

6-A
200



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

CONTROL TOPOGRAFICO
PARA LOS
LOTES MINEROS

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

presenta

JUAN ERNESTO CORTES PEREZ



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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENAMA

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-27

Señor JUAN ERNESTO CORTES PEREZ,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Federico Alonso Lerch, para que lo desarrolle como TESIS para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA.

"CONTROL TOPOGRAFICO PARA LOTES MINEROS"

- I. Introducción.
- II. Metodología.
- III. Comprobación de la triangulación.
- IV. Triangulación secundaria.
- V. Conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 31 de enero de 1986
EL DIRECTOR

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ.

©
OARCH/RCCH/sho.

" CONTROL TOPOGRAFICO PARA LOTES MINEROS "

T E M A R I O

- I.- Introducción 2
- a) Objetivo del Trabajo
 - b) Antecedentes
 - c) Análisis de alternativas
 - d) Elección del procedimiento
- II.- Metodología 8
- a) Reconocimiento del terreno
 - b) Elección de vértices primarios
 - c) Monumentación y señalamiento
 - d) Observaciones angulares
 - e) Orientación astronómica
 - f) Cálculo de coordenadas
- III.- Comprobación de la Triangulación 69
- a) Medición de Línea - Base de cierre
 - b) Poligonal entre 2 vértices
- IV.- Triangulación secundaria 71
- a) Metodología
 - b) Comprobación por poligonales
- V.- Conclusiones 87
- a) Síntesis de controles, precisiones, costo del trabajo y utilidad práctica del mismo.

I.- INTRODUCCION

A). Objetivo del Trabajo: Proporcionar "control topográfico" a el área donde se localiza el Proyecto "El Rincón" para apoyo de estudios: geológicos, fotogramétricos, trazo de caminos, levantamiento de obras mineras, planillas de barrenación, localización de mantos acuíferos y levantamientos geofísicos.

Este control topográfico es el punto inicial de un programa de exploración que empieza a partir de la toma de datos de campo para la elaboración de solicitudes de concesión minera y su registro en la Agencia de Minería correspondiente. El área a cubrir es de 1,200 hectáreas aproximadamente, que se pretende cubrir con apoyo topográfico lo mas pronto y económico posible, y 1,000 hectáreas para apoyo topográfico en zona intermedia de gran interés para estudios futuros.

En base a esto, el trabajo debe cumplir tanta la función de apoyo para estudio de Ingeniería, como el cumplimiento de ordenamiento de la Ley minera que permite mantener vigente las concesiones que otorgan el derecho a la exploración y explotación del yacimiento minero.

B). Antecedentes: El proyecto El Rincón se localiza en el Municipio de Tepache, Estado de Sonora, al S10°E y 17 kms en línea recta de esta población, sus coordenadas geográficas son:

Latitud Norte de 29° 21' a 29° 24'

Longitud Oeste de 109° 26' a 109° 31'

Quedando al centro del área a una altura promedio de 800 m sobre el nivel del mar. Su acceso es a partir del pueblo de Tepache ó del Mineral de Lampazos.

A partir del pueblo de Tepache se llega por una brecha transitable en tiempo de secas con un desarrollo de 21 kms cuyo recorrido se efectúa en 1 hora en camioneta.

La ubicación del proyecto El Rincón se encuentra a 9 kms al Suroeste 62° ($S62^{\circ}W$) del Mineral de Lampazos, su acceso es a partir de una vereda transitable todo el año y cuyo desarrollo es de 15 kms aproximadamente, el recorrido se efectúa en 4 horas a caballo y 5 horas a pie a buen paso.

El pueblo de Tepache, Sonora se comunica a su vez con la ciudad de Hermosillo, Sonora por medio de carretera de 241 kms de longitud pasando por los poblados de: Moctezuma, Mazocahui y Ures; el tramo de carretera pavimentada es de Moctezuma a Hermosillo con un desarrollo de 191 kms y 50 kms de terracería, el tiempo estimado de Tepache a Hermosillo es de 4-1/2 horas en camioneta. El acceso a el Mineral de Lampazos es a partir del pueblo de Tepache, Sonora por medio de una brecha transitable todo el año, cuyo desarrollo es de 21 kms, el recorrido se efectúa en una media hora en camioneta.

APOYO EXISTENTE

Se cuenta con una triangulación topográfica de tercer orden formada por (3) polígonos con vértice central, (2) de ellos están formados por 5 triángulos y el otro formado con 7 triángulos, además se cuenta con una cadena de (26) triángulos ligados alrededor de estos polígonos, cubriendo así todo el Lote Minero de Lampazos.

Sus longitudes promedio son de 2,000 m, la línea base es de 1,643.325 m, y el cierre triangular promedio fue de 4".3

La orientación de la línea base se efectuó con un Giroscopio, cuya precisión es de 20" y las líneas base de salida y de comprobación se determinaron por medio de un Geodímetro; se hicieron dos medidas de la línea base, siendo el valor antes citado el promedio de ambas mediciones.

Dado que el Geodímetro estima las distancias inclinadas, se hicieron observaciones recíprocas de distancias cenitales para efectos de reducción al horizonte con Teodolito de 1" de aproximación.

Este proyecto contempla la exploración de la zona El Rincón en donde se han encontrado estructuras mineralizadas en superficie que pueden prolongarse a profundidad, haciendo con esto un posible centro minero a futuro; pero para esto es necesario hacer campamento, caminos, ubicar los posibles barrenos, un plano del proyecto El Rincón; antes de programar lo anterior y una vez teniendo la concesión minera que cubra toda la zona, se procederá a ubicar los lotes ahí antes existentes aún vigentes y los no vigentes, para tratar con los propietarios la compra de sus lotes mineros. Ya teniendo la zona asegurada, se vió la necesidad de ubicar puntos de control en toda el área y se tomaron tres alternativas.

C). Análisis de Alternativa: En vista de ser la Cía. Minera Lampazos la misma que explotará el proyecto El Rincón, se planearon tres alternativas para establecer el control topográfico del proyecto, éstas fueron:

1ª Alternativa: Trabajar el área del proyecto en forma independiente y darle coordenadas locales a los puntos de control por medio de poligonales.

2ª Alternativa: Llevar una poligonal de tercer orden (precisión 1/5000) hasta el área de estudio con una nivelación diferencial.

3ª Alternativa: Hacer una triangulación topográfica que apoyada en la Triangulación Lampazos y cubriera el área de interés así como puntos intermedios de interés, y al mismo tiempo hacer una nivelación trigonométrica.

"PRIMERA OPCION":

1.- Debido a que la zona que se explora es de sumo interés a la Cía. Minera Lampazos, no se puede tener desligado de su fundo minero esta área, por lo que se desecha esta alternativa, quedando las dos alternativas siguientes como probables.

VENTAJAS PARA LA SEGUNDA OPCION

Esta opción es muy ventajosa en terrenos planos, su avance diario y la precisión de la misma dan buenos resultados, la nivelación diferencial usando el método de dos posiciones de aparato ó de ida y vuelta, da un avance diario muy bueno con buena precisión. (Cuando el terreno es plano y las condiciones climatológicas lo permiten).

VENTAJAS PARA LA TERCERA OPCION

Con la triangulación topográfica se pueden determinar las posiciones de vértices distribuidos en lugares convenientes, a una distancia no mayor de 10 kms uno de otro, además al mismo tiempo se puede hacer una nivelación trigonométrica.

DESVENTAJAS PARA LA SEGUNDA OPCION

La principal desventaja de este método es un alto costo, debido

a que la topografía abrupta clásica de los terrenos mineros hace muy lento y penoso el trabajo, tanto para la poligonal como para la nivelación.

Las condiciones topográficas del terreno, la vegetación (arbustos altos y árboles bajos, predominando los arbustos espinosos) y el clima extremoso, hacen que se incrementen los costos, por tener un avance diario lento.

DESVENTAJAS PARA LA TERCERA OPCION

Debido a la inaccesibilidad de los vértices, terreno accidentado y la vegetación, el único problema sería el acceso a los vértices, ya que las observaciones angulares se harían por las mañanas de 5 a 9 a.m. y por las tardes de 4 a 7 p.m. cuando la reverberación no afecta tanto las mediciones de ángulos.

D). ELECCION DEL PROCEDIMIENTO: Se concluyó que la tercer alternativa era la mas conveniente por las siguientes razones:

1.- Porque se integraría el área del Proyecto El Rincón a un sistema único de coordenadas (sistema de coordenadas de la triangulación Lampazos).

2.- Obtención de mayor precisión ¿Porqué?

Porque se trata de una triangulación topográfica de tercer orden y la poligonal que se pensaba hacer tendría una precisión igual ó menor por falta de equipo y condiciones del terreno.

3.- Establecimiento del control topográfico en el área intermedia para futuros estudios geológicos, geofísicos y fotogramétricos.

4.- Mayor rapidez en la ejecución del trabajo y consecuentemente menor costo. ¿Porqué?

Porque considerando las condiciones tan accidentadas y la vegetación del terreno, su avance sería muy lento y por consiguiente el costo de la misma poligonal sería mayor que el de la triangulación.

Viendo que el terreno era muy accidentado y el área a cubrir era grande, se prefirió hacer triangulación topográfica de tercer orden, que partiera de la triangulación Lampazos. La triangulación desarrollará una "cadena de figuras" ya sea de triángulos combinados con cuadriláteros y pentágonos con punto central; lo anterior hará que la triangulación sea más rígida, puesto que las compensaciones proporcionan mayor peso así combinadas. La línea base será un lado de la triangulación Lampazos.

Los rangos de precisión de una triangulación topográfica de tercer orden son los siguientes:

Error angular en figuras: Máxima en una figura 15" y en promedio 8".

Error lineal: 1:5000 (Error probable entre el valor mas probable).

Precisión de línea base: 1:200,000

II.- METODOLOGIA

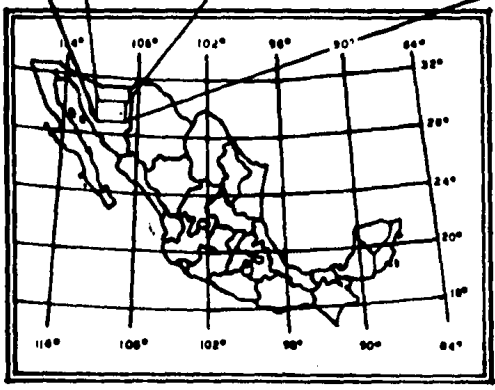
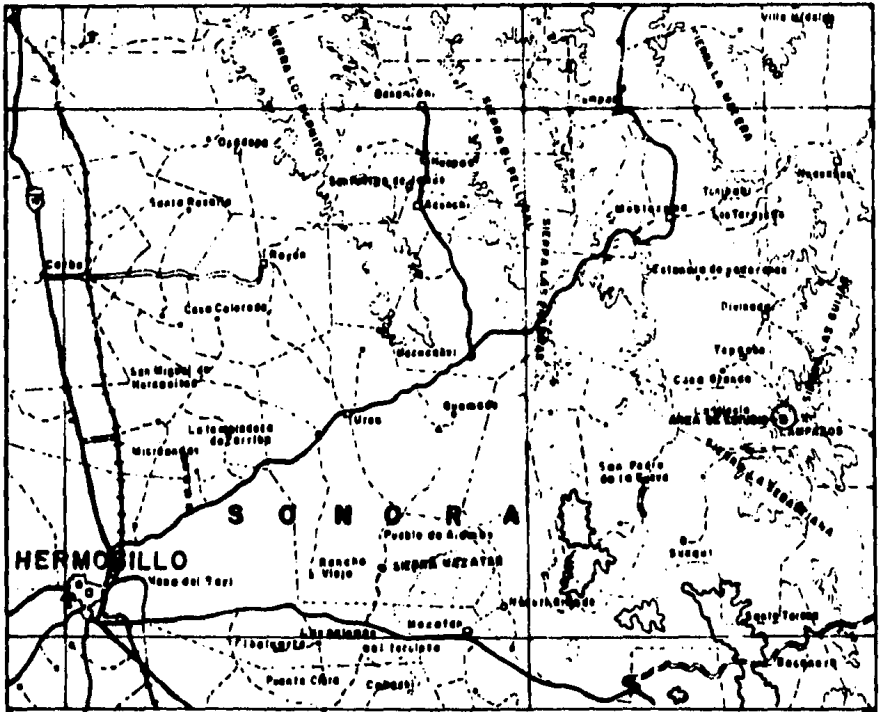
Reconocimiento: Debido a la economía del trabajo y la precisión que del mismo se busca, el reconocimiento del terreno en el cual se va a desarrollar la triangulación es de suma importancia.

Este reconocimiento consistió, en la selección de estaciones que se van a ocupar en la determinación del tamaño y forma de los triángulos formados en el número de ángulos que se van a medir,* además se revisa la intervisibilidad**y las rutas de acceso a cada estación para futuros levantamientos; además se vieron las zonas de importancia del proyecto y se hizo un estudio para la utilidad en los trabajos posteriores, costo y tipo de las señales, longitud aproximadamente de los lados, alturas del sistema, tiempos, equipo y personal.

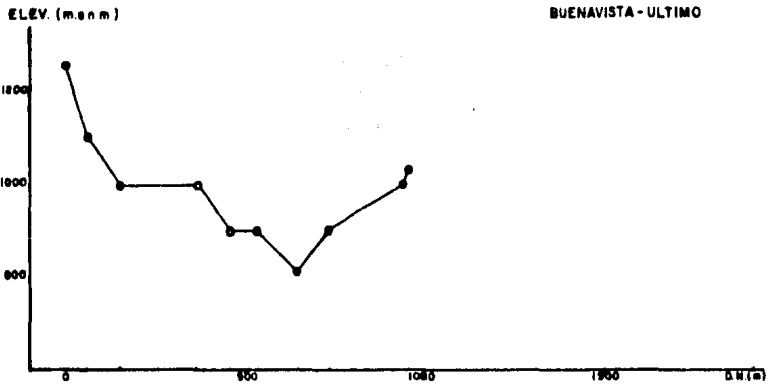
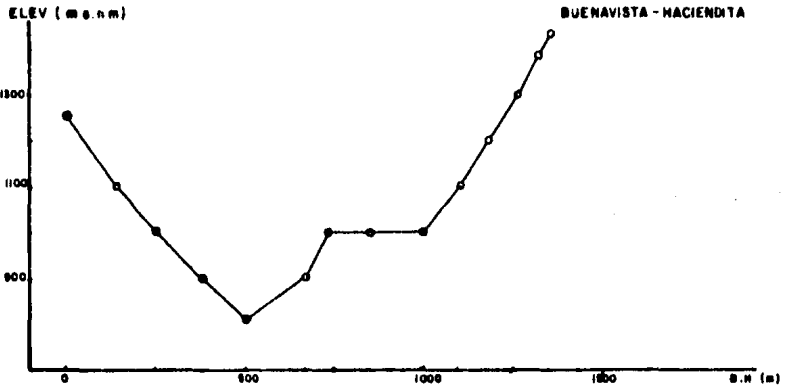
*) Estas estaciones (vértices) tendrán como característica geométrica, si las condiciones del terreno lo permiten, formar figuras fuertes (figuras lo mas parecido al triángulo equilátero).

**) Las decisiones preliminares acerca de la localización de una estación, se tomaron en base a los planos topográficos existentes (carta detenal 1:50000), los obstáculos o prominencias del terreno que pudieran obstruir las visuales; éstas últimas se descubrieron obteniendo perfiles de las líneas entre las estaciones. (ver figuras de secciones transversales entre vértices) (fig. 2-15).

Una vez teniendo localizados los puntos de posible estación (vértice) en la carta topográfica Detenal 1:50000 y conocidos los vértices de la triangulación Lampazos, se realizó una prueba visual directa a los puntos así escogidos, colocando en cada punto una baliza de 3 m de color rojo y blanco bien plomeada con tirantes fijos a estacas.



U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
PLANO DE LOCALIZACION
AREA LAMPAZOS
ESCALA 1:1000000
J ERNESTO CORTES PEREZ
JUNIO 1983 FIGURA No. 1



ESCALA VERTICAL 1 : 10000

ESCALA HORIZONTAL 1 : 25000

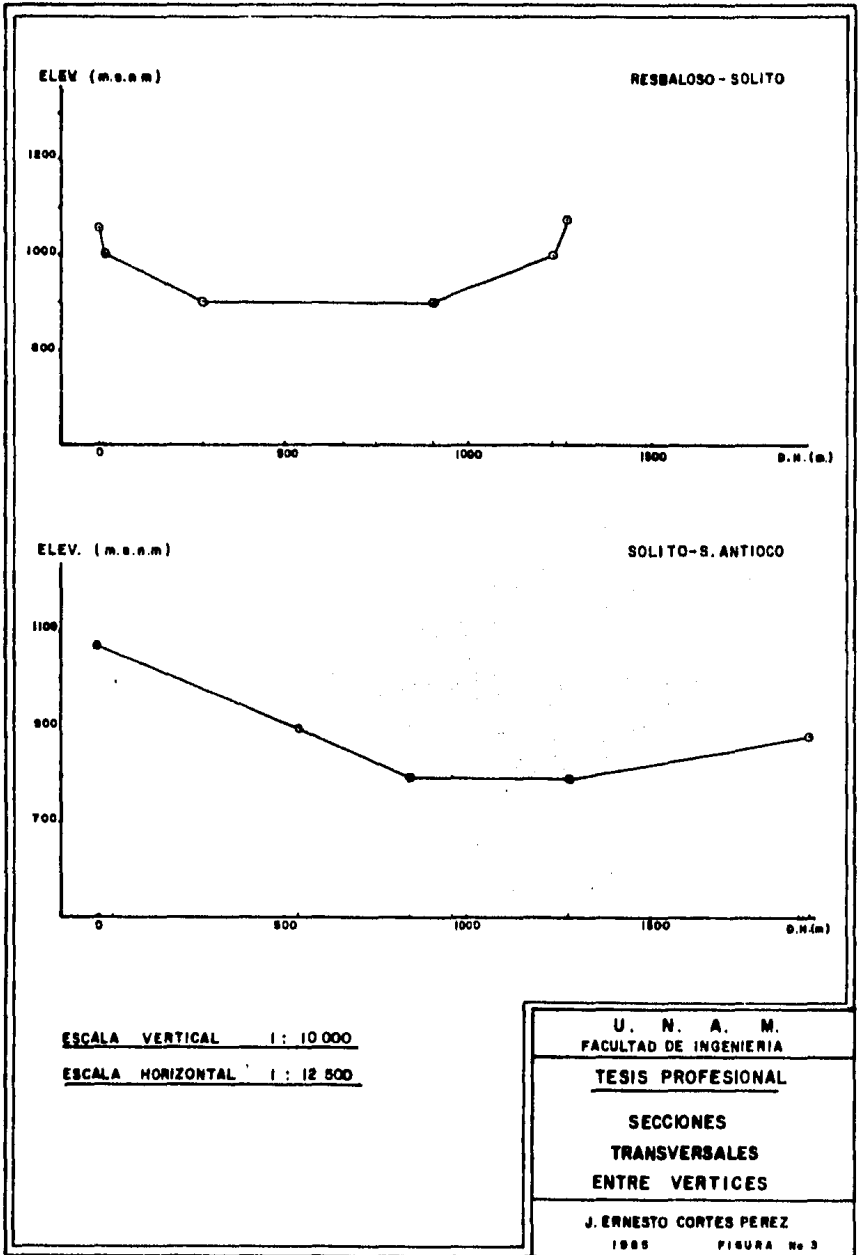
**U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA**

