

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

Tesis Profesional que para obtener el título de
INGENIERO TOPOGRAFO E HIDROGRAFO
presenta el pasante:

ILDEFONSO C. FRANCO TALANCON

Mexico- 1946

TG90012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A la memoria de mi padre.

A mi madre

A mis hermanos y tíos.

A mis primos

14

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS
Dirección
Núm. 731-1288
Exp. Núm. 731/214.2/-

Al Pasante señor Ildefonso C. Franco T.
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el señor profesor ingeniero Emilio Zubaga, para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero TOPOGRAFO E HIDROGRAFO.

"Análisis y crítica de los procedimientos acostumbrados en la actualidad, para determinar la posición geográfica y topográfica de los llamados "Puntos de Partida" (P.P.) y "Mojoneras de Localización" (M.L) según la Ley Minera vigente.

Procedimientos que a juicio del sustentante sean mas convenientes de adoptar para el mencionado fin, - describiendo con detalle la forma de realizarlos, tanto en lo que toca a las labores de campo como a las de gabinete".

Ruego a usted que tome nota del contenido de la Circular que me permito enviarle adjunta al presente, con el fin de que cumpla con el requisito a que ella alude, indispensable para presentar su examen profesional.

Atentamente.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F., a 23 de julio de 1945.

EL DIRECTOR

Ing. Pedro Martínez Tornel.

Circular anexa

PMT.TB.mr.

I.-- ANTECEDENTES

Este trabajo que pongo a la consideración de los señores jurados constituye un ensayo para determinar la posición geográfica y topográfica de los llamados puntos de partida (P. P.) y mojoneras de localización (M.L.) según la Ley Minera vigente. En él he creído conveniente abordar primero la parte relacionada con el análisis y crítica de los procedimientos acostumbrados en la actualidad, para en seguida proponer los que a juicio del suscrito son más convenientes de adoptar para el mencionado fin, describiendo con detalle la forma de realizarlos, tanto en lo que toca a las labores del campo, como a las de gabinete.

La Ley Minera en vigor exige únicamente la fijación de los puntos de partida topográficamente, ya que pide -- que desde él se dirijan visuales a puntos bien conocidos o --- accidentes topográficos notables del terreno, dando el rumbo -- astronómico de los mismos,

El perito tiene la obligación de localizar el -- (P.P.) (Punto origen de la medidas) en el terreno, que en el -- caso de Cateo será un pozo o cata sobre la veta y en el de ex-plotación puede ser también una cata o algo permanente, nota-- ble y fácilmente identificable, que coincidirá con la descrip-- ción que de él se hizo en la solicitud, o bien la Mojonera de Localización, una mojonera es ruina o el P.P. de algún lote --- existente, pero como antes he dicho, al dirigir visuales el pe-- rito a puntos bien conocidos del terreno, lo fija únicamente -- topográficamente, también queda fijado en igual forma, cuando-- lo liga a rumbo y distancia a los puntos de partida de los lo-- tes colindantes. La Mojonera de Localización que es un monumen-- to no menor de un metro, de sección rectangular mínima de 60cm por lado, que lleva empertrado sin sobresalir de ella un tubo-- de fierro de 0.254 mts. de diámetro, con la parte superior ho-- rizontal, a fin de poder colocar sobre ella un teodolito, gra-- bándosele el nombre y número de registro de la solicitud co--- rrespondiente; esta (M.L) tiene por objeto el que al emplearse la cata por trabajos mineros que se efectúen no se pierda el -- lugar preciso del punto de partida, y es construida en un lu-- gar visible a una distancia no mayor de 20 metros del (P.P.), -- tanto en los casos de cateo como de explotación es ligada a -- rumbo y distancia con el punto de partida, quedando por lo tan-- to fijada topográficamente.

Actualmente la Secretaría de la Economía Nacional, exige a los Agentes de Minería que a fin de llevar al día los juegos de planos regionales de su jurisdicción, ligue los lotes entre sí con los datos que aporten los peritos y los que se puedan allegar en las oficinas del Departamento Agrario, Caminos e Irrigación, que existen en la Oficina, y en caso de no poder obtener de estas fuentes los datos, los tomará en el campo aunque sea por métodos de Topografía Expositiva, procurará también ligar los puntos de partida con accidentes notables del terreno, por medio de tres vértices, pequeñas triangulaciones o caminamientos, pero tampoco exige la determinación geográfica de los P.P. y M.L.

En lo que se refiere a los procedimientos acostumbrados hasta la fecha, para fijar topográficamente los puntos de partida y por lo tanto las mojeneras de localización, considero que son bastante eficaces, sobre todo si a los peritos se les exige que ligen los P.P. de los Fundos Mineros a triangulaciones que existan en la región; actualmente hay una vasta red de triangulaciones en la mayoría de los Estados de la República que ha levantado la Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología, dependientes de la Sria. de Agricultura y Fomento;-- en caso de que los vértices queden muy alejados de los fundos-mineros, los Agentes de Minería estarán en condiciones de apoyar en ellos triangulaciones de tercer orden.

Los procedimientos acostumbrados hasta la fecha, para fijar los Puntos de Partida y Mojeneras de Localización dejan un hueco, al no determinarse la latitud y longitud de los mismos, fácilmente se comprende que con estos datos las regiones mineras se podrían hacer figurar con la debida corrección en las cartas geográficas que en los Estados de la República está levantando la ya citada Dirección de Geografía.

