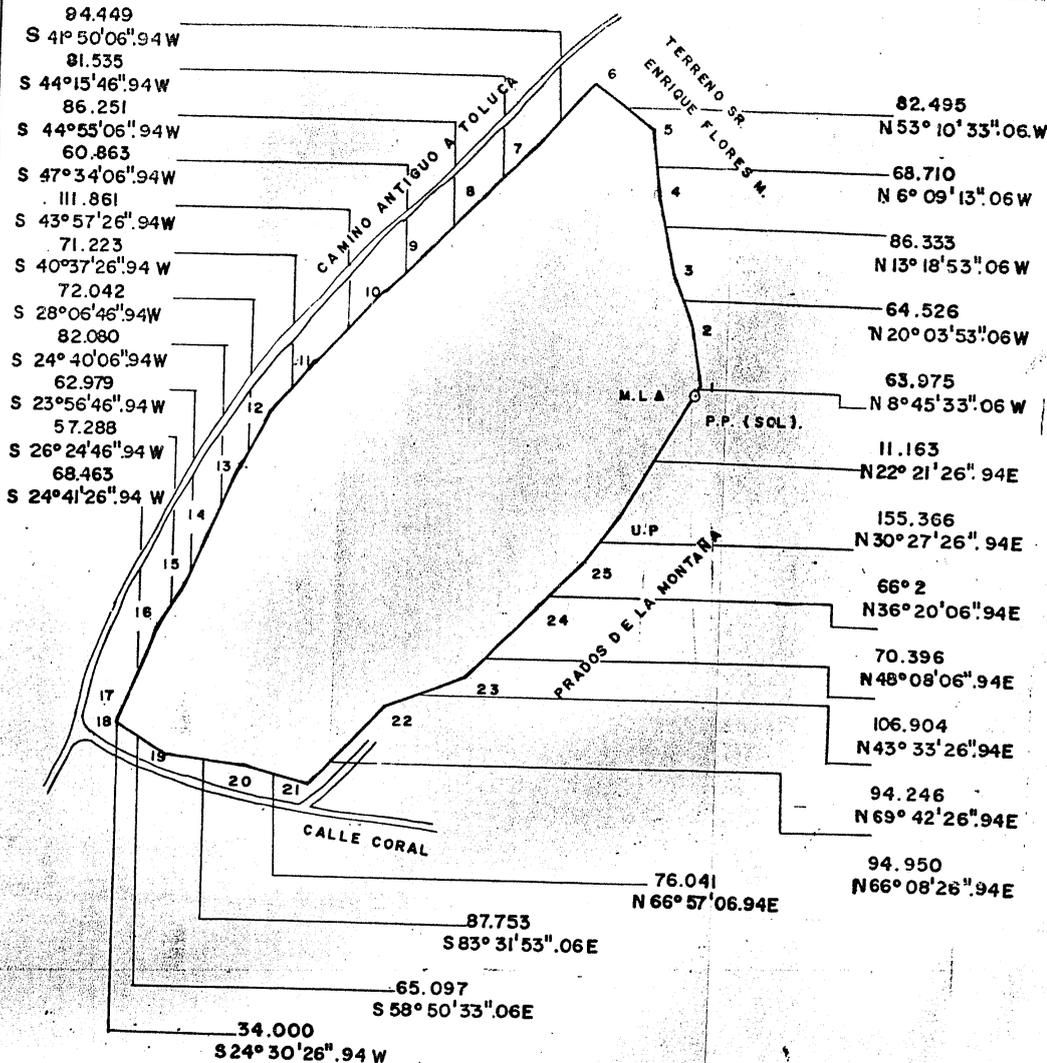
CATEDRAL: N 61°04'04" 05 E Y 15,343.48903m  
X = +6,658.94 Y = +3,356.65

SN SIMON: N 85°22'12" 7415 E Y 12,108.56705m  
X = +5,299.48745 Y = -3,088.7677

ESCALA DEL PLANO: 1:5,000.

MEXICO D.F. A 21 MARZO DE 1984

FIRMA



DIRECCION GENERAL DE MINAS

REVISO: \_\_\_\_\_

APROBO: \_\_\_\_\_

No. DE TITULO: \_\_\_\_\_

## CONCLUSIONES.

La realización de un informe pericial implica trabajos preliminares de topografía siguiéndose uno o más métodos para llegar a alcanzar los objetivos del mismo. En general, para el informe se requiere cumplir con el instructivo de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, en el cual se especifican los procedimientos para ejecutar el trabajo.

Tres son las conclusiones que se consideran como importantes dentro del desarrollo del presente trabajo.

- I. En las triangulaciones realizadas en el Capítulo I para obtener las coordenadas del punto de partida, se obtuvo un error en la posición de éstas de 2.928 en X, y de 3.149 en Y.
- II. Con respecto a la determinación de la Meridiana Astronómica el Capítulo II muestra el método de distancias zenitales del Sol y en el informe pericial se hace con el método de 2 posiciones del Sol del Ingeniero Ricardo Toscano, registrándose una diferencia de 32."79 entre ambos métodos, es una diferencia que puede considerarse aceptable. Del mismo procedimiento del Ingeniero Toscano se deduce la latitud del lugar, misma que se comparó con la obtenida en el Capítulo I y que arrojó una diferencia en 23."41, haciéndose notar que la determinación astronómica es completamente independiente del método de posicionamiento por "N" vértices, que es geodésico.
- III. El levantamiento topográfico de la poligonal de deslinde, está - constituido por 27 lados, la mayoría de ellos son superiores de 70 metros. La determinación de las distancias fue ejecutada por medio de estadia y aparato de minuto, habiéndose registrado una precisión de 1:2423.

Es importante mencionar que todo trabajo de topografía suele ser comprobado siguiendo otro método al utilizado originalmente, en todo este trabajo se trató a toda costa de cumplir este detalle que da confiabilidad a cualquier labor. También quiero hacer hincapié en el hecho de que se intentó incluir el mayor número de conocimientos adquiridos en la carrera.