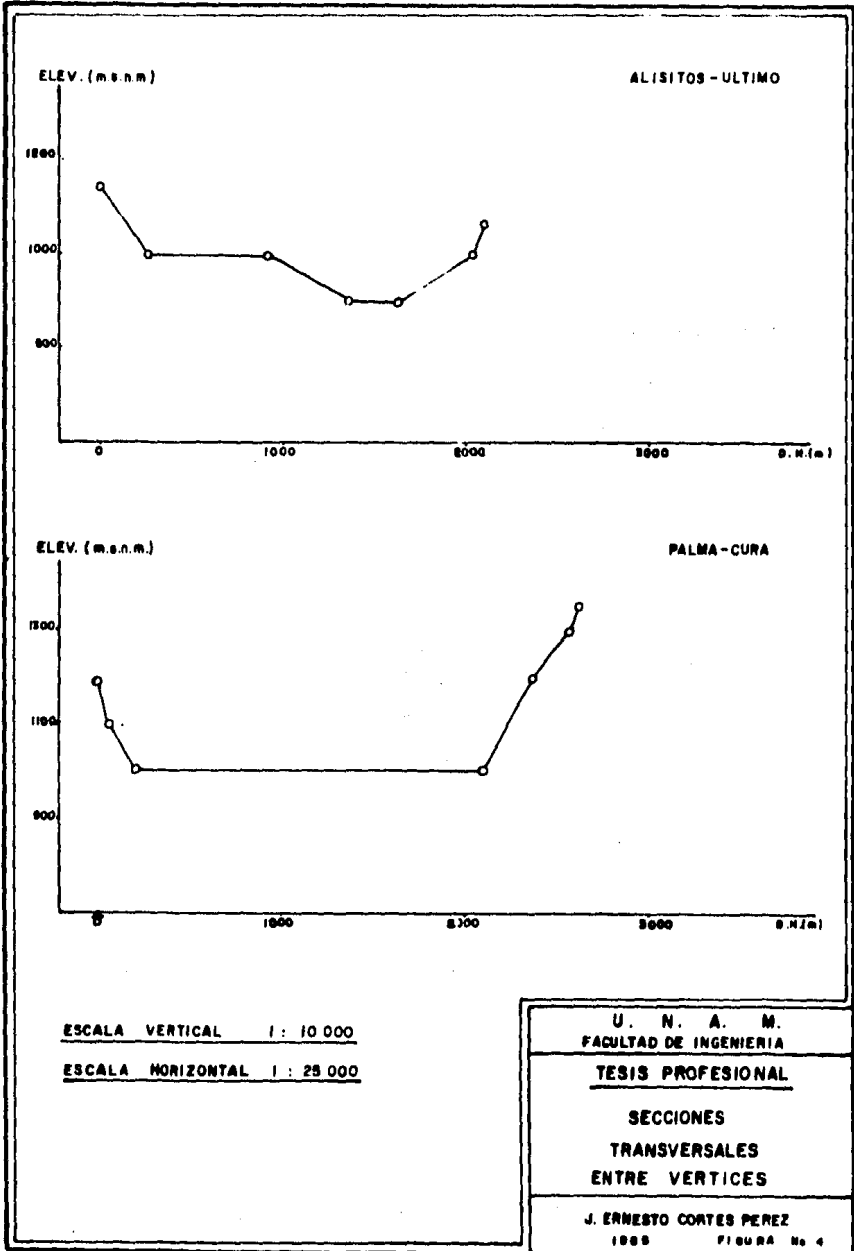
TESIS PROFESIONAL

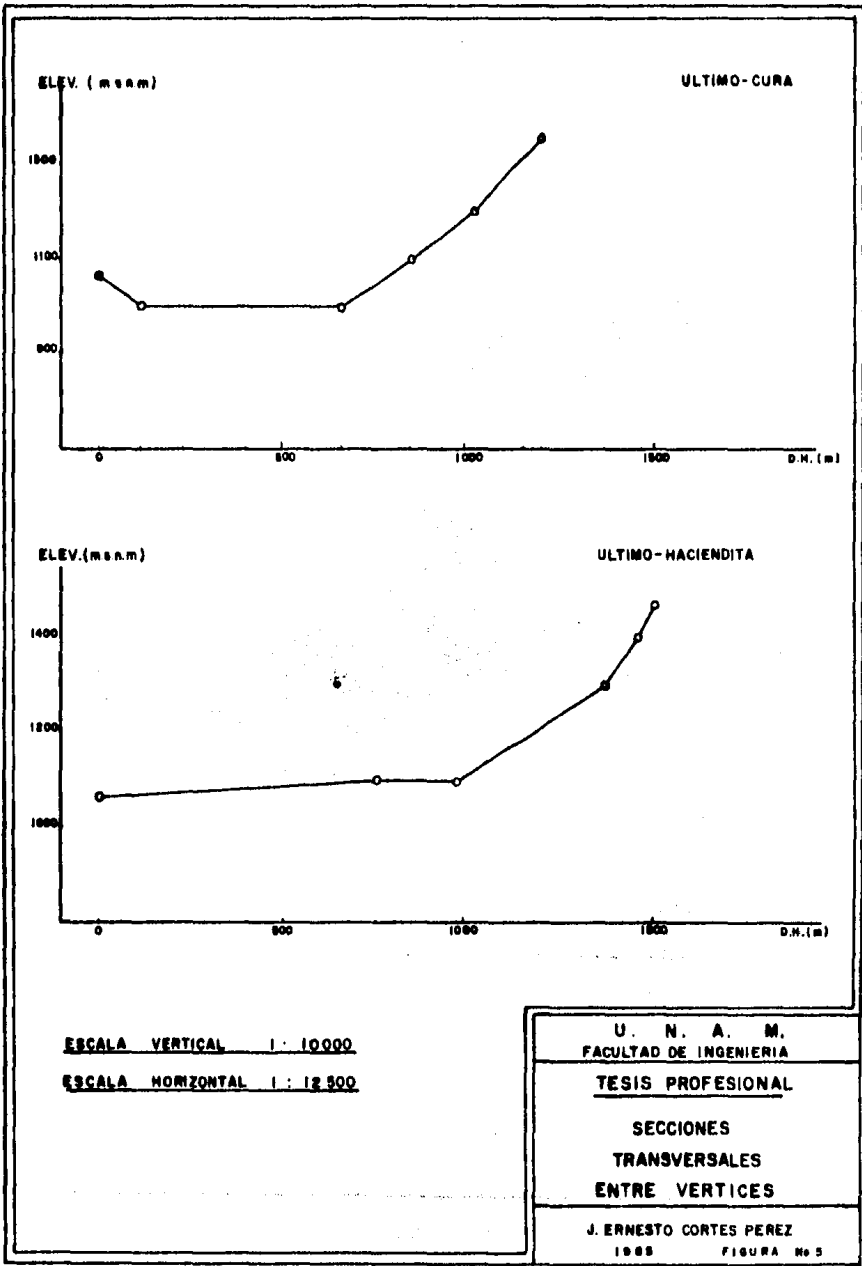
**SECCIONES
TRANSVERSALES
ENTRE VERTICES**

J. ERNESTO CORTES PEREZ

1989 FIGURA No 2

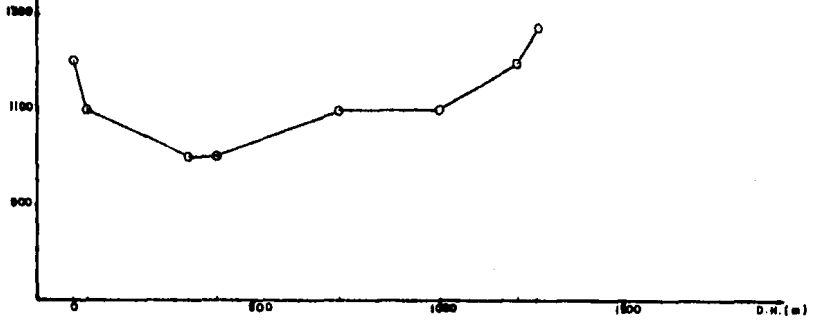






ELEV. (m.s.n.m.)

CERRO-ALTO



ELEV. (m.s.n.m.)

CERRO-FALDA



ESCALA VERTICAL 1 : 10 000

ESCALA HORIZONTAL 1 : 12 500

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

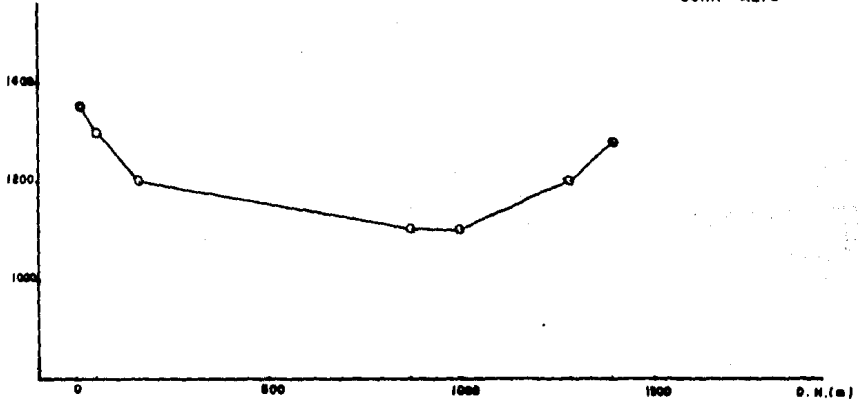
SECCIONES
TRANSVERSALES
ENTRE VERTICES

J. ERNESTO CORTES PEREZ

1988 FIGURA No 6

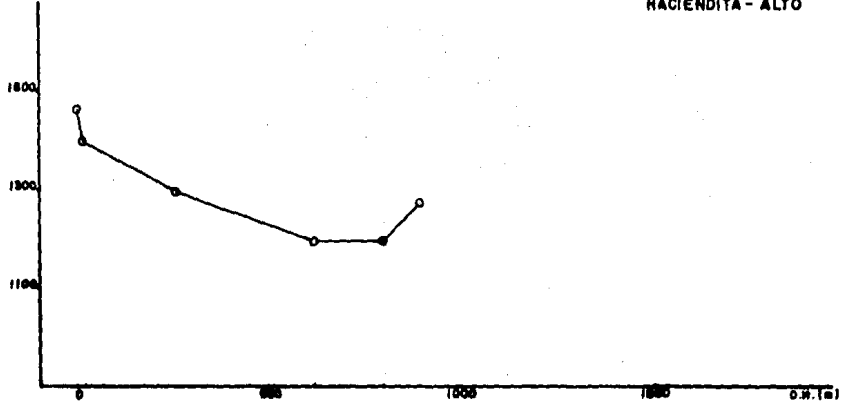
ELEV. (m.e.n.m)

CURA- ALTO



ELEV. (m.e.n.m)

HACIENDITA-ALTO



ESCALA VERTICAL 1 : 10 000

ESCALA HORIZONTAL 1 : 12 500

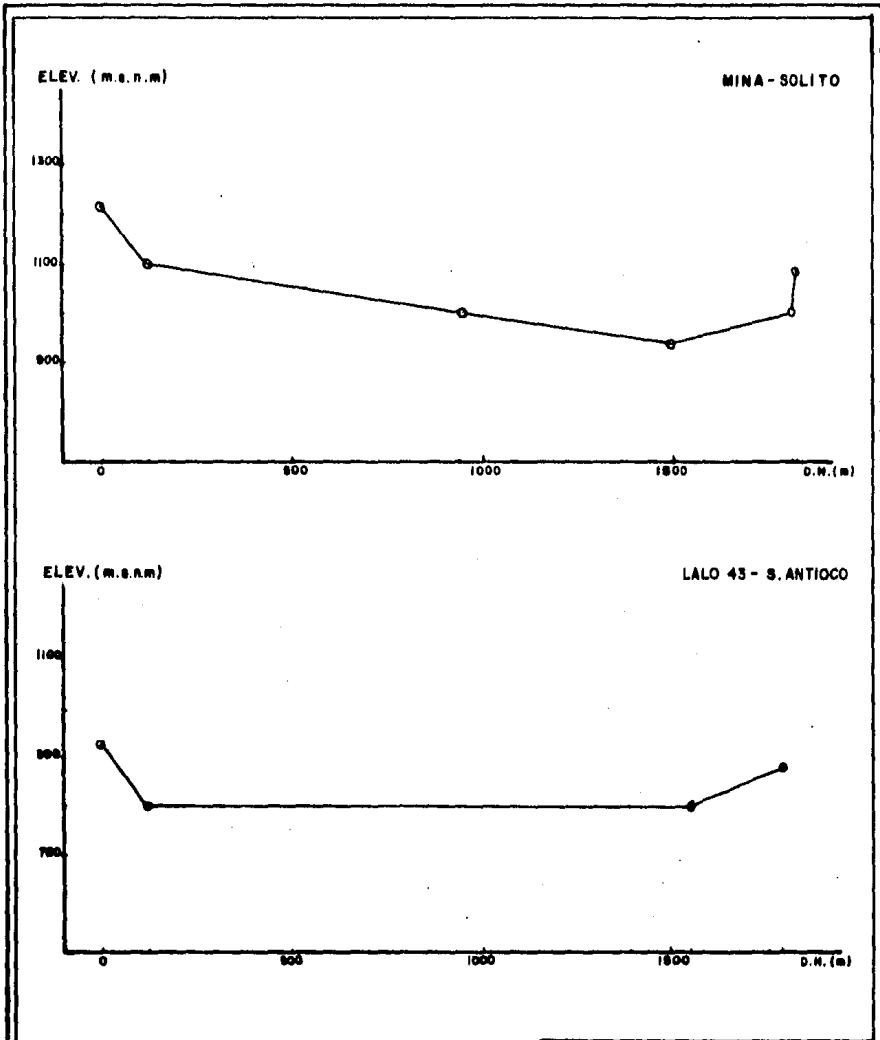
U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

SECCIONES
TRANSVERSALES
ENTRE VERTICES

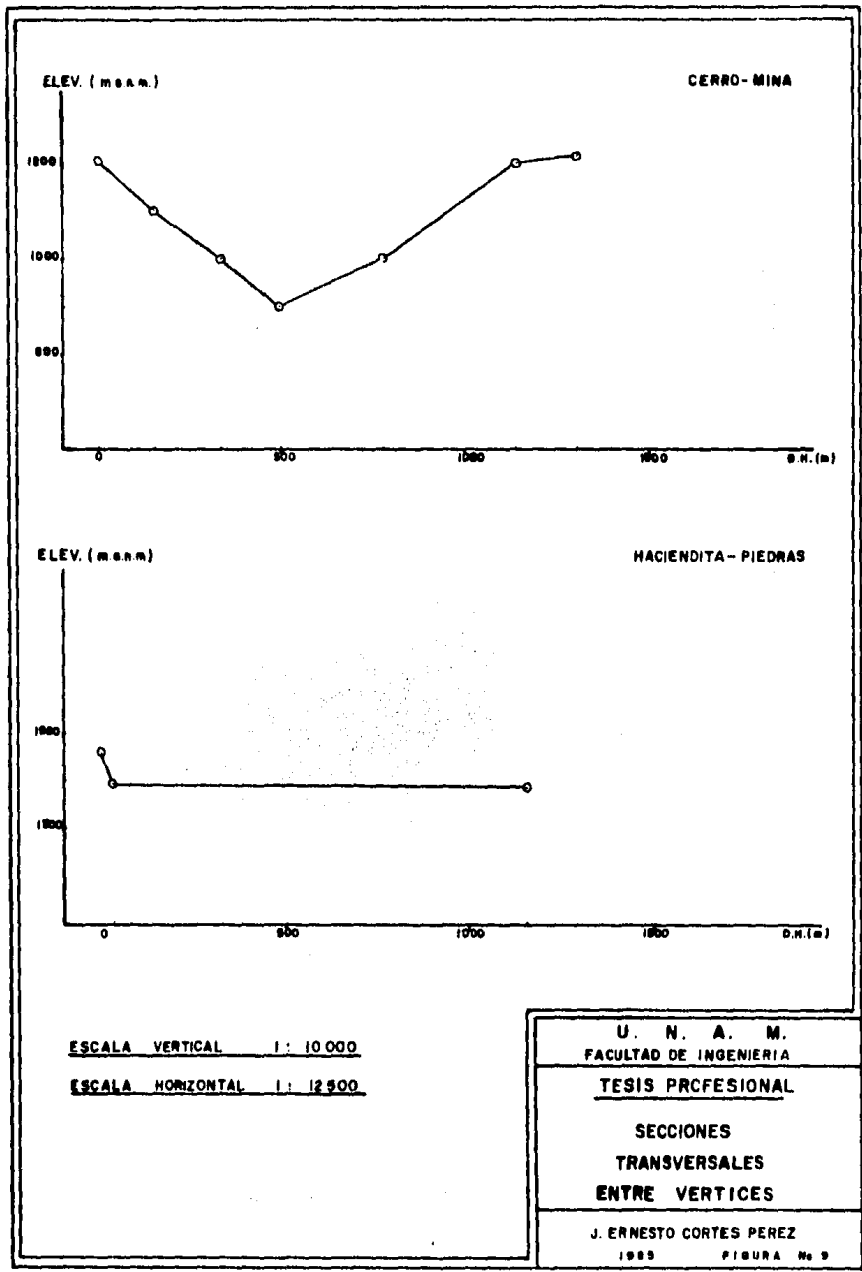
J. ERNESTO CORTES PEREZ

1988 FIGURA No 7



ESCALA VERTICAL 1 : 10000
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 12 500

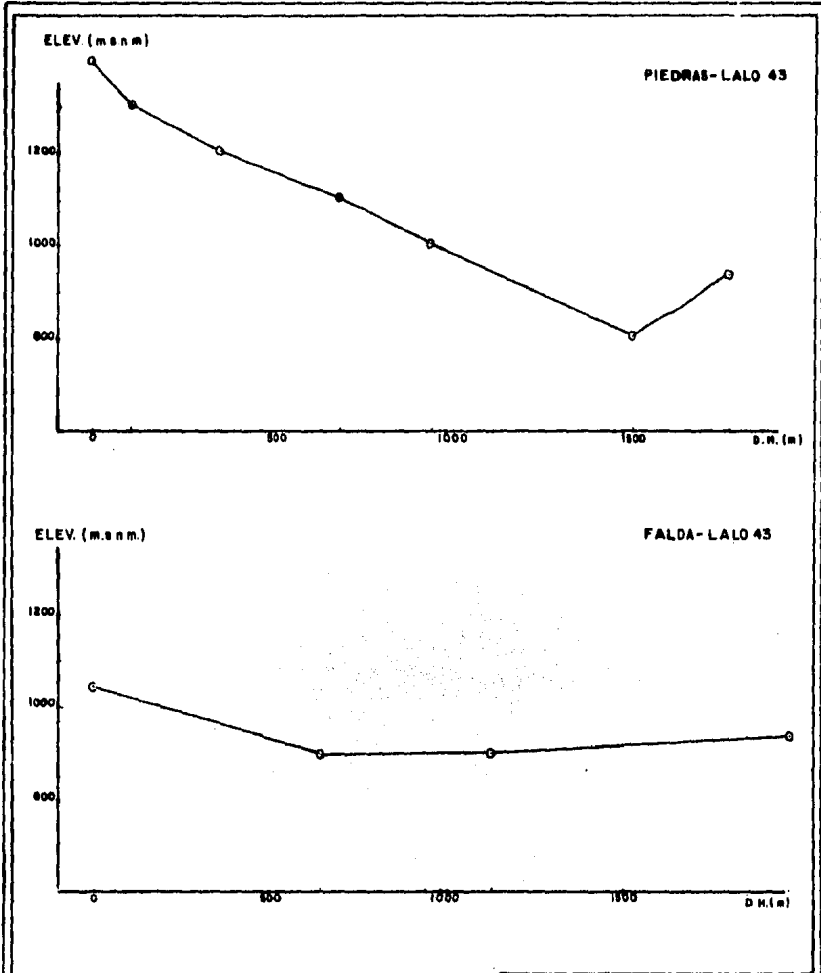
U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
 SECCIONES
 TRANSVERSALES
 ENTRE VERTICES
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1995 FIGURA No 8



ESCALA VERTICAL 1 : 10 000

ESCALA HORIZONTAL 1 : 12 500

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 SECCIONES
 TRANSVERSALES
 ENTRE VERTICES
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1985 FIGURA No 9



ESCALA VERTICAL 1: 10000

ESCALA HORIZONTAL 1: 12500

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

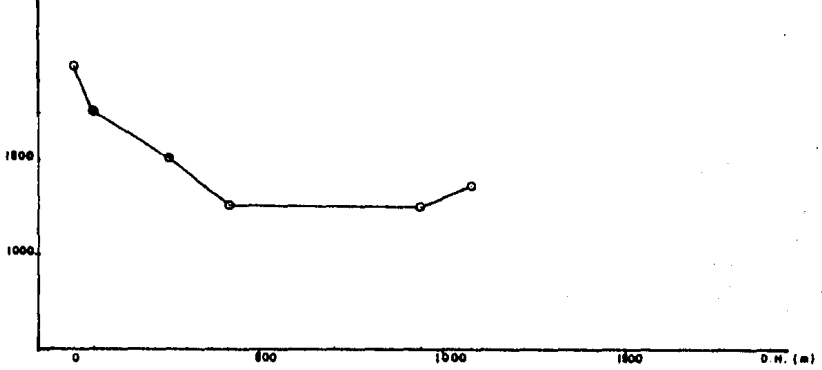
SECCIONES
TRANSVERSALES
ENTRE VERTICES

J. ERNESTO CORTES PEREZ

1988 FIGURA No 10

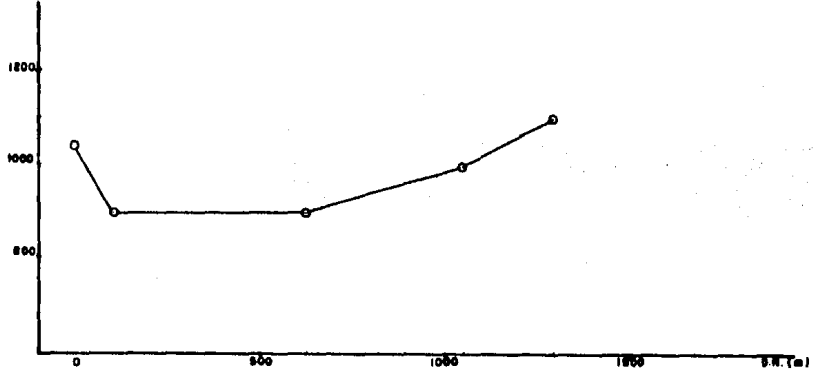
ELEV. (m.s.n.m.)

PIEDRAS - FALDA



ELEV. (m.s.n.m.)

FALDA - MINA



ESCALA VERTICAL 1 : 10 000

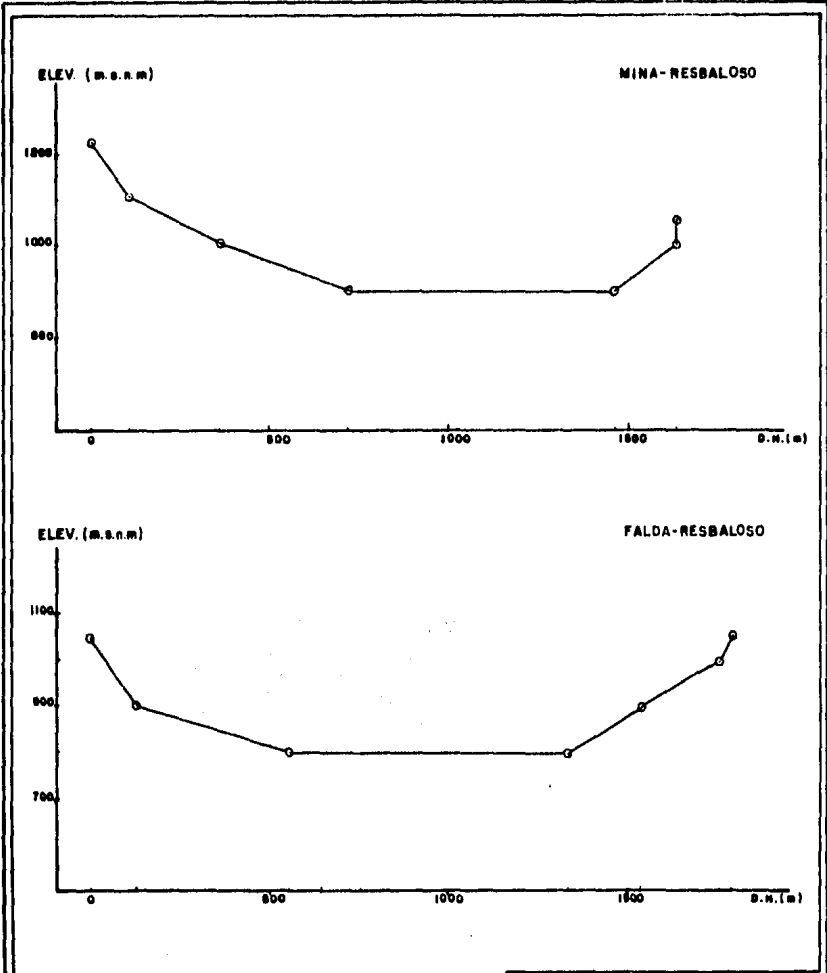
ESCALA HORIZONTAL 1 : 12 500

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

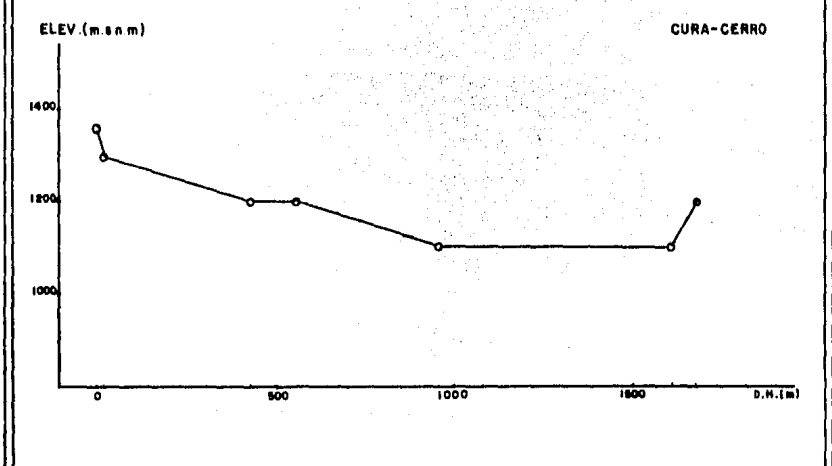
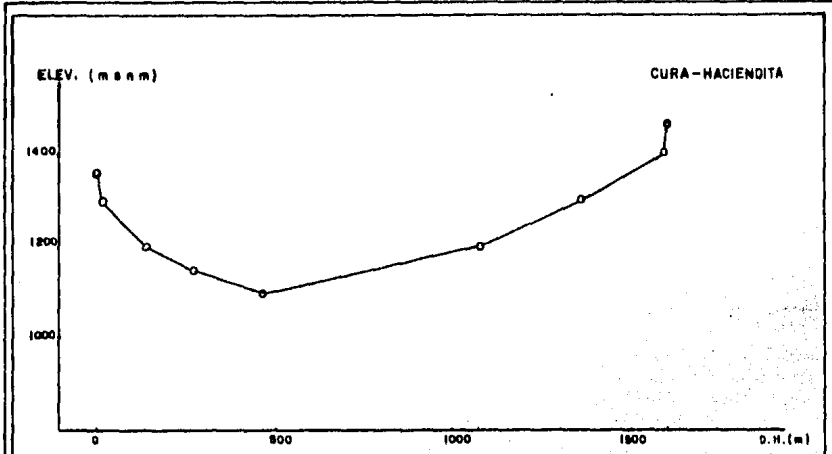
SECCIONES
TRANSVERSALES
ENTRE VERTICES

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988 FIGURA No II



ESCALA VERTICAL 1 : 10.000
ESCALA HORIZONTAL 1 : 12.500

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
 SECCIONES
 TRANSVERSALES
 ENTRE VERTICES
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No 12



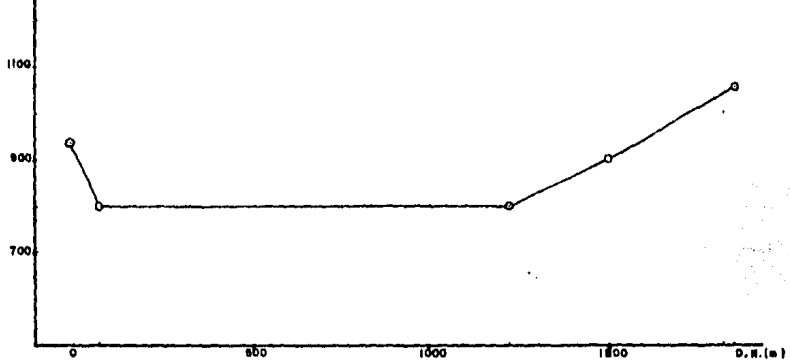
ESCALA VERTICAL 1 : 10 000

ESCALA HORIZONTAL 1 : 12 500

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 SECCIONES
 TRANSVERSALES
 ENTRE VERTICES
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1985 FIGURA No 13

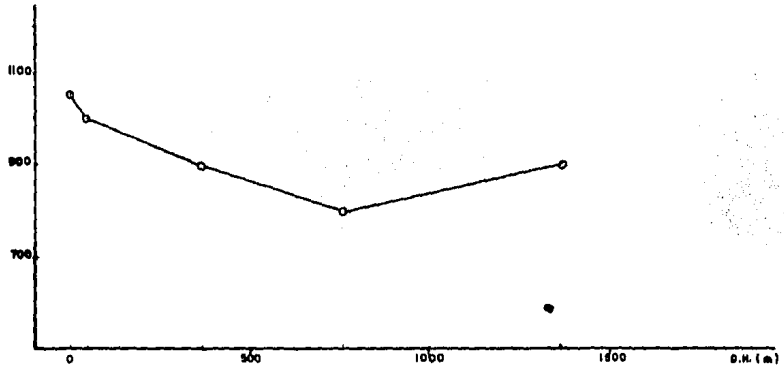
ELEV. (m.s.n.m.)

LALO 43-RESBALOSO



ELEV. (m.s.n.m.)

RESBALOSO-S. ANTIOCO



ESCALA VERTICAL 1 : 10 000

ESCALA HORIZONTAL 1 : 12 500

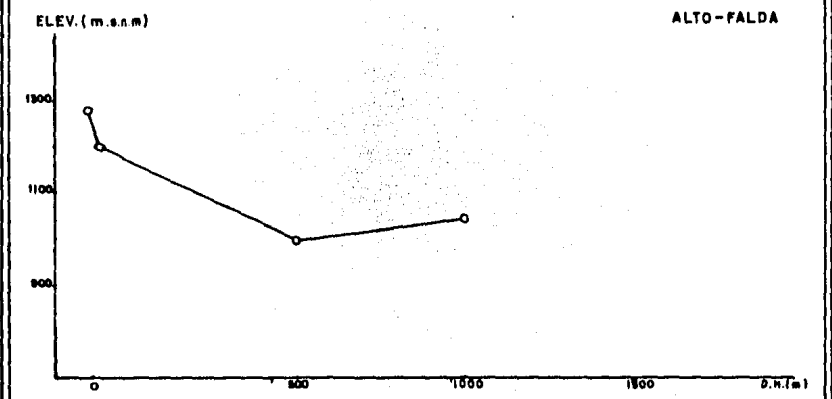
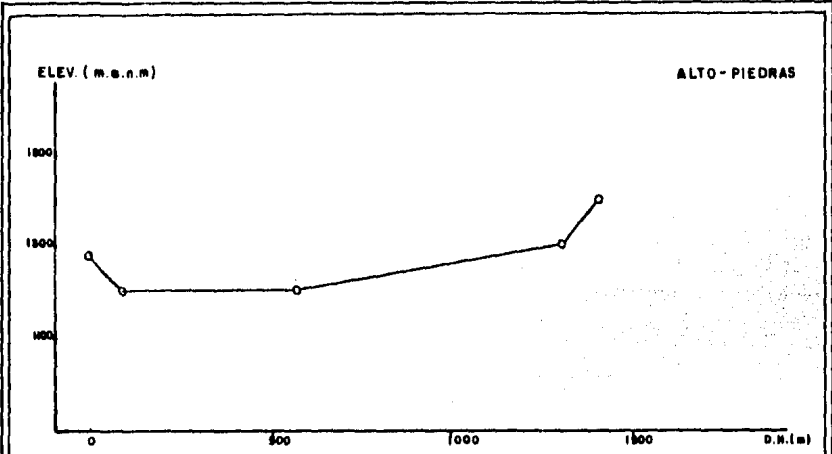
U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

SECCIONES
TRANSVERSALES
ENTRE VERTICES

J. ERNESTO CORTES PEREZ

1985 FIGURA No 14



ESCALA VERTICAL 1 : 10 000

ESCALA HORIZONTAL 1 : 12 500

U. N. A. M FACULTAD DE INGENIERIA
<u>TESIS PROFESIONAL</u>
SECCIONES TRANSVERSALES ENTRE VERTICES
J. ERNESTO CORTES PEREZ 1985 FIGURA No 18

Para esto ya estando en el campo, se orientaron los puntos que ya se habían estimado en la carta. (Rumbos tomados con brújula).

Se partió de la base de la triangulación Lampazos y así se fueron ubicando ya definitivamente los puntos en donde iban a estar los vértices.

Por medio de los rumbos tomados a las balizas se fueron determinando los ángulos interiores de las figuras triángulos, cuadriláteros y pentágonos con punto central.

Se anularon varias balizas por falta de intervisibilidad y se colocaron otras anotando su ubicación en la carta para su futuro levantamiento y su ruta de acceso. (Ver rutas de acceso a cada vértice).

B). Elección de Vértices Primarios: Una vez hecho el reconocimiento de cada uno de los vértices, obtenidos los rumbos entre vértices y viendo su intervisibilidad, se eligió qué figuras convenían mas por su forma, de cuantos triángulos iba a constar cada una, y como se levantaría cada uno.

Al eliminar figuras que no eran convenientes se dejó fija la triangulación definitiva. Ver fig. (16) (configuración con triangulación).

Se hizo la bitácora de trabajo a seguir: La triangulación se iba a realizar en tres etapas repartida en 16 días de trabajo; se contaría con tres ayudantes y dos caballos.

El equipo constaba de:

Teodolito Wild T-2

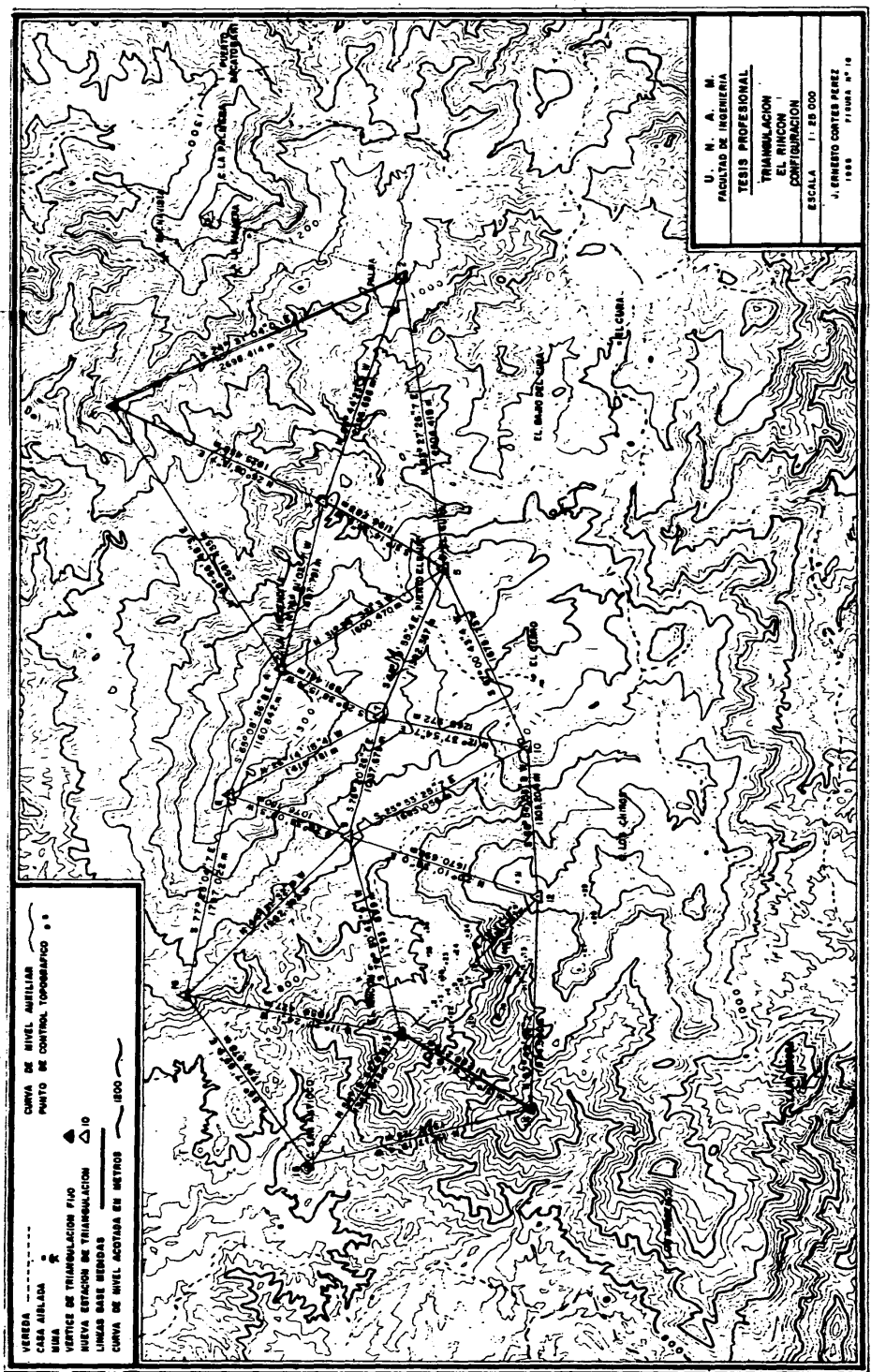
Brújula Azimutal

Radio Transmisor

Estadía Invar Wild

Sombrilla

Balizas



VEREDA - - - - -
 CASA AISLADA -
 MINA -
 VERTICES DE TRIANGULACION FIJO -
 NUEVA ESTACION DE TRIANGULACION -
 LINEAS SARE BENDAS -
 CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS -
 CURVA DE NIVEL AMBILAR -
 PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO -
 10
 100

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 TRIANGULACION
 EL RINCON
 CONFIGURACION
 ESCALA 1:25 000
 J. ENRIQUE CORTES PEREZ
 1976
 FOLIO N.º 14

Mochilas	Pala
Pico	Machetes
Cemento	Tubos para P.C.T.
Varillas	Cucharas de albañil
Alambre para sujetar las balizas	Clavos
Garrafones de plástico de 4 y 20 lts.	Comestibles
Libreta	Tabicones

C). Monumentación y señalamiento:

Primera Etapa: Construcción de vértices. Haciendo campamento en la Mina Lampazos, se ubicaron los vértices El Cura y el Ultimo (1 día).

Segunda Etapa: Llevando material y equipo al rancho El Rincón y haciendo campamento ahí, se hicieron los demás vértices (6 días).

Tercera Etapa: Levantamiento de vértices (9 días).

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE VERTICES

Para construir un vértice se hace una excavación en el lugar escogido cuya sección horizontal tendrá 0.20 por 0.20 m por largo y su profundidad 0.60 m, al centro en la cara superior que será plano y horizontal tendrá una varilla de hierro de 12.7 mm de diámetro, empotrado verticalmente y al ras de la cara superior del vértice de triangulación, el centro de esta varilla precisará la posición del vértice.

En la cara superior tendrá marcado con claridad el número de vértice de que se trate.

Habrà una mojonera testigo a no mas de 5 m de distancia, su sección tendrá 0.40 por 0.40 m por largo y su altura de 0.60 m; se construirá

de concreto o de mampostería con mortero de cal o de cemento con todas sus caras aplanadas; su cara superior será plana y horizontal, tendrá una varilla de 12.7 mm de diámetro, empotrada verticalmente y al ras de la cara superior de la mojonera, el centro de esta varilla precisará la posición del punto de referencia.

Después se colocó una baliza de 3 m de largo de color rojo y blanco (a intervalos de 1 m) sujeta al piso por estacones con alambre recocido. Y en la parte superior una franela roja para su mejor visibilidad.

D). Observaciones Angulares

a). Observaciones angulares en la Triangulación:

El método de observaciones mas efectivo, es aquel que tiende a eliminar los errores de: colimación, de graduación del limbo, de excentricidad y de arrastre; siendo este el método que se muestra en la Fig. 17, el cual proporciona una magnífica precisión y gran seguridad en la operación.

El método de observaciones angulares en la triangulación fue el método de direcciones (Método de Bessel o de reiteraciones).

1). Haciendo estación en el vértice 3, se visa el vértice 4 en posición directa del anteojo, con origen $0^{\circ} 00' 00''.0$, en seguida se visan los vértices 1,2 y 5 tomando las lecturas azimutales.

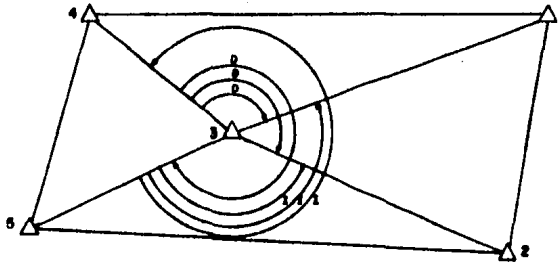
2). Después de tomar la lectura azimutal del último vértice 5, se invierte el anteojo, se visa nuevamente el vértice 5 y se toma su lectura azimutal.

3). Manteniendo el anteojo en posición inversa, se visan los vértices

REGISTRO :

TRIANGULACION EL RINCON LEVANTAMIENTO POR REPETICIONES				
EST.	N.S.	PUNTO VISADO	CIRCULO HORIZONTAL	CIRCULO VERTICAL
POSICION DIRECTA				
V. 3	1.00	V. 4	0° 00' 00"0	78° 01' 42"3
E =	1.00	V. 1	102° 57' 22"8	84° 27' 24"2
I. 228	2.00	V. 2	187° 06' 42"4	86° 28' 07"4
	1.00	V. 5	288° 08' 42"6	76° 26' 04"5
POSICION INVERSA				
	1.00	V. 5	108° 08' 36"6	283° 33' 37"2
	2.00	V. 2	7° 06' 41"2	273° 31' 27"8
	1.00	V. 1	282° 57' 22"8	275° 32' 13"3
	1.00	V. 4	180° 00' 01"3	284° 57' 58"8

EJEMPLO :



U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
REGISTRO EMPLEADO,
METODO DE BESSEL
J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988 FIGURA No 17

1,2 y 4 tomando sus lecturas azimutales, resultando un valor angular para el lado vértice 3, vértice 4 de $180^{\circ} 00' 00''.0$, mas o menos varios segundos, los cuales corresponden al valor de error de colimación.

4). Se repite el procedimiento, efectuando otras dos series de observaciones con orígenes $120^{\circ} 00' 00''.0$, con lo cual se tendrán 6 valores diferentes para cada ángulo interior cuyo promedio es el valor mas probable.

5). Para efecto de la nivelación trigonométrica, simultáneamente se tomaron lecturas de círculo vertical, obteniéndose previamente las alturas del instrumento y de los puntos visados para efectos del cálculo de los desniveles y cotas de los vértices.

PROCEDIMIENTO

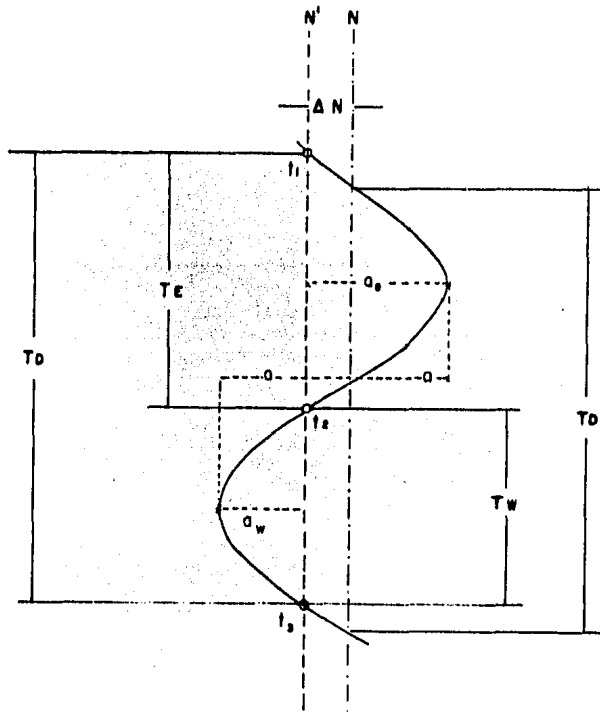
E). Orientación Astronómica

La orientación se hizo utilizando "un Giróscopo".

Método utilizado

Método de los Pasos: La condición para el método de los pasos, es que el anteojo del teodolito sea orientado previamente hacia el Norte con una aproximación de $\pm 10'$ respectivamente, así pues durante la observación el anteojo permanece fijo en esta dirección del norte aproximado N' (ver fig. C)

Observación: Después de dejar libre el giro-péndulo, la oscilación de éste es amortiguada con ayuda del dispositivo de bloqueo hasta que su amplitud sea inferior por una parte y por la otra a 15 intervalos de la escala auxiliar. Es posible darse cuenta inmediatamente si se consigue esta condición por la velocidad del desplazamiento de la marca



U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

GRAFICA DE AMPLITUDES

J. ERNESTO CORTES PEREZ

FIGURA C

de referencia, inmediatamente después la liberación. Si esta marca de referencia recorre un espacio de la escala auxiliar por lo menos en 6 segundos en la parte de los primeros 5 intervalos de la escala o por lo menos en 8 segundos alrededor del décimo intervalo, la oscilación está suficientemente amortiguada. Si la oscilación es demasiado fuerte, se gira el anillo de bloqueo y se mantiene durante algunos segundos la posición de frenado.

La lectura del círculo horizontal N' se anota en la primera columna de la hoja de registro, el cronómetro se pone en marcha cuando la marca de referencia móvil se acerca al índice y los momentos de los pasos sucesivos se registran a continuación con la aguja de arrastre y se anotan en la columna 2. Se define como momento de paso, al instante cuando el trazo origen de la escala auxiliar coincide con el trazo luminoso de la marca de referencia.

En la columna 3, se anotan los momentos del paso, bajo el signo + (más) para las oscilaciones a la izquierda, y con signo -(menos) para las oscilaciones a la derecha. En el momento de la elongación máxima, se lee con una aproximación de 0.1 de intervalo sobre la escala auxiliar, la posición del centro de la marca de referencia móvil (trazo luminoso) y se anota esta posición en la columna 5.

Se deben observar por lo menos tres pasos, sin embargo para una precisión mas alta se observan cuatro a cinco pasos. Las amplitudes "a" en este caso, se observan entonces una sola vez a cada lado. Después el giro-péndulo está bloqueado.

Evaluación por Cálculo: En la columna 3 se calcularon los tiempos de oscilación entre dos pasos sucesivos TE respectivamente TW (Oscilación a la izquierda TE (este) positiva; oscilación a la derecha TW (oeste),

negativa. La suma algebraica de las dos oscilaciones siguientes de la columna 3, Δt que se anota en la columna 4 y a su vez con el mismo signo de la oscilación mas grande.

La media de la lectura de la escala auxiliar en la columna 5 se anota en la columna 6 como amplitud "a" en unidades de la escala auxiliar. Partiendo de tres pasos sucesivos, se calcula la corrección ΔN que se lleva a la lectura de la pre-orientación N' .

$$N = C.a.\Delta t$$

En la que c representa el factor de proporcionalidad determinado de una vez para siempre.

El valor de la corrección N se anota en la columna 1 con su signo correspondiente, dado por la diferencia del tiempo Δt . La suma algebraica ($N' + \Delta N$) indica la lectura del círculo N para la dirección del Norte (sin consideración del valor de calibración). Si han observado mas de tres pasos se obtienen varios valores para ΔN . En este caso, se hace la media de las N y se calcula la lectura N para el Norte. Fig. A y B.

$$N = N' + \Delta N \text{ media}$$

Lugar de operación UNIDAD LAMPAZOS YEPACHE, SON. TRIANGULACION

Giróscopo WILD GAK-1							(Método de los pesos)		1/2																																						
Teodolito T-2 N°264377					Convertidor N°525494			Observador J.E. CORTES																																							
GAK N° 3280					Batería Externa			Fecha Junio 1985																																							
Lectura en		Hora del peso		Tiempo de Oscilación		Diferencia de tiempo Δt		Lectura de Amplitud		Amplitud a																																					
N x Casca Δt				1/2 x / Dos -		Δt		+ / -																																							
N° N' x ΔN																																															
204	52	50	0	00	0	+ 3	07	4			<p>Estación V-1</p> <p>Punto visado V-2</p> <p>Cálculos</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Promedio $989^{\circ} 59' 60''$</p> <p>Orientación del Giróscopo - N $204 32 44$</p> <p>Corrección $2x$ $1 35$</p> <p>Azmut A $155 27 35$</p> <p>$155 28 51$</p> <p>$c=0.054$</p> <p>$e=+1'35''$</p> <p>Azmut: $155^{\circ} 28' 51''$</p> <p>Rumbo: S $24^{\circ} 31' 09''$ E</p>																																				
-			06	+ 3	07	6	- 3	08	6	14	9																																				
204	52	44	- 6	15	8	+ 3	06	8	- 1	9	14	8																																			
			+ 9	22	3	- 3	08	1	- 1	6																																					
			- 12	30	6	- 3	08	1	- 0	9																																					
			+ 15	37	8	+ 3	07	2	- 3	4																																					

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

PLANILLA DE CALCULO
 ORIENTACION GIROSCOPICA

J. ERNESTO CORTES PEREZ
 FIGURA A

Lugar de operación UNIDAD LAMPAZOS TEPACHE, SON TRIANGULACION

Giroscopo WILD GAK-1										(Método de los pasos) $2/2$				
Teodolito T-2 N°264377					Convertidor N°525494					Observador J.E. CORTES				
GAK N° 3280					Bateria Externa					Fecha Junio 1985				
Lectura N°										Estación V-2				
N = C + α Δt										Punto visado V-1				
N = N' + ΔN										Cálculos				
Hora del paso		Tiempo de Oscilación Iza+/Der-		Diferencia de Tiempo Δt		Lectura de Amplitud +/-		Amplitud o						
24	32	10	0	00	0	+3	06	4	+0	2				
+		24	+3	06	4				+0	7	11	0	11	05
24	32	34	-6	12	6	-3	06	2	+0	9	11	1		
			+9	19	5	+3	06	9	+0	9				
			-12	25	5	-3	06	0	+0	6				
			+15	32	1	+3	06	6	+0	6				
			-18	38	1	-3	06	0	+3	0				
									+0	6				

Promedio	359	59	60
Orientación del Giroscopo - N	24	32	34
Corrección ±E			1 35
Azmut A	335	27	26
	335	29	01

c = 0.054
 e = + 1' 35"

Azmut = 335° 29' 01"

Rumbo = N 24° 30' 59" W
 Promedio = N 24° 31' 04" W

U. N. A. M. FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL PLANILLA DE CALCULO ORIENTACION GIROSCOPICA J. ERNESTO CORTES PEREZ FIGURA B
--

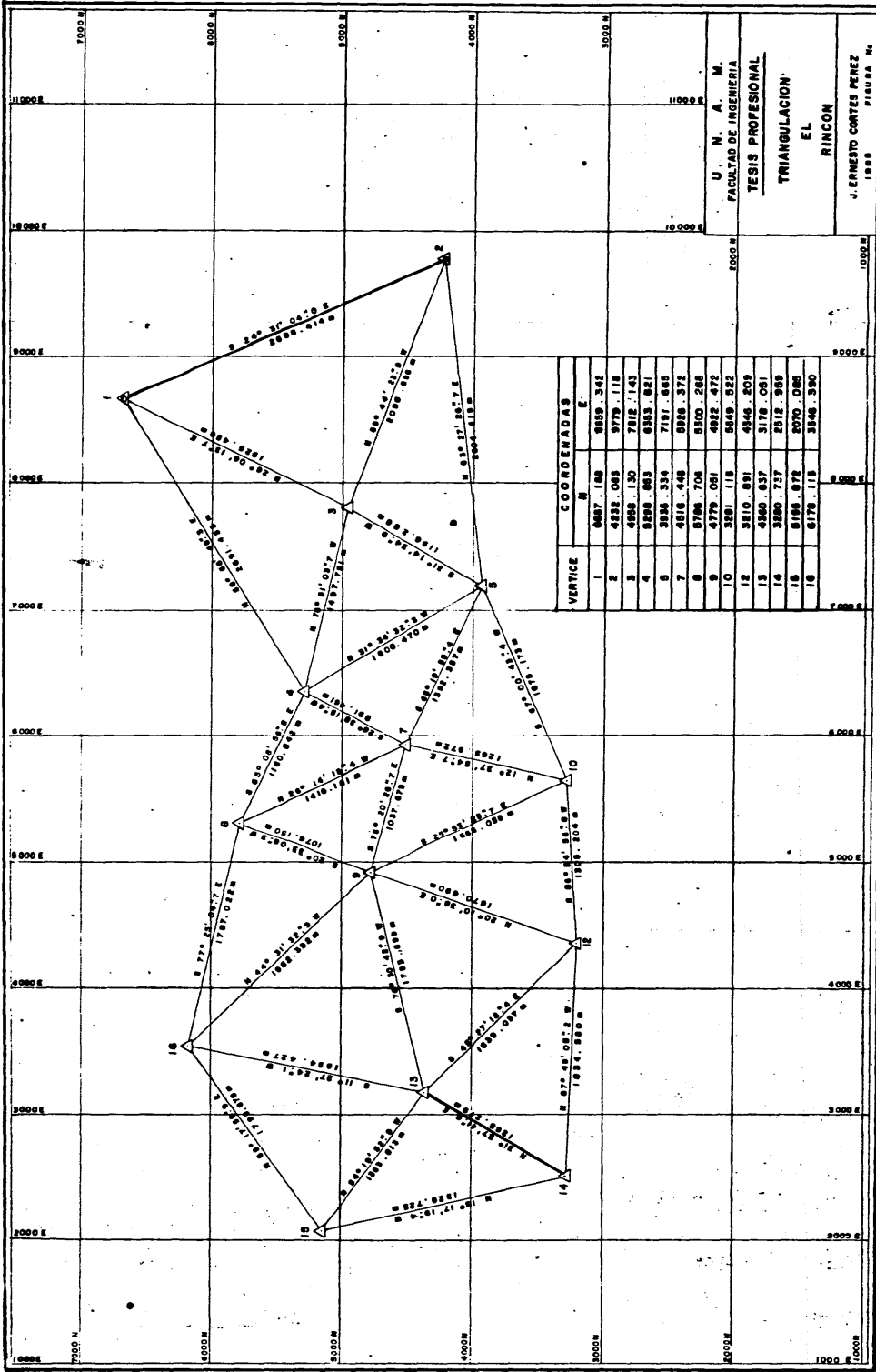
F). CALCULO DE COORDENADAS

Una vez obtenidos los resultados de campo, ángulos horizontales y verticales entre vértice, se promediaron y se compensaron todos de la siguiente manera:

PRIMERO:

Se compensó el cuadrilátero con punto central y los dos pentágonos con punto central por mínimos cuadros, utilizando la forma de la fig. 18, 19 y 20, los dos triángulos restantes se compensaron repartiendo su error angular en partes iguales. (Fig. 21)

Una vez tenida la compensación angular de toda la triangulación, con el rumbo y la distancia base conocida, se dieron rumbos a todos los lados de la triangulación y se calcularon todas las distancias, ver formas de 22 a 37, a la vez se obtuvieron las coordenadas de cada vértice en base a las distancias horizontales calculadas; se calculó también el desnivel entre todos los vértices en ambos sentidos. Ver forma 38 a 49, con la elevación de los vértices base se propagó la nivelación a todos los vértices levantados.

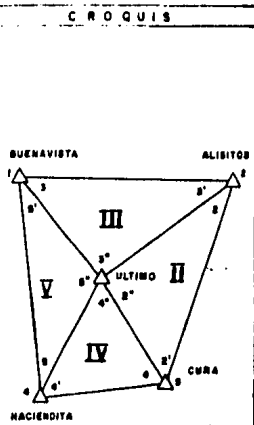


VERTICE	COORDENADAS	
	N	E
1	6487.180	6859.342
2	4232.083	9779.118
3	4848.150	7612.143
4	3228.653	6325.621
5	3928.324	7191.665
7	4818.448	5828.372
6	5796.708	5300.268
9	4779.051	4922.472
10	3281.118	5849.522
12	3810.891	4346.809
13	4560.637	3178.051
14	2820.727	2812.989
16	8168.072	2079.085
16	6178.118	3846.390

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 TRIANGULACION
 EL
 RINCON

J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988
 figura N.

Δs	ANGULOS	W	$\log \text{sen Angulos}^\circ$	d	d'	d''	3-d	(d-d')	(d-d'')	ss CORREGIDOS	
II	2 80°37'15"0	10.3	9.888159	17.8	299.29					50° 37' 17" 7	
	2' 45'13'15"6		9.851153	20.8	432.64	-				45° 13' 19" 9	
	2" 84°09'19"1					3.50	12.28	38.08			84° 09' 22" 4
	179°59'49"7										180° 00' 00" 0
IV	4 28°48'10"1	2.3	9.854100	41.7	1738.89					28° 48' 09" 4	
	4' 52°12'49"9		9.897794	16.3	265.69	+				52° 12' 51" 8	
	4" 100°58'57"7					25.40	645.16	88.42			100° 58' 58" 6
	179°59'57"7										180° 00' 00" 0
V	5 62°49'07"7	0.1	9.949178	10.8	116.64					62° 49' 07" 2	
	5' 48°16'30"6		9.851561	20.8	432.64					48° 16' 31" 4	
	5" 71°54'21"6					10.00	100.00	1.00			71° 54' 21" 4
	179°59'59"9										180° 00' 00" 0
III	3 44°12'13"4	13.1	9.843385	81.7	470.89					44° 12' 08" 0	
	3' 32°50'37"7		8.734280	28.7	1069.29	-				32° 50' 34" 6	
	3" 102°57'22"0					11.00	121.00	144.10			102° 57' 17" 4
	180°00'13"1										180° 00' 00" 0



$W' = -0"4$
 $K' = \frac{W' - 1/3(d-d')W + 1/6n(W - 1/3n(d-d'))}{(d^2 + d'^2) - 1/3(d-d')^2 - 1/6n(d-d')^2}$
 $K'' = \frac{W'' - 1/3(d-d'')W + 1/6n(W - 1/3n(d-d''))}{(d^2 + d''^2) - 1/3(d-d'')^2 - 1/6n(d-d'')^2}$
 $V' = 1/3 \text{ (suma)}$
 $V'' = 1/3 \text{ (suma)}$

TRIANGULOS	NUMERADOR	DENOMINADOR
$W - K'$	+10.408	+2.408
$+(2d + d')K''$	-2.422	-4.359
$V' = 1/3 \text{ (suma)}$	+7.983	-1.954
$-(d + 2d')K''$	+2.575	+3.248
$W - K''$	+10.408	+2.408
$V'' = 1/3 \text{ (suma)}$	+12.980	+5.653
$2K' + W$	+10.090	+2.090
$-(d-d')K''$	-0.153	+1.111
$V'' = 1/3 \text{ (suma)}$	+3.312	+1.067

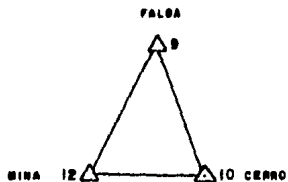
U N A M
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 COMPENSACION DE UN
 POLIGONO CON VERTICE
 CENTRAL, POR:
 MINIMOS CUADRADOS
 J ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 No 18

Δs	ANGULOS	W	log sen Angulos ⁺	d	d'	d''	d-d'	(d-d')	(d-d'')	W	W CORREGIDOS	CROQUIS
XII	12 58°58'57"5		9.918485	14.8	201.64						58° 58' 57"0	
	12' 58°59'45"5	-	9.932995	14.8	181.29						58° 57' 44"2	
	12" 58°03'18"5	1.6					1.50	2.25	-		58° 03' 18"5	
	180°00'01"5										180° 00' 00"0	
XIII	13 58°20'09"5		9.920276	14.0	198.00						58° 20' 04"9	
	13' 58°37'8"7	-	9.959480	14.0	90.25						58° 37' 58"4	
	13" 58°01'58"7	2.1					4.50	20.25	9.45		58° 01' 58"7	
	180°00'02"1										180° 00' 00"0	
XVII	17 42°21'50"3		9.828655	23.1	533.61						42° 21' 46"8	
	17' 60°33'17"7	-	9.939932	11.6	141.61						60° 33' 13"2	
	17" 77°08'08"0	11					11.20	125.44	125.20		77° 08' 00"0	
	180°00'11"0										180° 00' 00"0	
XVI	16 44°56'02"8		9.848859	21.1	446.21						44° 55' 01"0	
	16' 41°02'38"7	-	9.817322	21.6	555.64						41° 02' 33"5	
	16" 94°02'26"7	8.2					3.10	9.61	19.22		94° 02' 25"5	
	180°00'06"2										180° 00' 00"0	
XV	15 70°22'09"1		9.973991	7.6	56.29						70° 22' 07"2	
	15' 43°50'34"8	+	9.840555	21.6	479.61						43° 50' 35"8	
	15" 22°47'12"9	6.4					14.40	207.36	92.16		22° 47' 17"0	
	180°00'00"9										180° 00' 00"0	
W' = -0"6			(W) 49.490768 49.490768	(d') + (d'')	289.111	(d-d')	(d-d'')	(d-d'')	(d-d'')	(d-d'')	(d-d'')	
K'' = -1/3 [(d-d') + 1/2 (W-1/3W) (d-d')] + 1/3 [(d-d'') - 1/2 (W-1/3W) (d-d'')] - 1/6 (d-d')					289.111	-0.30	364.91	-207.99				
W		+14.00	(d') + (d'')	289.111		(d-d') K''	-0.0090					
-1/3 [(d-d') + 1/2 (W-1/3W) (d-d')] - 1/3 [(d-d'') - 1/2 (W-1/3W) (d-d'')] - 1/6 (d-d')		+89.39		-121.64	K'' +	+3W	-2.7	2n+10	K''+1.179			
+1/2 (W-1/3W) (d-d')		-0.118	-1/6 (d-d')	-0.003	0.03006	-[W]	+14.8		2K''+2.358			
NUMERADOR		+83.212	DENOMINADOR		2769.47	NUMERADOR		+11.791	DENOMINADOR			
TRIANGULOS												
V ₁ = (W-K' + (2d+d') K'') / 3			W-K'	-2.779	-3.279	-12.179	-7.379	+5.221				
			+(2d+d') K''	+1.235	+1.127	+1.748	+1.999	+1.109				
			V = 1/3 (suma)	-1.544	-2.152	-10.435	-5.380	+6.330				
V ₂ = (W-K' - (d+2d') K'') / 3			W-K'	-2.779	-3.279	-12.179	-7.379	+5.221				
			-(d+2d') K''	-3.969	-4.269	-15.588	-9.467	+3.680				
			V = 1/3 (suma)	-1.323	-1.453	-6.529	-3.186	+1.227				
V ₃ = (W + 2K' - (d-d') K'') / 3			2K' + W	+0.758	+0.258	-8.642	-3.642	+8.758				
			-(d-d') K''	-0.045	-0.155	-0.337	+0.093	+0.433				
			V = 1/3 (suma)	+0.713	+0.103	-8.979	-3.749	+9.191				

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 COMPENSACION DE UN
 POLIGONO CON VERTICE
 CENTRAL, POR:
 MINIMOS CUADRADOS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 No 20

TRIANGULO

Δ 9 - Δ 12 - Δ 10



OBSERVADO

FALDA	=	46° 04' 04.3
MINA	=	86° 44' 19.5
CERRO	=	67° 11' 58.5
		180° 00' 02.3

CIERRE

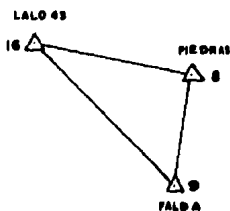
= 2.3

COMPENSADO

FALDA	=	46° 04' 03.7
MINA	=	86° 44' 18.8
CERRO	=	67° 11' 57.5
		180° 00' 00.0

TRIANGULO

Δ 9 - Δ 8 - Δ 16



OBSERVADO

FALDA	=	65° 04' 44.1
PIEDRAS	=	82° 01' 44.1
LALO 43	=	32° 53' 40.8
		180° 00' 09.7

CIERRE

= 8.7

COMPENSADO

FALDA	=	65° 04' 41.2
PIEDRAS	=	82° 01' 41.2
LALO 43	=	32° 53' 37.6
		180° 00' 00.0

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

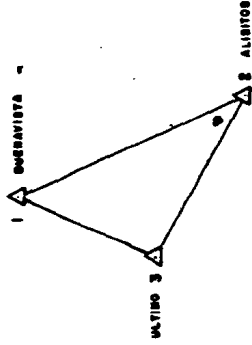
COMPENSACION DE
TRIANGULOS INDEPENDIENTES.

J ERNESTO CORTES PEREZ
1985 FIGURA No 21

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta 1 - \Delta 2 - \Delta 3$

1 BUENAVISTA



ULTIMO 2

3 ALISITOS

OBSERVADO

Δ BUENAVISTA	50° 37' 15" 0
Δ ALISITOS	48° 13' 15" 0
Δ ULTIMO	84° 07' 18" 1
	173° 58' 48" 7

CIENNE

	10" 3
--	-------

COMPROBADO

Δ BUENAVISTA	50° 37' 17" 7
Δ ALISITOS	48° 13' 15" 3
Δ ULTIMO	84° 07' 21" 4
	180° 00' 00" 0

BASE $\Delta 1 - \Delta 2$ BUENAVISTA - ALISITOS 2.039,414 m S 249 31' 04" E

BUENAVISTA - ULTIMO $\Delta 1 - \Delta 2$ 1929,466 m

ULTIMO - ALISITOS $\Delta 2 - \Delta 3$ 2039,696 m

LADO	RUMBO	DIST.	COORDENADAS			E - W	N - S	E - W	Y	X	PTO. COTA
			COG.	SEN.	SEC.						
1									6687,108	8659,342	1 1894,93
1-2	330° 31' 07" 8	2000,414	0,90883	0,41498	-2488,108	+ 116,778	4232,083	9779,118	2 1199,49		
2-3	200° 26' 29" 0	2039,696	0,34829	0,93813	+ 723,047	- 1989,975	4958,130	7012,143	3 1909,49		
3-1	330° 31' 07" 8	1929,466	0,89600	0,44000	+ 1729,066	+ 847,199	6687,108	8659,342	1 1894,93		

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

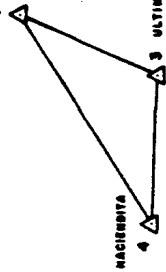
CALCULO DE
DISTANCIAS HORIZONTALES
Y COORDENADAS

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988
116004 No. 02

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta 1 - \Delta 3 - \Delta 4$

1 BUENAVISTA



HACIENDITA 4

3 ULTIMO

OBSERVADO

Δ BUENAVISTA	38° 50' 37.7"
Δ ULTIMO	102° 57' 25.0"
Δ HACIENDITA	4° 12' 5.4"
	180° 00' 18.1"

CIERRE 137.1

COMPENSADO

Δ BUENAVISTA	38° 50' 34.6"
Δ ULTIMO	102° 57' 17.4"
Δ HACIENDITA	4° 12' 06.0"
	180° 00' 00.0"

BASE $\Delta 1 - \Delta 3$ BUENAVISTA - ULTIMO 1929.408 8 28° 06' 18.7 W

HACIENDITA - BUENAVISTA $\Delta 4 - \Delta 1$ 2091.438 m

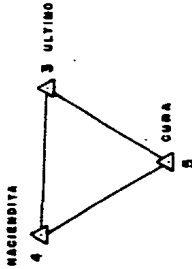
HACIENDITA - ULTIMO $\Delta 4 - \Delta 3$ 1497.791 m

ORD	CURSO	DIST.	COS.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							X	Y
1							6687.188	6659.342
1-3	2091.438	1929.408	0.81900	0.44000	-1729.048	-647.193	4958.130	7818.143
3-4	1497.791	1497.791	0.82748	0.57378	+340.723	+1488.888	8298.853	6329.621
4-1	1929.408	2091.438	0.81883	0.58089	+1368.338	+2308.721	6687.188	6659.342
							6687.188	6659.342

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta B - \Delta B - \Delta 4$



OBSERVADO

Δ ULTIMO	71° 54' 31" S
Δ CURA	82° 48' 07" S
Δ HACIENDITA	48° 18' 30" S
	179° 39' 09" S

CIERRE : 01

COMPENSADO

Δ ULTIMO	71° 54' 31" S
Δ CURA	82° 48' 07" S
Δ HACIENDITA	48° 18' 31" S
	180° 00' 00" S

BASE $\Delta B - \Delta 4$ HASTIMO - HACIENDITA 1497.791 m

$\Delta - \Delta$: 1800.470 m

$\Delta - \Delta$: 1198.288 m

LADO	RUMBO	DIST.	COS.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							X	Y
3							4988.130	7812.143
3-B	82° 48' 07" S	1198.288	0.08497	0.91607	-1032.794	- 820.478	3995.336	7191.665
B-4	71° 54' 31" S	1800.470	0.08198	0.98362	+1363.819	- 830.044	5359.685	6353.621
4-3	48° 18' 30" S	1497.791	0.67379	0.73379	- 340.723	+1488.822	4988.130	7812.143
							4988.130	7812.143

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

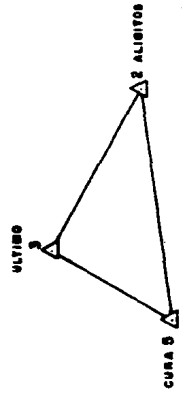
TESIS PROFESIONAL

CALCULO DE
DISTANCIAS HORIZONTALES
Y COORDENADAS

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988
FIGURA No. 84

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO - Δ 2 - Δ 3 - Δ 6



OBSERVADO

Δ ALIBITOS	26° 48' 10" 1
Δ ULTIMO	100° 56' 57" 2
Δ CURA 5	52° 12' 42" 3
	179° 59' 57" 7

CIERRE

	2" 3
--	------

COMPENSADO

Δ ALIBITOS	26° 48' 09" 4
Δ ULTIMO	100° 56' 56" 5
Δ CURA 5	52° 12' 51" 6
	180° 00' 00" 0

BASE Δ 2 - Δ 3 - Δ 5 ULTIMO - CURA 5 1196.288 m

CURA - ALIBITOS Δ 5 - Δ 2 2004.415 m

ULTIMO - ALIBITOS Δ 3 - Δ 2 2096.696 m

LADO	RUMBO	DIST	COS	SEN	N-S	E-W	COORDENADAS	
							Y	X
2	74° 44' 28" 4	2096.696	0.34628	0.93818	+ 726.047	- 1966.975	4232.093	9779.118
2-3	23° 16' 25" 8	1196.288	0.91492	0.40167	- 1022.728	- 490.478	4988.130	7812.143
3-2	166° 43' 34" 2	1196.288	0.11394	0.99349	+ 296.781	+ 2597.499	7191.665	8 1295.49
3-2	166° 43' 34" 2	2004.415	0.11394	0.99349	+ 296.781	+ 2597.499	9779.118	8 1196.49

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

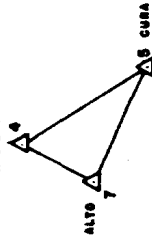
CALCULO DE
DISTANCIAS HORIZONTALES
Y COORDENADAS

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1998

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO Δ 4 - Δ 8 - Δ 7

HACIENDITA



Observados
 Δ HACIENDITA : $60^{\circ} 12' 47.9''$
 Δ CURA : $33^{\circ} 45' 23.9''$
 Δ ALTO : $86^{\circ} 01' 30.8''$
 180° 00' 02.6"

Calculo
 E - M : E - M
 Comprobado
 Δ HACIENDITA : $60^{\circ} 12' 47.7''$
 Δ CURA : $33^{\circ} 45' 23.7''$
 Δ ALTO : $86^{\circ} 01' 48.2''$
 180° 00' 00.0"

BASE Δ - Δ HACIENDITA - CURA 1800.470 m

HACIENDITA - ALTO Δ - Δ : 891.461 m

ALTO - CURA Δ - Δ : 1392.387 m

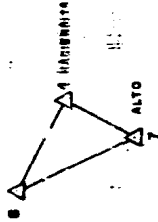
LADO	RUMBO	DIST.	COS.	SEN.	E - M	COORDENADAS	
						Y	X
B						7191.889	0
B-4	132° 15' 23.9"	1800.470	0.81198	-0.58388	- 838.044	838.821	4
4-7	86° 01' 30.8"	891.461	0.87767	- 0.47927	- 427.889	8916.446	7
7-8	60° 12' 47.9"	1392.387	0.61736	0.68974	+1265.893	3938.334	8
						7191.889	8

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No. 06

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO Δ6 - Δ7 - Δ8

PIEDRAS



OBSERVADO	
Δ HACIENDA	860 12' 47.6"
Δ ALTO	640 52' 34.3"
Δ PIEDRAS	385 54' 37.7"
	1792 99' 59.6"
CIERRE	0.38
COMPENSADO	
Δ HACIENDA	860 12' 47.6"
Δ ALTO	640 52' 33.8"
Δ PIEDRAS	385 54' 38.4"
	180° 00' 00.0"

BASE Δ4 - Δ7 HACIENDA-ALTO 991.481 m.

PIEDRAS-HACIENDA Δ8- Δ4 1160.842 m

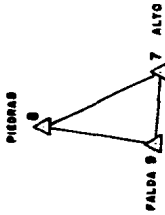
PIEDRAS-ALTO Δ8- Δ7 1419.181 m

LADO	RUMBO	DIST.	COS.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							V	X
4							5298.883	8353.821
4-7	160° 39' 18.24"	991.481	0.87767	0.47927	- 782.407	- 427.249	4616.446	8926.372
7-8	122° 14' 18.28"	1419.181	0.89896	0.44211	+ 1270.840	- 626.104	5798.708	8300.888
8-4	300° 00' 00.00"	1160.842	0.42026	0.90740	+ 467.863	+ 1058.388	8298.888	9355.821
							5298.883	8353.821

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No 87

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO Δ 7 - Δ 8 - Δ 8



OBSERVADO
 Δ ALTO 49° 06' 04" S
 Δ FALDA 84° 06' 20" S
 Δ PIEDRAS 48° 47' 28" S
 179° 59' 47" E

CIERRE 12" S

COMPENSADO
 Δ ALTO 49° 06' 08" S
 Δ FALDA 84° 06' 28" S
 Δ PIEDRAS 48° 47' 28" S
 180° 00' 00" O

BASE Δ 8 - Δ 7 PIEDRAS - ALTO 1418.181 m.

FALDA - PIEDRAS Δ 8 - Δ 8 1078.180 m

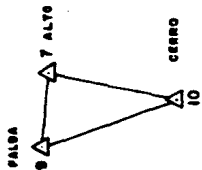
FALDA - ALTO Δ 8 - Δ 7 1037.679 m

LADO	NUMERO	DIST.	COS.	SEN.	N-S		E-W		COORDENADAS		PTO COTA
					N-S	E-W	V	E			
7-8	1418.181	1418.181	0.99996	0.44211	1417.020	- 628.108	4518.448	8228.372	7	1879.89	
8-9	1078.180	1078.180	0.93333	0.36108	-1007.888	- 377.788	8300.880	8189.78	8	1889.78	
9-7	1037.679	1037.679	0.89307	0.98749	- 868.808	+1908.900	8818.448	8228.372	9	1879.89	

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No. 28

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta 7 - \Delta 10 - \Delta 9$



OBSERVADO

Δ ALTO	92° 01' 40"
Δ CERRO	39° 31' 21"
Δ FALDA	49° 27' 02"
	180° 00' 04"

CIERRE 4.3

COMPENSADO

Δ ALTO	92° 01' 38"
Δ CERRO	39° 31' 20"
Δ FALDA	49° 27' 01"
	180° 00' 00"

BASE $\Delta 9 - \Delta 7$ FALDA - ALTO 1037.679 m

CERRO - ALTO $\Delta 10 - \Delta 7$ 1665.056 m

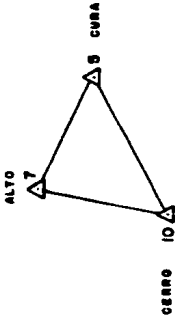
FALDA - CERRO $\Delta 9 - \Delta 10$ 1665.056 m

CERRO	RUBRO	DIST.	COS.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							X	Y
7							4916.446	5926.372
7-9	72° 01' 38"	1037.679	0.23307	0.96745	+ 242.805	- 1003.900	4779.051	4922.472
9-10	39° 31' 21"	1665.056	0.78063	0.62365	+ 1497.935	+ 727.050	3281.116	5649.522
10-7	49° 27' 02"	1665.056	0.71809	0.69780	+ 1235.330	+ 276.850	4916.446	5926.372

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1985 FIGURA No. 29

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta 5 - \Delta 7 - \Delta 10$



OBSERVADO

Δ CURA	470 39' 18"4
Δ ALTO	770 57' 48"6
Δ CERRRO	540 22' 48"4
	1700 59' 53"4

CIERRE 6"6

COMPENSADO

Δ CURA	470 39' 21"2
Δ ALTO	770 57' 50"1
Δ CERRRO	540 22' 48"7
	1800 00' 00"0

BASE $\Delta 7 - \Delta 10$ ALTO CERRRO 1265.972 m

CURA ALTO $\Delta 5 - \Delta 7$ 1392.357 m

CERRRO CURA $\Delta 10 - \Delta 7$ 1875.173 m

ORDEN	RUMBO	DIST.	COS.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							X	Y
7							4510.440	5920.372
7-8	$100^{\circ} 10' 05" E$	1392.357	0.41736	0.90374	- 981.112	+1265.893	3939.334	7191.605
8-10	$100^{\circ} 00' 45" E$	1875.173	0.32034	0.94219	- 694.219	-1942.143	3291.116	8049.228
10-7	$110^{\circ} 37' 04" E$	1265.972	0.47560	0.81869	+1239.330	+ 276.650	4918.448	5920.372
							4510.440	5920.372

U. N. A. M.

FACULTAD DE INGENIERIA

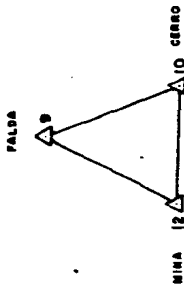
TESIS PROFESIONAL

CALCULO DE
DISTANCIAS HORIZONTALES
Y COORDENADAS

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1998 FIGURA N.º 10

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta B - \Delta IE - \Delta IO$



OBSERVADO

Δ FALDA	46° 04' 04.5"
Δ MINA	88° 44' 18.5"
Δ CERRO	87° 11' 38.5"
180° 00' 02.5"	

CIERRE Σ 2.5

COMPENSADO

Δ FALDA	46° 04' 05.7"
Δ MINA	88° 44' 18.8"
Δ CERRO	87° 11' 37.6"
180° 00' 00.0"	

BASE $\Delta B - \Delta IO$ FALDA CERRO 1665.056 M

MINA FALDA $\Delta IE - \Delta B$ 1670.890 M

MINA CERRO $\Delta IE - \Delta IO$ 1305.204 M

LADO	RUMBO	DIST.	COL.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							Y	X
B							4779.051	4922.472
B-IO	82° 42' 12"	1665.056	0.89283	0.43669	+1497.935	+727.080	3281.118	3649.552
IO-CERRO	88° 44' 18.8"	1305.204	0.09380	0.99895	-70.825	-1303.313	3210.891	4348.309
B-CERRO	87° 11' 37.6"	1670.890	0.93683	0.34433	+1568.160	+576.223	4779.051	4922.472
								PTO COTA
								B 1041.38
								IO 1201.87
								CERRO 1817.71
								B 1041.38

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

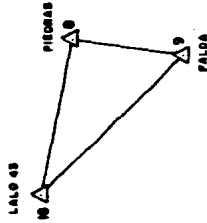
TESIS PROFESIONAL

CALCULO DE
DISTANCIAS HORIZONTALES
Y COORDENADAS

J ERNESTO CORTES PEREZ
1988
FIGURA No 91

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta A - \Delta B - \Delta C$



OBSERVADO
 Δ FALDA 65° 04' 44" S
 Δ PIEDRAS 92° 01' 44" S
 Δ LADO 43 32° 53' 40" S
 180° 00' 08" S

CIERRE 6" S

COMPENSADO
 Δ FALDA 65° 04' 41" S
 Δ PIEDRAS 92° 01' 41" S
 Δ LADO 43 32° 53' 37" S
 180° 00' 00" S

BASE $\Delta A - \Delta B$ LADO 43 - FALDA 1862.392 m

LADO 43 - PIEDRAS $\Delta A - \Delta C$ 1797.022 m

PIEDRAS - FALDA $\Delta B - \Delta C$ 1076.180 m

LADO	RUMBO	DIST	COS	SEN	COORDENADAS			PTO COTA		
					E - W	N - S	X			
43	32° 53' 37" S	1862.392	0.71294	0.70128	+1399.044	-1376.082	6178.118	3546.390	16	936.00
43	65° 04' 41" S	1797.022	0.81761	0.97599	-391.408	+1783.878	9786.708	5300.568	6	1399.76
43	92° 01' 41" S	1076.180	0.93439	0.35109	-1007.698	-377.796	4779.081	4982.472	9	1041.95

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL

CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS

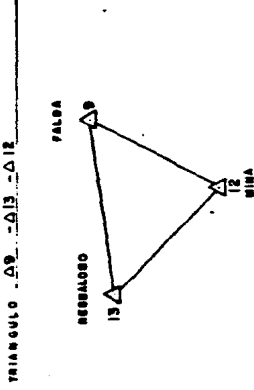
J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988
 FIGURA No. 10

TRIANGULACION "EL RINCON"

OBSERVADO
 Δ FALDA : 90° 20' 05" S
 Δ REBALOSO : 88° 01' 58" S
 Δ MINA : 85° 37' 57" S
 180° 00' 00" S

CIERRE : 8" O

COMPENSADO
 Δ FALDA : 88° 20' 04" S
 Δ REBALOSO : 88° 01' 58" S
 Δ MINA : 85° 37' 56" S
 180° 00' 00" S



BASE Δ12 Δ13 Δ14 : 1870.890 M
 FALDA REBALOSO Δ9 Δ13 : 1793.899 M
 REBALOSO MINA Δ13 Δ18 : 1639.057 M

LADO	RUMBO	DIST.	SIST.	COR.	SEN.	COS.	E-W		N-S		COORDENADAS	
							+	-	+	-	Y	X
12	90° 20' 05"	1870.890	0.83683	0.34493	+1568.160	+576.263	3210.081	4346.209	12	1817.71		
13	88° 01' 58"	1793.899	0.82324	0.97842	-418.414	-1744.481	4779.051	4922.472	9	1661.98		
14	85° 37' 57"	1639.057	0.70147	0.71270	-1149.748	-1166.158	4350.637	3178.031	13	1687.48		
							3210.081	4346.209	12	1817.71		

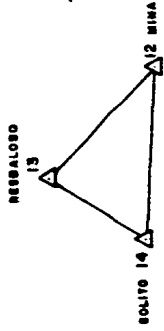
U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1966 FIGURA No. 19

TRIANGULACION "EL RINCON"

OBSERVADO
 Δ REBALOSO 77° 06' 03" O
 Δ SOLITO 90° 33' 17" 7
 Δ MINA 48° 21' 50" 3
 180° 00' 11" 0

CIERRE 11" 0

COMPENSADO
 Δ REBALOSO 77° 06' 00" 0
 Δ SOLITO 90° 33' 13" 2
 Δ MINA 48° 21' 48" 9
 180° 00' 00" 0



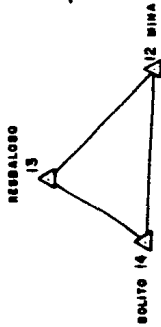
9465 Δ12-Δ13 MINA-REBALOSO 1639.087 m
 REBALOSO-SOLITO Δ13-Δ14 1266.279 m
 SOLITO-MINA Δ14-Δ12 1934.980 m

LADO	RUMBO	DIST.	COS.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							Y	X
13							4350.637	3178.061
13-12	45° 37' 03" S	1639.087	0.70147	0.71270	-1149.746	-1166.156	4346.209	12187.71
12-14	89° 49' 05" S	1934.980	0.03607	0.99928	69.846	-1933.230	3200.737	2512.959
14-13	31° 37' 03" S	1266.279	0.86147	0.52441	+1079.900	+668.098	4350.637	3178.061
							4350.637	3178.061

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS
 J ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No. 84

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta 12$ - $\Delta 13$ - $\Delta 14$



OBSERVADO
 Δ RESBALOSO 77° 05' 03" O
 Δ SOLITO 90° 33' 17" E
 Δ MINA 92° 31' 02" S
 180° 00' 11" O

CIERRE 11" O
 COMPENSADO
 Δ RESBALOSO 77° 05' 00" O
 Δ SOLITO 90° 33' 13" E
 Δ MINA 92° 31' 46" S
 180° 00' 00" O

BASE $\Delta 12$ - $\Delta 13$ MIRA - RESBALOSO 1639.087 m

RESBALOSO - SOLITO $\Delta 13$ - $\Delta 14$ 1268.279 m

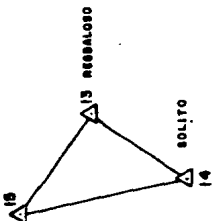
SOLITO - MINA $\Delta 14$ - $\Delta 12$ 1834.880 m

CASO	PUNTO	DIST.	COS.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							X	Y
13							4960.837	3178.081
13-12	45° 37' 16" S	1639.087	0.70147	0.71870	-1148.745	+1168.188	3810.891	4344.208
12-14	87° 49' 02" S	1834.880	0.03607	0.99928	+69.848	-1933.250	3980.737	2512.989
14-13	31° 37' 41" E	1268.279	0.82147	0.58441	+1078.900	+645.058	4960.837	3178.081

U. N. L. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No. 30

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO Δ13 - Δ15 - Δ14
 SAN ANTONIO



OBSERVADO
 Δ REBALOSO : 94° 05' 25" 7
 Δ SAN ANTONIO : 41° 02' 35" 8
 Δ SOLITO : 44° 55' 01" 0
 180° 00' 00" 1

CIERRE : 6" 1

COMPENSADO
 Δ REBALOSO : 94° 05' 25" 5
 Δ SAN ANTONIO : 41° 02' 35" 8
 Δ SOLITO : 44° 55' 01" 0
 180° 00' 00" 0

BASE : 14 Δ15 - Δ14 SOLITO - REBALOSO : 1268.279 m

SAN ANTONIO - SOLITO Δ - Δ : 1926.785 m

REBALOSO - SAN ANT. Δ - Δ : 1363.813 m

LADO	RAMBO	DIST	COX	SEN	N-S	E-O	COORDENADAS	PTO COTA
13-14	81°32' 41"34"	1268.279	0.85147	0.52441	-1079.900	- 646.092	4340.637	3178.051
14-15	41°17' 18"29"	1926.785	0.97322	0.22066	+1875.135	- 442.874	3260.737	2512.959
15-13	84°16' 58"86"	1363.813	0.56310	0.82440	- 795.230	+1107.966	4340.637	3178.051
								13 1087.43
								14 1079.19
								15 889.37
								13 1087.43

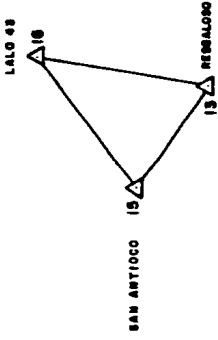
U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL

CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS

J. ERNFSTO CORTES PEREZ
 1989
 FIGURA No. 85

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta 12 - \Delta 18 - \Delta 15$



OBSERVADO

Δ RESBALOSO : $88^{\circ} 47' 13''$
 Δ LALO 43 : $43^{\circ} 50' 34.6''$
 Δ SAN ANTIQCO : $70^{\circ} 22' 05.1''$
 178° 59' 53.6"

CIERRE : 5.4

COMPENSADO

Δ RESBALOSO : $88^{\circ} 47' 17.0''$
 Δ LALO 43 : $43^{\circ} 50' 35.2''$
 Δ SAN ANTIQCO : $70^{\circ} 22' 07.2''$
 180° 00' 00.0"

BASE $\Delta 15 - \Delta 12$ SAN ANTIQCO - RESBALOSO 1563.813 m

LALO 43 - SAN ANT. $\Delta 16 - \Delta 15$ 1795.878 m

RESBALOSO - LALO 43 $\Delta 13 - \Delta 16$ 1854.487 m

LADO	PUNTO	DIST.	COS.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							X	Y
13							4360.037	3178.051
15-16	15-16	1795.878	0.88310	0.81240	+796.295	-1107.968	8155.872	2070.088
16-19	16-19	1854.487	0.56928	0.82214	+1022.223	+1476.308	8176.118	3648.390
19-13	19-13	1864.627	0.99008	0.13683	-1817.478	-368.396	8260.637	3178.051
								PTO COYA
								18 (1037.43)
								15 (888.01)
								16 (938.60)
								12 (1037.43)

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA

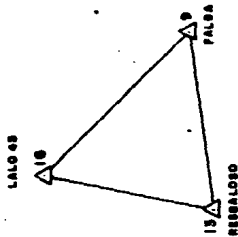
TESIS PROFESIONAL

CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS

J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No 06

TRIANGULACION "EL RINCON"

TRIANGULO $\Delta B - \Delta 16 - \Delta 19$



OBSERVADO
 Δ FALDA : $88^{\circ} 57' 45.7''$
 Δ LALO 43 : $88^{\circ} 58' 17.4''$
 Δ RESBALOSO : $89^{\circ} 01' 18.8''$
 180° 00' 01.9"

CIERRE : 1.8
 COMPENSADO
 Δ FALDA : $88^{\circ} 57' 44.8''$
 Δ LALO 43 : $88^{\circ} 58' 17.0''$
 Δ RESBALOSO : $89^{\circ} 01' 18.8''$
 180° 00' 00.0"

PASE $\Delta 16 - \Delta 19$ LALO 49 - RESBALOSO 1954.427 m

FALDA - LALO 43 $\Delta B - \Delta 16$: 1962.392 m

RESBALOSO - FALDA $\Delta B - \Delta 9$: 1793.893 m

LADO	RUBRO	DIRT.	C.O.S.	SEN.	N-S	E-W	COORDENADAS	
							Y	X
16							6178.115	3946.390
16-19	87° 45' 18"	1954.427	0.19663	0.98008	- 1617.478	368.339	4560.637	3178.051
16-43	88° 57' 45.7"	1793.893	0.23324	0.97242	+ 418.414	+ 1744.481	4779.051	4922.472
19-43	89° 01' 18.8"	1962.392	0.71294	0.70123	+ 1399.064	- 1376.062	6178.115	3946.390

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE
 DISTANCIAS HORIZONTALES
 Y COORDENADAS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1966 FIGURA No 87

FORMULAS:

$$Zs = Zo + (n \cdot m)$$

$$n = \frac{hs}{D \text{ Sen. } \alpha}$$

$$m = \frac{h}{D \text{ Sen. } \alpha}$$

$$Am = \frac{A1 + A2}{2}$$

$$H = D \cdot \tan \alpha$$



$Ao: -50^{\circ} 32' 27.2''$
 $Zo: -80^{\circ} 27' 32.2''$
 $Zv: -85^{\circ} 27' 08.4''$
 $A1: -50^{\circ} 32' 27.2''$
 $n: \frac{1.00}{1925.488 \text{ Sen. } \alpha} = 107.1$
 $m: \frac{1.00}{1925.488 \text{ Sen. } \alpha} = 131.5$
 $n \cdot m: -24.4$



$Ao: -50^{\circ} 34' 48.2''$
 $Zo: -80^{\circ} 34' 48.2''$
 $Zv: -85^{\circ} 33' 43.9''$
 $A1: -50^{\circ} 34' 48.2''$
 $n: \frac{1.00}{1925.488 \text{ Sen. } \alpha} = 107.1$
 $m: \frac{1.00}{1925.488 \text{ Sen. } \alpha} = 172.4$
 $n \cdot m: -1.05.3$

$$Am = -5^{\circ} 33' 17.2''$$

$H: 1888.488 \text{ Tan. } 5^{\circ} 33' 17.2''$
 $M: 1919.488 \text{ (O. 98787)}$
 $M: -187.88$

$Cote \Delta 1: 1222.02$
 $Denivel: -187.88$
 $Cote \Delta 2: 1033.74$
ULTIMO



$Ao: -50^{\circ} 32' 20.4''$
 $Zo: -80^{\circ} 32' 20.4''$
 $Zv: -85^{\circ} 31' 25.9''$
 $A1: -50^{\circ} 31' 25.9''$
 $n: \frac{1.00}{2096.896 \text{ Sen. } \alpha} = 98.4$
 $m: \frac{1.00}{2096.896 \text{ Sen. } \alpha} = 149.3$
 $n \cdot m: -50.3$

$$Am = -3^{\circ} 31' 02.2''$$

$H: 2086.896 \text{ Tan. } 3^{\circ} 31' 02.2''$
 $M: 2086.896 \text{ (O. 98687)}$
 $M: -188.87$

$Cote \Delta 3: 1188.48$
 $Denivel: -188.87$
 $Cote \Delta 4: 1099.61$
ULTIMO

$$Cote Acortado = 1088.69 \text{ m.s.n.m.}$$

SIMBOLOS:

- As = Angulo vertical observado.
- Zs = Distancia central observado.
- Zv = Distancia central observado.
- n = Angulo auxiliar en vertice observado.
- m = Angulo auxiliar en vertice observado.
- H = Altura de aparato en vertice observado.
- hs = Altura de objeto en vertice observado.
- D = Distancia horizontal entre 2 vertices.
- Sen(1/2) Constante (O 00000.48)
- A1 = Angulo vertical observado en vertice observado.
- A2 = Angulo vertical observado en vertice observado.
- Am = Angulo vertical promedio.
- H = Distanza entre 2 vertices.

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

NIVELACION
TRIGONOMETRICA

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988 FIGURA No. 88

FORMULAS:

$$Z = Z_0 + (n \cdot m)$$

$$n = \frac{h_2}{D \text{ Sen. } i}$$

$$m = \frac{h_1}{D \text{ Sen. } i}$$

$$Am = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$H = D \text{ Tan } Am$$



BUENAVISTA HACIENDITA

AB: 1.40 30' 49" E
 BC: 0.90 32' 10" S
 AC: 1.00 31' 35" S

n = 1.00 / 0.90 Sen 32° 10' = 76° 6'
 m = 1.40 / 0.90 Sen 31° 35' = 183° 5'
 n-m = -98.7

Cota Δ 1 = 1.184.02 BUENAVISTA
 Diferen = 1.12.31 HACIENDITA
 Cota Δ 4 = 1.187.31



ULTIMO HACIENDITA

AB: 1.49 58' 08" S
 BC: 0.90 31' 54" E
 AC: 1.00 30' 36" E

n = 1.00 / 0.90 Sen 31° 54' = 137° 7'
 m = 1.49 / 0.90 Sen 30° 36' = 166° 1'
 n-m = -31.4

Cota Δ 3 = 1.088.68 ULTIMO
 Diferen = 492.84 HACIENDITA
 Cota Δ 4 = 1.187.31

Cota Aceptado = 1.487.95
 Δ 4
 HACIENDITA m. s. n. m.



BUENAVISTA HACIENDITA

AB: 1.40 30' 49" E
 BC: 0.90 32' 10" S
 AC: 1.00 31' 35" S

n = 1.00 / 0.90 Sen 32° 10' = 76° 6'
 m = 1.40 / 0.90 Sen 31° 35' = 183° 5'
 n-m = -98.7

Am = 40° 32' 11" Z
 H = 581.435 Tan 40° 32' 11" Z
 H = 581.435 (0.828245)
 H = 482.81



ULTIMO HACIENDITA

AB: 1.49 58' 08" S
 BC: 0.90 31' 54" E
 AC: 1.00 30' 36" E

n = 1.00 / 0.90 Sen 31° 54' = 137° 7'
 m = 1.49 / 0.90 Sen 30° 36' = 166° 1'
 n-m = -31.4

Am = 40° 32' 11" Z
 H = 581.435 Tan 40° 32' 11" Z
 H = 581.435 (0.828245)
 H = 482.81

SIMBOLOS:

- A₀ = Angulo vertical observado.
- Z₀ = Distancia entre torres.
- Z = Distancia entre vértices observado.
- n = Ángulo vertical en vértices observado.
- m = Ángulo vertical en vértices estación.
- H = Altura de estación en vértices observado.
- h₂ = Altura de estación en vértices observado.
- D = Distancia horizontal entre 2 vértices.
- Sen i = Seno de inclinación (0.0000048)
- A₁ = Ángulo vertical observado en vértices estación.
- A₂ = Ángulo vertical observado en vértices observado.
- Am = Ángulo vertical promedio.
- H = Distancia entre 2 vértices.

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 NIVELACION
 TRIGONOMETRICA
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1995
 FIGURA No 39

FORMULAS:

$$Zr = Z_0 + (n \cdot m)$$

$$n = \frac{H_2}{D \sin \theta}$$

$$m = \frac{h_1}{D \sin \theta}$$

$$Am = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$H = D \tan \alpha$$



$A_1 = 130.35' 48.1$
 $Z_0 = 1030.35' 48.1$
 $Z_1 = 780.20' 13.8$
 $A_2 = 130.34' 20.7$

$n = \frac{1.00}{1190.288 \sin \theta} = 172.4$
 $m = \frac{1.228}{1190.288 \sin \theta} = 211.7$
 $n \cdot m = 36.3$

$$Am = \frac{130.34' 48.4}{2}$$



$A_1 = 130.35' 48.1$
 $Z_0 = 1030.35' 48.1$
 $Z_1 = 1030.36' 07.0$
 $A_2 = 130.36' 07.0$

$n = \frac{1.00}{1190.288 \sin \theta} = 172.4$
 $m = \frac{1.228}{1190.288 \sin \theta} = 213.6$
 $n \cdot m = 36.8$

$H = 1190.288 \tan 130.34' 48.4$
 $H = 1190.288 (0.211507)$
 $H = 250.96$



$A_1 = 30.32' 08.3$
 $Z_0 = 830.32' 08.3$
 $Z_1 = 830.31' 49.5$
 $A_2 = 30.31' 49.5$

$n = \frac{1.00}{2604.415 \sin \theta} = 79.2$
 $m = \frac{1.328}{2604.415 \sin \theta} = 120.2$
 $n \cdot m = 9.5$

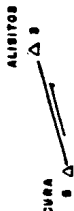
$$Am = \frac{30.31' 10.2}{2}$$

$H = 2604.415 \tan 30.31' 10.2$
 $H = 2604.415 (0.50821)$
 $H = 1323.17$

$Cote Acipide = 1355.68$
 $\Delta \theta$
 $CURA$

$Cote \Delta = 1195.48$
 $Distanci = 1120.18$
 $Cote \Delta \theta = 1323.17$
 $CURA$

$Cote \Delta = 1081.22$
 $Distanci = 280.96$
 $Cote \Delta \theta = 1323.05$
 $CURA$



$A_1 = 30.32' 08.3$
 $Z_0 = 830.32' 08.3$
 $Z_1 = 830.31' 49.5$
 $A_2 = 30.31' 49.5$

$n = \frac{1.00}{2604.415 \sin \theta} = 79.2$
 $m = \frac{1.328}{2604.415 \sin \theta} = 98.0$
 $n \cdot m = 7.8$

SIMBOLOS:

- $\Delta \theta$: Angulo vertical observado.
- Z_0 : Distancia desde corregido.
- n : Distancia local observado.
- m : Angulo auxiliar vertical observado.
- N : Altura de aparato en sitio observado.
- H : Altura de objeto en sitio observado.
- D : Distancia horizontal entre 2 verticas.
- $\sin \theta$: Cosenos (0.0000048).
- A_1 : Angulo vertical corregido en vertica observada.
- A_2 : Angulo vertical corregido en vertica observada.
- Am : Angulo vertical promedio.
- H : Distancia entre 2 verticas.

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
NIVELACION
TRIGONOMETRICA

J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No. 40

FORMULAS:

$$Z_0 = Z_0 + (n \cdot m)$$

$$n = \frac{h_2}{D \cdot \text{Sen } \theta}$$

$$m = \frac{h_1}{D \cdot \text{Sen } \theta}$$

$$Am = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$M = D \cdot \text{Tan } \theta$$



$A_0 = 115.53$
 $Z_0 = 78.06$
 $Z_1 = 78.05$
 $A_1 = 115.54$

$n = \frac{1.00}{891.461 \text{ Sen } \theta} = 231.74$
 $m = \frac{1.00}{991.461 \text{ Sen } \theta} = 291.75$
 $n \cdot m = 1.001$

$$Am = 115.54 \cdot 30.74$$



$A_0 = 115.53$
 $Z_0 = 78.06$
 $Z_1 = 78.05$
 $A_1 = 115.54$

$n = \frac{1.00}{891.461 \text{ Sen } \theta} = 231.74$
 $m = \frac{1.00}{991.461 \text{ Sen } \theta} = 291.75$
 $n \cdot m = 1.001$

$$Am = 115.54 \cdot 30.74$$

$M = 891.461 \cdot \text{Tan } \theta = 155.50 \cdot 4$
 $M = 891.461 \cdot (-0.210887)$
 $M = -188.09$



$A_0 = 35.08$
 $Z_0 = 93.08$
 $Z_1 = 93.08$
 $A_1 = 35.08$

$n = \frac{1.00}{1392.357 \text{ Sen } \theta} = 148.71$
 $m = \frac{1.00}{1392.357 \text{ Sen } \theta} = 183.74$
 $n \cdot m = 27.23$

$$Am = 35.07 \cdot 48.2$$

$M = 1392.357 \cdot \text{Tan } \theta = 302.48 \cdot 9$
 $M = 1392.357 \cdot (-0.031818)$
 $M = -44.19$

$Co\Delta = 1.487.88$
 $De\Delta = 188.09$
 $Co\Delta \cdot 7 = 10.32$
 $De\Delta \cdot 7 = 1.277.16$



$A_0 = 35.08$
 $Z_0 = 93.08$
 $Z_1 = 93.08$
 $A_1 = 35.07$

$n = \frac{1.00}{1392.357 \text{ Sen } \theta} = 296.73$
 $m = \frac{1.00}{1392.357 \text{ Sen } \theta} = 166.77$
 $n \cdot m = 49.5$

$Co\Delta = 1.487.88$
 $De\Delta = 188.09$
 $Co\Delta \cdot 7 = 10.32$
 $De\Delta \cdot 7 = 1.277.16$

$Co\Delta \cdot \Delta = 1279.66$
 $De\Delta \cdot \Delta = 1.277.16$

SIMBOLOS:

- h = Angulo vertical observado.
- Z = Distancia vertical corregida.
- D = Distancia central observada.
- n = Angulo vertical en el primer estacion.
- m = Angulo vertical en el segundo estacion.
- h1 = altura de aparato en estacion anterior.
- h2 = altura de estacion en estacion posterior.
- D = Distancia horizontal entre 2 vertices.
- Sen θ = Constante (0.0000048)
- A1 = Angulo vertical corregido en vertice anterior.
- A2 = Angulo vertical corregido en vertice posterior.
- Am = Angulo vertical promedio.
- M = Distancia entre 2 vertices.

D. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
NIVELACION
TRIGONOMETRICA

J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1955
 FIGURA No. 41

FORMULAS:

$$Z = Z_0 + (n \cdot m)$$

$$n = \frac{h_0}{D \cdot \text{Sen } \alpha}$$

$$m = \frac{h_1}{D \cdot \text{Sen } \beta}$$

$$Am = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$H = D \cdot \text{Tan } \alpha$$

MACIERITA



$A_0 = + 30' 22' 05''$
 $Z_0 = 100' 37' 54''$
 $Z_1 = 80' 36' 45''$
 $A_1 = + 30' 23' 14''$
 $n = \frac{1.00}{1160.842 \text{ Sen } \alpha} = 177.7$
 $m = \frac{1.39}{1160.842 \text{ Sen } \beta} = 247.0$
 $n \cdot m = 1 \cdot 02.3$

MACIERITA



$A_0 = - 30' 23' 55''$
 $Z_0 = 30' 23' 55''$
 $Z_1 = 30' 23' 48''$
 $A_1 = - 30' 23' 48''$
 $n = \frac{1.00}{1160.842 \text{ Sen } \alpha} = 177.7$
 $m = \frac{1.042}{1160.842} = 185.1$
 $n \cdot m = 7.4$
 $Am = - 30' 23' 31''$

SIMBOLOS:

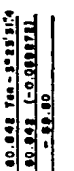
- A₀ = Angulo vertical observado.
- Z₀ = Distancia central observada.
- Z₁ = Distancia central observada.
- n = Distancia central observada.
- m = Angulo vertical observado.
- H = Altura de aparato en vertice observado.
- A₁ = Altura de aparato en vertice observado.
- D = Distancia horizontal entre 2 vertices.
- Sen² = Constante (0.0000048)
- Al₁ = Angulo vertical observado en vertice observado.
- Al₂ = Angulo vertical observado en vertice observado.
- Am = Angulo vertical observado.
- H = Distancia entre 2 vertices.

MACIERITA



$Cota \Delta 4 = 1487.88$
 $Distivel = - 88.20$
 $Cota \Delta 8 = 1388.78$
 $n = m = 1 \cdot 02.3$

MACIERITA



$H = 1160.842 \text{ Tan } \alpha = 30' 23' 55''$
 $H = 1160.842 (- 0.0000048)$
 $H = - 88.20$

MACIERITA



$A_0 = - 40' 50' 08''$
 $Z_0 = 30' 50' 08''$
 $Z_1 = 30' 49' 11''$
 $A_1 = - 40' 49' 11''$
 $n = \frac{1.00}{1418.181 \text{ Sen } \alpha}$
 $m = \frac{1.38}{1418.181 \text{ Sen } \beta}$
 $n \cdot m = 85.9$

U. N. A. M.

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

NIVELACION
TRIANGULOMETRICA

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988
FIGURA No. 48

$Cota \Delta 7 = 1472.88$
 $Distivel = 113.28$
 $Cota \Delta 8 = 1388.78$
 $n = m = 1 \cdot 02.3$

$H = 1418.181 \text{ Tan } \alpha = 40' 50' 08''$
 $H = 1418.181 (0.0000048)$
 $H = 88.20$

$Cota Acopiada = 1398.78$
 $\Delta 8$
 $PIEDRAS$

FORMULAS:

$$Z = Z_0 + (n \cdot m)$$

$$n = \frac{h_2}{D \text{ Sen } \theta}$$

$$m = \frac{h_1}{D \text{ Sen } \theta}$$

$$Am = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$H = D \text{ Tan } Am$$



ALTO
 $A_0 = 90^\circ 32' 15.3''$
 $Z_0 = 930.32 \pm 13.2$
 $Z_1 = 330.31 \pm 30.2$
 $A_1 = 90^\circ 31' 30.2''$

$n = \frac{1.00}{1260.972 \text{ Sen } \theta} = 182.79$
 $m = \frac{1.48}{1260.972 \text{ Sen } \theta} = 203.75$
 $n \cdot m = -42.5$

$$Am = -323' 12.0''$$

$H = 1260.972 \text{ Tan } -323' 12.0''$
 $H = 1260.972 (-0.001812)$
 $H = -77.87$



CERRO
 $A_0 = 80^\circ 16' 08.6''$
 $Z_0 = 38.16 \pm 09.6$
 $Z_1 = 90.15 \pm 39.3$
 $A_1 = 80^\circ 15' 39.3''$

$n = \frac{1.00}{1070.173 \text{ Sen } \theta} = 123.71$
 $m = \frac{1.89}{1070.173 \text{ Sen } \theta} = 192.74$
 $n \cdot m = -23.7$

$$Am = -52^\circ 18' 00.4''$$

$H = 1070.173 \text{ Tan } -52^\circ 18' 00.4''$
 $H = 1070.173 (-0.212221)$
 $H = -226.00$



ALTO
 $A_0 = 30^\circ 29' 40.0''$
 $Z_0 = 80.30 \pm 20.0$
 $Z_1 = 40.29 \pm 07.0$
 $A_1 = 30^\circ 30' 53.0''$

$n = \frac{1.00}{1260.972 \text{ Sen } \theta} = 182.79$
 $m = \frac{1.49}{1260.972 \text{ Sen } \theta} = 235.79$
 $n \cdot m = -13.0$

CERRO
 $A_0 = 1070.173 \text{ Sen } \theta$
 $D \text{ Sen } \theta = -77.87$
 $CERRO = 1260.972$



CERRO
 $A_0 = 80^\circ 13' 44.7''$
 $Z_0 = 30.43 \pm 15.2$
 $Z_1 = 80.43 \pm 20.2$
 $A_1 = 80^\circ 14' 38.2''$

$n = \frac{1.00}{1070.173 \text{ Sen } \theta} = 123.71$
 $m = \frac{1.44}{1070.173 \text{ Sen } \theta} = 178.73$
 $n \cdot m = -95.2$

CERRO
 $A_0 = 1260.972 \text{ Sen } \theta$
 $D \text{ Sen } \theta = -184.00$
 $CERRO = 1260.972$

$$CERRO \text{ Aplicado} = 1201.07$$

$\Delta 10$
 CERRO

m.s.n.m.

SIMBOLOS:

- A₀: Ángulo vertical observado.
- Z₀: Distancia entre alfileres.
- Z₁: Distancia entre alfileres.
- n: Ángulo escalar en vértice observado.
- m: Ángulo escalar en vértice observado.
- N: Altura del alfiler en vértice observado.
- D: Distancia horizontal entre 2 vértices.
- Sen¹⁰: Constante (0.0000048)
- Al: Ángulo vertical corrigido en vértice observado.
- Z: Ángulo vertical corrigido en vértice observado.
- Am: Ángulo vertical promedio.
- H: Distancia entre 2 vértices.

U. N. A. M.

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

NIVELACION

TRIGONOMETRICA

J. ERNESTO CORTES PEREZ

1983

FIGURA No. 49

FORMULAS:

$$Z = Z_0 + (n \cdot m)$$

$$n = \frac{h_s}{D \text{ Sen. } i''}$$

$$m = \frac{h_v}{D \text{ Sen. } i''}$$

$$Am = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$H = D \text{ Tan } Am$$



ALTO
9 Δ

ALTO
7 Δ

ALTO
7 Δ

FALDA
9 Δ

ALTO
7 Δ

FALDA
9 Δ

ALTO
7 Δ

FALDA
9 Δ

Am = 1.255' 44.2

COTA Δ 7 = 1375.88
Densel = 218.81
COTA Δ 9 = 1021.32



FALDA
9 Δ

CERRO
10 Δ

FALDA
9 Δ

CERRO
10 Δ

FALDA
9 Δ

CERRO
10 Δ

FALDA
9 Δ

CERRO
10 Δ

Am = 5' 30' 00.0

COTA Δ 10 = 1201.87
Densel = 188.28
COTA Δ 9 = 1481.84

Cota Acopada = 1041.32



ALTO
7 Δ

FALDA
9 Δ

ALTO
7 Δ

FALDA
9 Δ

ALTO
7 Δ

FALDA
9 Δ

ALTO
7 Δ

FALDA
9 Δ

COTA Δ 7 = 1037.879 Sen1
Densel = 1037.879 Sen1
n = 1.00



CERRO
10 Δ

FALDA
9 Δ

CERRO
10 Δ

FALDA
9 Δ

CERRO
10 Δ

FALDA
9 Δ

CERRO
10 Δ

FALDA
9 Δ

COTA Δ 10 = 1588.088 Tan = 0° 10' 59"

Densel = 1588.088 (C.P. 0.0000002)

COTA Δ 9 = 1800.000

SIMBOLOS:

- As: Angulo vertical observado.
- Z: Diferencia entre verticales.
- Z₀: Diferencia entre verticales.
- n: Angulo vertical observado.
- m: Diferencia entre verticales.
- h_s: Altura de objeto en vertice observado.
- h_v: Altura de objeto en vertice observado.
- D: Distancia horizontal entre 2 vertices.
- Sen i'': Seno de (i'') (0.00000048)
- Am: Angulo vertical observado en vertice estacion.
- H: Angulo vertical observado en vertice observado.
- Am: Angulo vertical observado.
- H: Distancia entre 2 vertices.

U. N. A. M.

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

NIVELACION

TRIGONOMETRICA

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988

FIGURA No. 00

FORMULAS:

$$Z_v = Z_0 + (n \cdot m)$$

$$n = \frac{h_2}{D \text{ Sen } \theta}$$

$$m = \frac{h_1}{D \text{ Sen } \theta}$$

$$Am = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$H = D \text{ Tan } Am$$

SIMBOLOS:

- Am: Angulo vertical observado.
- Z_v: Distancia cenital corregida.
- Z₀: Distancia cenital observada.
- n: Ángulo escalar en vértices observados.
- m: Ángulo escalar en vértices observados.
- h₁: Altura de observador en vértices observados.
- h₂: Altura de observador en vértices observados.
- D: Distancia horizontal entre 2 vértices.
- Sen θ: Constante (0.00000448)
- Am: Ángulo vertical corregido en vértices observados.
- Am₀: Ángulo vertical observado en vértices observados.
- H: Distancia entre 2 vértices.



Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

$$Am = \pm 40^{\circ} 43' 19.3''$$

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03



Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

$$Am = \pm 40^{\circ} 43' 19.3''$$

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03



Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

$$Am = \pm 40^{\circ} 43' 19.3''$$

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03



Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

$$Am = \pm 40^{\circ} 43' 19.3''$$

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

Am: $\pm 40^{\circ} 43' 19.3''$
 H: $1.802.884 \text{ Tan } 40^{\circ} 43' 19.3''$
 M: $1.802.884 \text{ (0.01881)}$
 N: ± 16.03

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
 NIVELACION
 TRIGONOMETRICA

J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1999
 FIGURA No. 09

FORMULAS:

$$Z = Z_0 + (n \cdot m)$$

$$n = \frac{h_2}{D \cdot \text{Sen } \alpha}$$

$$m = \frac{h_1}{D \cdot \text{Sen } \alpha}$$

$$\text{Am} = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$H = D \cdot \text{Tan } \alpha$$

SIMBOLOS:

- A₁ = Angulo vertical observado.
- Z₀ = Diferencia de alturas.
- n = Distancia vertical observada.
- m = Angulo vertical en vertice observado.
- h₁ = Altura de aparato en vertice observado.
- h₂ = Altura de objeto en vertice observado.
- D = Distancia horizontal entre 2 vertices.
- Sen² = Constante (0.000048)
- A₂ = Angulo vertical observado en vertice estacion.
- A₃ = Angulo vertical observado en vertice observado.
- Am = Angulo vertical promedio.
- H = Diferencia entre 2 vertices.

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
NIVELACION
TRIGONOMETRICA

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988
FIGURA No. 40



$A_1 = 0^\circ 31' 37.8''$
 $Z_0 = 30' 31' 37.8''$
 $Z_1 = 90' 31' 14.1''$
 $A_2 = 0^\circ 31' 14.1''$
 $n = \frac{1.00}{1793.899 \text{ Sen } \alpha} = 115.0''$
 $m = \frac{1.808}{1793.899 \text{ Sen } \alpha} = 138.7''$
 $n \cdot m = 161.7''$

$$\text{Am} = 0^\circ 30' 49.2''$$

$H = 1793.899 \text{ Tan } 0^\circ 30' 49.2''$
 $H = 1293.899 (0.538893)$
 $H = 1293.899$



$A_1 = 0^\circ 34' 19.4''$
 $Z_0 = 25' 25' 45.8''$
 $Z_1 = 84' 25' 18.8''$
 $A_2 = 0^\circ 34' 41.4''$
 $n = \frac{1.00}{1639.087 \text{ Sen } \alpha} = 189.7''$
 $m = \frac{1.808}{1639.087 \text{ Sen } \alpha} = 181.7''$
 $n \cdot m = 345.0''$

$$\text{Am} = 0^\circ 38' 01.5''$$

$H = 1639.087 \text{ Tan } 0^\circ 38' 01.5''$
 $H = 1248.087 (0.761725)$
 $H = 1248.087$



$A_1 = 0^\circ 29' 55.0''$
 $Z_0 = 35' 30' 08.0''$
 $Z_1 = 89' 29' 34.7''$
 $A_2 = 0^\circ 30' 25.6''$
 $n = \frac{1.00}{1793.899 \text{ Sen } \alpha} = 115.0''$
 $m = \frac{1.808}{1793.899 \text{ Sen } \alpha} = 148.7''$
 $n \cdot m = 170.0''$

$Cat \Delta 9 = 1041.33$ FALDA
 $Demivel = 218.09$
 $Cat \Delta 19 = 1037.34$ RESBALOSO



$A_1 = 0^\circ 30' 57.7''$
 $Z_0 = 30' 30' 57.7''$
 $Z_1 = 80' 30' 28.7''$
 $A_2 = 0^\circ 30' 28.7''$
 $n = \frac{1.00}{1639.087 \text{ Sen } \alpha} = 189.7''$
 $m = \frac{1.808}{1639.087 \text{ Sen } \alpha} = 187.9''$
 $n \cdot m = 355.1''$

$Cat \Delta 18 = 1212.71$ FALDA
 $Demivel = 189.39$
 $Cat \Delta 19 = 1037.39$ RESBALOSO

$$\text{Con Amplios} = 1097.49 \text{ m.s.n.m.}$$

RESBALOSO

FORMULAS:

$$Z_v = Z_v + (a - m)$$

$$n = \frac{M}{D \text{ Sen } 1''}$$

$$m = \frac{N}{D \text{ Sen } 1''}$$

$$Am = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$H = D \text{ Tan } Am$$

SIMBOLOS:

- Am = Angulo vertical observado.
- Zv = Distancia central corregida.
- n = Distancia central observado.
- m = Angulo vertical observado.
- M = Distancia central observado.
- N = Altura de objeto en vértice observado.
- NE = Altura de objeto en vértice observado.
- D = Distancia horizontal entre 2 centros.
- Sen 1" = Constante (0.0000048)
- A1 = Angulo vertical corregido en vértice observado.
- A2 = Angulo vertical corregido en vértice observado.
- Am = Distancia central observado.
- M = Distancia entre 2 vértices.



RESBALOSO
15 Δ

$A_1 = +0^\circ 57' 35''$
 $Z_v = 330.02' 24.5$
 $Z_v = 330.01' 50.7$
 $A_2 = +0^\circ 56' 02.3$

$n = 1.00$
 $m = 1260.279 \text{ Sen } 1''$
 $m = 1.206$
 $n - m = -33.5$

$$Am = +0^\circ 56' 40.0$$

$H = 1260.279 \text{ Tan } 0^\circ 56' 40.0$
 $H = 1000.879 (0.076027)$
 $M = 31.89$



SOLITO
16 Δ

$A_1 = +4^\circ 18' 06.2$
 $Z_v = 253.41' 53.8$
 $Z_v = 253.41' 17.8$
 $A_2 = +4^\circ 18' 42.8$

$n = 1.00$
 $m = 1834.980 \text{ Sen } 1''$
 $m = 1.22$
 $n - m = -36.0$

$$Am = -4^\circ 19' 08.1$$

$H = 1834.980 \text{ Tan } -4^\circ 19' 08.1$
 $H = 1335.980 (-0.95332)$
 $M = -138.88$



RESBALOSO
18 Δ

$A_1 = -1^\circ 00' 02.6$
 $Z_v = 317.00' 02.6$
 $Z_v = 316.99' 10.7$
 $A_2 = -0^\circ 58' 10.7$

$n = 1.00$
 $m = 1260.279 \text{ Sen } 1''$
 $m = 1.32$
 $n - m = -22.1$

RESBALOSO
18 Δ

$Cat\Delta 18 = 1022.35$
 $Dist\text{encl } 1 = 21.62$
 $Cat\Delta 14 = 1078.19$



SOLITO
18 Δ

$A_1 = -4^\circ 20' 02.6$
 $Z_v = 327.80' 02.6$
 $Z_v = 327.79' 34.7$
 $A_2 = -4^\circ 19' 24.1$

$n = 1.00$
 $m = 1834.980 \text{ Sen } 1''$
 $m = 1.22$
 $n - m = -22.7$

$Cat\Delta 18 = 1217.71$
 $Dist\text{encl } 1 = 136.88$
 $Cat\Delta 14 = 1078.19$

$Cat\Delta \text{ Aceptada} = 1078.13$
 $\Delta 14$
 SOLITO
 M. S. R. M.

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 NIVELACION
 TRIGONOMETRICA
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1989 FIGURA No 47

FORMULAS:

$$Z = Z_0 + (s - m)$$

$$h = \frac{ht}{D \text{ Sen } \theta}$$

$$m = \frac{h}{D \text{ Sen } \theta}$$

$$Am = \frac{A + As}{2}$$

$$M = D \text{ Tan } \theta$$



$Am = \frac{10 + 16}{2} = 13$
 $M = 10 \text{ Tan } \theta = 10 \text{ Tan } 10^\circ 04' 33.2''$
 $Z = 10 - 10 \text{ Tan } 10^\circ 04' 33.2'' = 1.48$
 $h = \frac{10 \text{ Sen } 10^\circ 04' 33.2''}{\text{Sen } 10^\circ 04' 33.2''} = 10$

$a = \frac{1.00}{1797.022 \text{ Sen } 1^\circ 14' 7''} = 106.71$
 $m = \frac{1.00}{1797.022 \text{ Sen } 1^\circ 18' 7''} = 118.7$
 $s - m = 7.6$

$$Am = \frac{10 + 16}{2} = 13$$

$M = 10 \text{ Tan } 10^\circ 04' 33.2'' = 17.97$
 $Z = 10 - 17.97 = -7.97$
 $h = \frac{10 \text{ Sen } 10^\circ 04' 33.2''}{\text{Sen } 10^\circ 04' 33.2''} = 10$

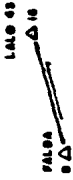


$Am = \frac{10 + 16}{2} = 13$
 $M = 10 \text{ Tan } \theta = 10 \text{ Tan } 11^\circ 4' 7''$
 $Z = 10 - 10 \text{ Tan } 11^\circ 4' 7'' = 1.48$
 $h = \frac{10 \text{ Sen } 11^\circ 4' 7''}{\text{Sen } 11^\circ 4' 7''} = 10$

$a = \frac{1.00}{1797.022 \text{ Sen } 1^\circ 14' 7''} = 114.7$
 $m = \frac{1.00}{1797.022 \text{ Sen } 1^\circ 18' 7''} = 131.7$
 $s - m = 17.0$

$$Am = \frac{10 + 16}{2} = 13$$

$M = 10 \text{ Tan } 10^\circ 04' 33.2'' = 17.97$
 $Z = 10 - 17.97 = -7.97$
 $h = \frac{10 \text{ Sen } 10^\circ 04' 33.2''}{\text{Sen } 10^\circ 04' 33.2''} = 10$



$Am = \frac{16 + 10}{2} = 13$
 $M = 16 \text{ Tan } \theta = 16 \text{ Tan } 10^\circ 04' 33.2''$
 $Z = 16 - 16 \text{ Tan } 10^\circ 04' 33.2'' = 1.48$
 $h = \frac{16 \text{ Sen } 10^\circ 04' 33.2''}{\text{Sen } 10^\circ 04' 33.2''} = 16$

$a = \frac{1.00}{1797.022 \text{ Sen } 1^\circ 14' 7''} = 106.71$
 $m = \frac{1.00}{1797.022 \text{ Sen } 1^\circ 18' 7''} = 118.7$
 $s - m = 7.6$

$M = 16 \text{ Tan } 10^\circ 04' 33.2'' = 28.96$
 $Z = 16 - 28.96 = -12.96$
 $h = \frac{16 \text{ Sen } 10^\circ 04' 33.2''}{\text{Sen } 10^\circ 04' 33.2''} = 16$



$Am = \frac{16 + 10}{2} = 13$
 $M = 16 \text{ Tan } \theta = 16 \text{ Tan } 11^\circ 4' 7''$
 $Z = 16 - 16 \text{ Tan } 11^\circ 4' 7'' = 1.48$
 $h = \frac{16 \text{ Sen } 11^\circ 4' 7''}{\text{Sen } 11^\circ 4' 7''} = 16$

$a = \frac{1.00}{1797.022 \text{ Sen } 1^\circ 14' 7''} = 114.7$
 $m = \frac{1.00}{1797.022 \text{ Sen } 1^\circ 18' 7''} = 131.7$
 $s - m = 17.0$

$M = 16 \text{ Tan } 10^\circ 04' 33.2'' = 28.96$
 $Z = 16 - 28.96 = -12.96$
 $h = \frac{16 \text{ Sen } 10^\circ 04' 33.2''}{\text{Sen } 10^\circ 04' 33.2''} = 16$

$Cote \text{ hipotenusa} = 49.00$
 $\Delta 16$
 $LADO 49$

SIMBOLOS:

- As = Angulo vertical observado.
- Z = Diferencia nivel observado.
- s = Diferencia nivel observado.
- m = Angulo vertical en vertice observado.
- h = Altura de estación en vertice observado.
- h = Altura de objeto en vertice observado.
- D = Diferencia horizontal entre 2 vertices.
- Sen θ 's Constante (0.0000048)
- Am = Angulo vertical corregido en vertice estacion.
- M = Angulo vertical corregido en vertice observado.
- Am = Diferencia entre 2 vertices.

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 NIVELACION
 TRIGONOMETRICA
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No. 49

III. COMPROBACION DE LA TRIANGULACION

a). Medición de la Línea de Cierre

La línea base de comprobación se localiza en la parte Oeste del área y corresponde a el lado de un polígono con punto central, su longitud es de 1268.273 m y se determinó por medio de un Teodolito provisto de un distanciómetro electrónico, cuyo principio básico es el cálculo de la distancia en función de la velocidad de la onda emitida, reflejada en una mira (prismas) y registrada nuevamente en el emisor. El Cálculo se efectúa a base de la relación existente entre la distancia por conocer y la longitud de la onda transmitida que se conoce.

Se hicieron dos mediciones de base, siendo el valor antes citado el promedio de ambas mediciones.

PROCEDIMIENTO

Se centró en el vértice 14 y se vió el vértice 13; en el vértice 13 se colocaron los prismas (3) y se tomó la altura del piso al centro de los prismas.

En la estación se midió la altura del vértice al eje de alturas del distanciómetro, una vez tomadas se midió la señal y viendo que estaba bien, se procedió a medir; el instrumento da distancias inclinadas, pero al introducir la distancia cenital reduce la distancia y la convierte en horizontal, además da el desnivel entre ambos.

Se hicieron 10 series en cada vértice y se tomó el promedio de ambas, siendo este valor de 1,268.273 m.

COMPROBACION LINEAL

En el lado 13-14 se hizo otra medición por medio de una poligonal, hecha con Estadía Invar y Teodolito de 1" (Wild T-2).

b). Poligonal entre dos vértices: Esta comprobación consistió en una poligonal cerrada entre los vértices 13 y 14 , siendo los resultados los siguientes: Ver cálculo en la figura 55.

Los resultados son buenos, si tomamos en cuenta que la Estadía Invar da mejor precisión en cuanto mas cortos son los tramos medidos, en esta poligonal se confirma al ver que uno de los lados medidos en el de ida se tomaron distancias mas largas y por esa razón bajó la precisión; por el contrario en el lado medido de vuelta se tomaron tramos mas cortos teniendo como resultado el aumento de la precisión, la comparación se hizo con la medida obtenida con el distanciómetro.

La precisión que se logró en la poligonal está dentro de la tolerancia de una poligonal de tercer orden, siendo de 1/5874, está por debajo de la medida hecha con distanciómetro pero como medida comparativa es aceptable.

Resultados obtenidos en el lado de comprobación, "13 - 14":

Longitud obtenida por cálculo de triangulación ----- 1,268.279 m.

Longitud obtenida por distanciómetro ----- 1,268.273 m.

Longitud obtenida por cálculo de poligonal:

IDA - Lado 13-14 ----- 1,267.844 m.

VUELTA - Lado 14-13 ----- 1,268.256 m.

Promedio ----- 1,268.050 m.

IV.- TRIANGULACION SECUNDARIA

a). Metodología

Una vez obtenidas las coordenadas de los vértices de la triangulación en El Rincón, se buscaron puntos de control topográfico (P.C.T.) en el área de interés por medio de intersecciones de ángulos, se calcularon rumbos, distancias y elevación de los puntos de control topográfico; así como sus coordenadas, ver fig. 50-54

b). Mediciones de Angulos en Poligonales

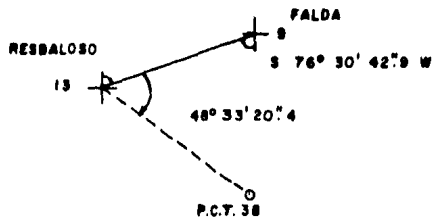
Las poligonales que se hicieron para comprobación de base y comprobación de puntos de control topográfico por intersección de visuales, se hicieron por "EL METODO DE CONSERVACION DE AZIMUT", que es ventajoso por: La rapidez y seguridad que proporciona, puesto que los azimut del levantamiento se va comprobando con lecturas de brújula de graduación azimutal.

Asimismo el cierre angular de una poligonal se determina en el propio terreno al obtener por segunda vez el azimut del primer lado, cuyo valor comprobado con el obtenido del levantamiento, no debe acusar una diferencia mayor a la tolerancia de acuerdo con el método y equipo utilizado.

Otra ventaja es durante el trazo de la poligonal se pueden situar gran número de detalles desde cualquier estación e inclusive localizarlos gráficamente en un plano y controlar así el itinerario y desarrollo de la poligonal.

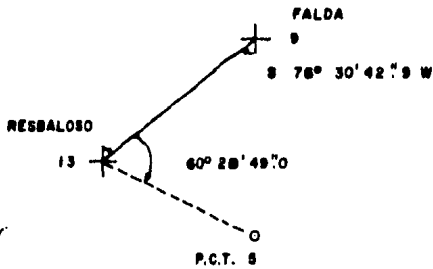
c). Cálculo de Poligonales

La figura 55 muestra el formato de cálculo de una poligonal desarrollada con un Teodolito Wild T-2 de 1" de aproximación en lectura angular

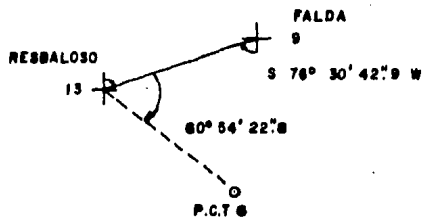


AZIMUT

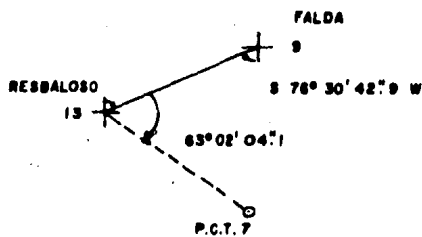
RESBALOSO - P.C.T. 38 = 125° 04' 03.3



RESBALOSO - P.C.T. 5 = 136° 59' 31.9



RESBALOSO - P.C.T. 6 = 137° 25' 08.7



RESBALOSO - P.C.T. 7 = 139° 32' 47.0

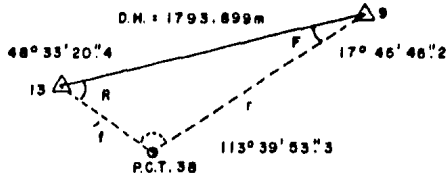
U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

CALCULO DE RUMBOS
POR INTERSECCION
DE VISUALES

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1989

FIGURA No 50



$$\frac{r}{\text{Sen } R} = \frac{1793.899}{\text{Sen } 38}$$

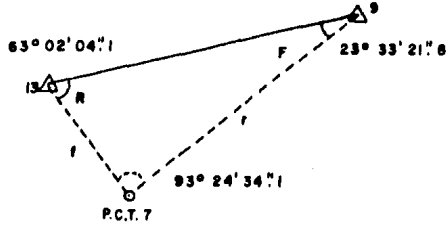
$$r = \frac{1793.899 \text{ Sen } R}{\text{Sen } 38}$$

$$r = 1468.164 \text{ m}$$

$$\frac{f}{\text{Sen } F} = \frac{1793.899}{\text{Sen } 38}$$

$$f = \frac{1793.899 \text{ Sen } F}{\text{Sen } 38}$$

$$f = 598.087 \text{ m}$$



$$\frac{r}{\text{Sen } R} = \frac{1793.899}{\text{Sen } 7}$$

$$r = \frac{1793.899 \text{ Sen } R}{\text{Sen } 7}$$

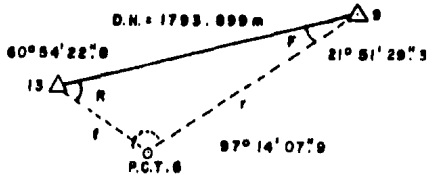
$$r = 1601.701 \text{ m}$$

$$\frac{f}{\text{Sen } F} = \frac{1793.899}{\text{Sen } 7}$$

$$f = \frac{1793.899 \text{ Sen } F}{\text{Sen } 7}$$

$$f = 718.196 \text{ m}$$

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE DISTANCIAS
 DE PUNTOS
 INTERSECTADOS
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988 FIGURA No. 51



$$\frac{r}{\text{Sen } R} = \frac{1793.899}{\text{Sen } 6}$$

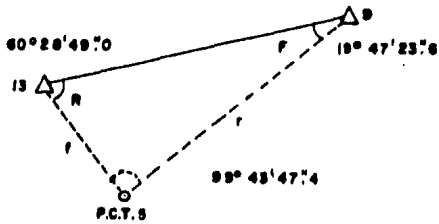
$$r = \frac{1793.899 \text{ Sen } R}{\text{Sen } 6}$$

$$r = 1880.138 \text{ m}$$

$$\frac{f}{\text{Sen } F} = \frac{1793.899}{\text{Sen } 6}$$

$$f = \frac{1793.899 \text{ Sen } F}{\text{Sen } 6}$$

$$f = 673.248 \text{ m}$$



$$\frac{r}{\text{Sen } R} = \frac{1793.899}{\text{Sen } 5}$$

$$r = \frac{1793.899}{\text{Sen } 5}$$

$$r = 1883.808 \text{ m}$$

$$\frac{f}{\text{Sen } F} = \frac{1793.899}{\text{Sen } 5}$$

$$f = \frac{1793.899 \text{ Sen } F}{\text{Sen } 5}$$

$$f = 616.228 \text{ m}$$

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

CALCULO DE DISTANCIAS
DE PUNTOS
INTERSECTADOS

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988 FIGURA No 22

LADO	VERT.	Ten	VERT.	DIST. HOR.	DESNIVEL	ABA	A 5	P.C.T.	COTA OBS.	P.C.T.	COTA PROM.
RESB.								$\Delta 13$	1057.45		
RESB - 38	- 14° 25' 27" S	- 0.25721		598.07	- 193.83	1.207	1.00	38	903.83		903.60
RESB - 5	- 14° 03' 11" S	- 0.25031		616.23	- 194.26	1.207	1.00	5	903.41		903.32
RESB - 6	- 12° 31' 12" S	- 0.22206		673.23	- 149.50	1.207	1.00	6	908.16		908.10
RESB - 7	- 10° 28' 07" S	- 0.18477		718.20	- 132.70	1.207	1.00	7	924.96		924.66
FALD - 38	- 5° 21' 44" S	- 0.09387		1488.16	- 137.81	1.215	1.00	38	903.76		
FALD - 5	- 4° 59' 29" S	- 0.08754		1583.61	- 138.33	1.215	1.00	5	903.23		
FALD - 6	- 4° 49' 46" S	- 0.08450		1580.14	- 133.32	1.215	1.00	6	908.04		
FALD - 7	- 4° 10' 05" S	- 0.07280		1601.70	- 116.76	1.215	1.00	7	924.60		

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CALCULO DE ELEVACION
 DE P.C.T. POR
 INTERSECCION.
 J. ERNESTO CORTES PEREZ
 1988
 FIGURA No 83

y distancias medidas con Estadía Invar Wild.

Como se puede observar el cierre angular es magnífico y la precisión lineal aceptable. En este levantamiento desarrollado en terreno abrupto, el promedio de avance lineal es de 1,500 m, obteniéndose además los datos para la nivelación trigonométrica de las estaciones de poligonal.

Se calculó la distancia entre vértice y puntos de control por medio de la ley de los senos: $\frac{a}{\text{Sen A}}$ $\frac{b}{\text{Sen B}}$ y el desnivel entre ambos por la

fórmula $D_v = D_h \tan \alpha$ $D_v =$ Distancia vertical (Desnivel)

$D_h =$ Distancia horizontal

$\alpha =$ Altura

Una vez obtenida la distancia horizontal, se calcularon los rumbos a los puntos de control, se calcularon las proyecciones y coordenadas de los puntos de control.

B). COMPROBACION POR POLIGONAL

Ya teniendo las coordenadas y las elevaciones de los puntos de control topográfico, se hizo una poligonal de comprobación. Fig. 56

Partiendo del P.C.T. 7 y ubicando otros puntos de control topográfico, se llegó a el vértice 12 (Mina) con un recorrido de 1,037.97 m y la preci-

sión $\frac{1}{8,063.499}$.

LADO	DIRECCION	DISTANCIA	COSENO	SENO	NORTE	SUR	ESTE	OESTE	Y	X
PCT 7									3016.138	3644.042
PCT 8	S 37° 45' 20" E	97.32	0.89328	0.44997		86.160	48.281		3727.976	3689.222
PCT 9	S 16° 30' 31" E	96.41	0.967871	0.252217		93.893	24.516		3634.683	3713.609
PCT 10	S 3° 21' 33" E	108.09	0.99282	0.058997		107.904	6.334		3826.779	3719.943
PCT 11	S 38° 48' 37" E	87.76	0.800971	0.598703		46.854	34.931		3490.818	3784.824
PCT 12	S 36° 06' 02" E	187.80	0.807984	0.589204		136.937	98.691		3348.176	3683.816
PCT 13	S 74° 48' 01" E	810.89	0.263401	0.964887		134.379	492.901		3210.902	4348.118
									57 ± 0.089	5 ± 0.093

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

POLIGONAL DE COMPROBACION DE P.C.T. INTERSECCION A VERTICE

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1988
FIGURA No. 08

El equipo empleado para la medición de la poligonal de comprobación fue de:

1 Teodolito Wild T-2	1 Mira Invar Wild
1 Cinta	1 Brújula
1 Baliza	1 Sombrilla
1 Libreta de registro	1 Bandera
Machete	Plano de la región
Botiquín	

PERSONAL

2 Ayudante general	1 Aparatero
--------------------	-------------

Ubicación y rutas de acceso a los vértices de la "Triangulación El Rincón", ubicada en el Municipio de Tepache, Edo. de Sonora.

VERTICE "BUENA VISTA"

Ubicación: En la cumbre del cerro de Buena Vista. Ruta de acceso partiendo del mineral de Lampazos, se sigue hacia el Noroeste por la brecha que conduce al Pueblo de Tepache, Son. hasta llegar al entronque de la brecha que conduce a la mina La Palmera, siguiendo por esta última se llega hasta el Paraje denominado "Agua del Gavilán" después de un recorrido de 4 km, enseguida se continúa por la vereda que con rumbo poniente conduce al vértice en la cumbre del cerro Buena Vista. Después de un trayecto de hora y media, este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "ALISITOS"

Ubicación: En la cumbre del cerro de la "Palma Chueca". Ruta de acceso partiendo del mineral de Lampazos, se sigue rumbo al Sur por la brecha que conduce al puerto del Güico, de aquí se continúa con rumbo al Suroeste por la brecha que conduce al rancho La Palma Chueca hasta llegar al vértice localizado en la cumbre del cerro La Palma Chueca, haciéndose un recorrido de dos horas y media.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "ULTIMO"

Ubicación: En la cumbre del cerro que está al principio del arroyo la Haciendita.

Ruta de acceso: Partiendo del mineral de Lampazos, se sigue rumbo al Suroeste por una brecha que a 1-1/2 km lleva al puerto Nacatobari, se continúa por una vereda al Oeste que lleva al rancho El Cura y se continúa al Norte por la vereda que lleva al rancho El Cerro y a 3-1/2 km siguiendo esta vereda se llega al vértice, el recorrido total se hace en 3 horas.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "HACIENDITA"

Ubicación: En la cumbre del cerro La Haciendita.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón se sigue por el arroyo Palos Blancos con rumbo al Sureste que conduce a el rancho El Cerro,

con un recorrido de 2-1/2 km de el rancho El Cerro se continúa por una brecha que a 1 km conduce al puerto El Sauz, de aquí se sigue por una brecha que conduce hacia la cumbre del cerro La Haciendita, el recorrido total es de 2 horas y media; este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "EL CURA"

Ubicación: En la cumbre del cerro El Cura.

Ruta de Acceso: Partiendo del rancho El Rincón se sigue por el arroyo Palos Blancos con un rumbo al Sureste que conduce al rancho El Cerro, el recorrido es de 2-1/2 km. De el rancho El Cerro se continúa al Noroeste por una brecha que conduce al puerto El Sauz y de aquí se continúa por una brecha hacia la cumbre del cerro El Cura, el recorrido total es de 2-1/2 horas.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "EL ALTO"

Ubicación: En la cumbre del Cerro Alto.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón se sigue por el arroyo Palos Blancos con rumbo Sureste por 1 km, de ahí se sigue con rumbo Noreste por una brecha que conduce hacia la cumbre del cerro El Alto, el recorrido total es de 2-1/4 horas.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "PIEDRAS"

Ubicación: En la cumbre del cerro La Haciendita.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón, se sigue por el arroyo El Rincón con rumbo Noroeste por 1-1/2 km, después se continúa por una brecha al Sureste que conduce a la cumbre norte del cerro la Haciendita en un lugar denominado Piedras, el recorrido total es de 2 horas.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "FALDA"

Ubicación: En la falda Oeste del cerro La Haciendita.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón con rumbo Sureste sobre el arroyo Palos Blancos y a 1 km se llega a un paradero llamado Hechadero Palos Blancos, se continúa al Este por una brecha hasta llegar a la cumbre del cerro Falda; el recorrido total es de 2 horas.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "CERRO"

Ubicación: En la cumbre del cerro ó el cerro de Pelayo.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón se sigue rumbo al Sureste por el arroyo Palos Blancos que a 2 km conduce al Rancho El Cerro, de aquí se continúa con rumbo Sureste por una vereda que lleva a la cumbre del cerro; el recorrido total es de una hora y media.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "MINA"

Ubicación: En la cumbre del cerro La Mina.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón se sigue con rumbo al Sureste por el arroyo La Minita, por 1 km hasta llegar al vértice que se encuentra en la cumbre del cerro La Mina; el recorrido total es de 1 hora y cuarto.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "RESBALOSO"

Ubicación: En la cumbre del cerro Resbaloso ó el Rosario.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón se sigue con rumbo al Suroeste por una vereda que conduce a la cumbre del cerro resbaloso, con un recorrido de 1 km.

El recorrido total es de 3/4 de hora. Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "SOLITO"

Ubicación: En la cumbre del cerro Solito.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón se sigue con rumbo Suroeste por una vereda que a 1 km conduce al puerto Resbaloso, de aquí se continúa por una vereda que conduce al vértice que está en la cumbre

del cerro El Solito.

El recorrido total es de una hora y cuarto. Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "SAN ANTIOCO"

Ubicación: En la cumbre del Cerro San Antioco.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón se sigue con rumbo al Noroeste por el arroyo El Rincón y que a 1 km llega al pie del cerro, de aquí se sigue por una brecha hasta el vértice que está en la cumbre del cerro San Antioco.

El recorrido total es de una hora y cuarto. Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "LALO 43"

Ubicación: En la cumbre de la primera elevación Norte del cerro Haciendita en el lugar denominado Cerrito Lalo 43.

Ruta de acceso: Partiendo del rancho El Rincón con rumbo Noroeste sobre el arroyo El Rincón que a 1-1/2 km conduce al arroyo Las Tinajitas, y de aquí se continúa con rumbo Noroeste por una brecha hasta la cumbre del cerrito Lalo 43. El recorrido total es de 1 hora.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

VERTICE "LA PALMERA"

Ubicación: En la cumbre del cerro La Palmera.

Ruta de acceso: Partiendo del mineral de Lampazos, se sigue rumbo al Sur por una brecha que a 1-1/2 km conduce al puerto del Guico, de aquí se continúa con rumbo al Sureste por una vereda que conduce al vértice en la cumbre del cerro de la Palmera. El recorrido total es de hora y cuarto.

Este vértice está señalado en el terreno por medio de un bloque de concreto sepultado.

CONCLUSIONES

a). Precisión de la Triangulación:

Haciendo una poligonal cerrada por el perímetro de la triangulación, con las distancias y rumbos calculados, se tuvo un cierre angular de $0^{\circ} 00' 00''.0$ y un error lineal de 0.05 m; siendo la precisión de 1:373,557 quedando por encima de la precisión estimada.

El área que cubre la triangulación es de 1644.9 Has; el área se calculó por medio de un programa de dobles distancias meridianas, se comprobó por productos cruzados de coordenadas compenzadas y coordenadas sin compenzar, siendo el resultado obtenido por los dos diferentes datos.

El cierre medio triangular promedio fue de $5''.0$, el cual queda dentro de la especificación correspondiente que era de $8''$.

b) Síntesis de controles.

Comprobación Lineal: En el lado vértice 14-vértice 13, se hizo otra medición con un distanciómetro electrónico Wild para fines de comprobación, la precisión que da este instrumento es de 1:200000 quedando dentro de las especificaciones correspondientes, los resultados son los siguientes:

Longitud obtenida por:

Cálculo de triangulación -----	1,268.279 m
Longitud obtenida por distanciómetro-----	<u>1,268.273 m</u>
Diferencia-----	0.006 m

La precisión del cierre lineal es de:

$$\text{Precisión} = \frac{E_p}{M}; \frac{\text{Error probable}}{\text{Valor mas probable}} = \frac{0.006}{1268.273} = 0.0000047$$

$$P = \frac{1}{M} = \frac{1}{211378}$$

Ep

Que está dentro de las especificaciones.

Síntesis de controles.- Las coordenadas de los vértices y elevaciones - se pueden ver en la Fig. 57.

COSTO DEL TRABAJO

El costo del trabajo se repartió en cuatro grupos, siendo éstos:

Personal-----	\$ 50,000.00
Material-----	25,000.00
Comida -----	15,000.00
Tiempo Gabinete-----	15,000.00

Costo Total de la Triangulación.	\$105,000.00
-------------------------------------	--------------

UTILIDAD PRACTICA DEL MISMO

La triangulación desarrollada tendrá un uso importante para propagación de control topográfico a el área intermedia, por medio de poligonales de tercer orden.

En la actualidad se están desarrollando poligonales cerradas, estableciendo puntos de control topográfico, los cuales son un apoyo para los levantamientos geológicos, geofísicos y fotogramétricos.

El trabajo desarrollado, hace ver que las triangulaciones topográficas son de gran ayuda para cubrir un área extensa, cuando sólo se cuenta

con un Teodolito Wild T-2 y el material para construir monumentos, que son de gran ayuda para futuros levantamientos.

Los resultados obtenidos al término de este trabajo, hacen ver que el método de trabajo seguido en campo como en gabinete dan buenos resultados.

VERTICE NUMERO	DENOMINACION	COORDENADAS		ELEVACION M. S. N. M.
		Y	X	
1	BUENAVISTA	6687-188	6689-342	1294-02
2	ALISITOS	4232-083	9779-118	1195-49
3	ULTIMO	4958-130	7812-143	1066-89
4	HACIENDITA	5298-893	6353-621	1467-55
5	CURA	3935-354	7191-665	1365-66
7	ALTO	4516-448	5926-372	1279-86
8	PIEDRAS	5786-706	5300-268	1398-78
9	FALDA	4779-051	4922-472	1041-35
10	CERRO	3281-118	8849-522	1201-87
12	MINA	3210-891	4346-209	1217-71
13	RESBALOSO	4380-637	3179-051	1057-45
14	SOLITO	3280-737	2512-959	1079-13
15	SAN ANTIOCO	5155-872	2070-085	886-07
16	LALO 43	6178-115	3546-390	935-60

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

COORDENADAS Y
ELEVACION DE
VERTICES.

J. ERNESTO CORTES PEREZ
1986