Esto se lograría si además de pedir las visuales y ligas que la ley minera ordena, a fin de determinar su posición geográfica se pidiera la determinación de la latitud y longitud de los P.P. y M.L.. Indudablemente que para evitar errores de localización e invasiones son más efectivos los procedimientos topográficos exigidos, ya que la discrepancia de un minuto de arco en la obtención de la longitud o latitud, equivale a 1800 mts. en el terreno, pero como digo, si a más de lo ya exigido se pidieran los datos de latitud y longitud, se tendría una localización más perfecta de los fundos mineros en el terreno y los datos necesarios para hacerlos figurar en la Carta Geográfica de la República, en las cartas regionales que se llevan en la sección de Cartografía de la Dirección General de Minas y Petróleo. Su correcta situación geográfica sería de gran venta-

ja para el trámite de los denuncios, sobre todo cuando estos son de origen de grupo, pues cuando forman parte de grupos ya conocidos figurando por lo tanto en las cartas regionales, aun tratándose de un nuevo lote, no daría origen a superposición-- con los ya existentes, ya que con las ligas exigidas se vería esto antes de llegar a la titulación, por lo tanto o sería desechado se harían respetar las invasiones, según lo que se deduzca del estudio efectuado, pero tratándose de solicitudes de fundos origen de grupo si se daría el caso, ya que al aumentar el grupo por denuncios posteriores llegaría no solo a acercarse demasiado a otros sino aún a invadir alguno de los fundos.

El cumplimiento de este requisito no crearía ningún problema de orden técnico, pero si de orden económico, y vale la pena estudiarlo tomando en cuenta las ventajas que reporta. A mi entender, la solución consistiría en que cuando se tratara de denuncia de lote origen de grupo, el Agente de Minería a que corresponda dicho denuncia determine la longitud y latitud del Punto de Partida y Mojenera de Localización, a fin de evitar un costo elevado en los trabajos periciales, pues en muchos casos el denunciante estaría imposibilitado de hacer un desembolso como el que este caso requeriría, ya que necesariamente las operaciones de campo que el perito tendría que ejecutar serían más laboriosas elevando esto sus honorarios. El Agente de Minería sería también el encargado de hacer los trabajos de campo cuando un grupo existente se encuentra muy retirado de algún vértice geodésico; pues ya fuese por una triangulación de 3er orden o por una poligonal, estaría en condiciones de fijar la posición geográfica del Punto de Partida del Fondo Minero origen del grupo, deduciéndole de la del vértice, exigiéndole a los peritos, que al efectuar los trabajos de campo, deduzcan la del P.P. y M.L. del lote que se les haya encomendado hacer los trabajos periciales, pues ligándolos con rumbo astronómico y distancia horizontal a las del lote origen de grupo está en condiciones de deducir las del Punto de Partida del fundo en cuestión, también este requisito se le podría exigir cuando el lote del cual está haciendo los trabajos periciales está cercano a algún vértice de triangulación, en esta forma sin un costo mayor al actual, el solicitante podría cumplir con este nuevo requisito y aportaría datos para que las regiones mineras figuren en la Carta Geográfica de la República.

En la parte final de la Tesis se tratará de la descripción en detalle de los procedimientos que a nuestro juicio sean más convenientes para determinar la posición Geográfica y Topográfica, tanto en lo que se refiere a las labores de campo como a las de gabinete. Comenzaré por la descripción de los métodos comunes, que como antes he dicho son eficaces nece

sitándose únicamente como complemento la determinación geográfica.

CARACTERISTICAS DE LAS CONCESIONES MINERAS

Habiendo hablado de lotes de "Cateo" y "Explotación", voy a tratar sus características antes de seguir el desarrollo de esta Tesis.

Las Concesiones de Cateo tienen como objeto primordial el descubrimiento de yacimientos minerales susceptibles de explotación y pueden contener únicamente terrenos que no hayan sido denunciados antes, son de indiscutible valor para los gambusinos, que en el caso concreto de nuestra República han contribuido en gran porcentaje al descubrimiento de yacimientos minerales. Según el artículo 20 de la Ley Minera, constan de nueve pertenencias, llamándose así a la unidad de concesión, y por ella se entiende un sólido de profundidad indefinida limitado en el terreno por cuatro planos verticales, correspondientes a un cuadrado horizontal de 100 metros de lado. Estas nueve hectáreas estarán comprendidas en un cuadro de 300x300 metros, y orientado de Norte a Sur y de Este a Oeste astronómicos, teniendo el punto de partida de las medidas (P.P.) en el centro. El punto de partida puede señalarse por una manifestación natural en la superficie, o bien por el centro de figura de una cata o pozo que con dimensiones mínimas de 1.20x1.20 por 2 metros se localice sobre un cuerpo de mineral. Se considerarán descontados del cuadro señalado aquellas partes que invadan pertenencias tituladas o amparadas por solicitud de concesión en trámite, así como las fracciones no contiguas a la que contenga el punto de partida de las medidas. Dichas concesiones tendrán una duración de dos años contados a partir de la fecha de la expedición del título respectivo y su señalamiento en el terreno se limitará a fijar el punto de partida y construir la mojonera de localización correspondiente, sin que sea obligatorio contruir las de deslinde .

Las concesiones de Explotación se pueden otorgar sobre terreno que haya estado comprendido en anterior concesión, sea de la misma índole o de cateo, podrá tener una superficie máxima de 100 pertenencias, excepto tratándose de carbones minerales en que podrá contener hasta mil y se otorgarán por tiempo indefinido, quedando autorizado el concesionario para disponer de los productos minerales que obtenga con su trabajo y para instalar y explotar plantas de beneficio y de preparación mecánica, quedando sujetas dicha clase de concesiones a la comprobación anual del trabajo regular, así como al pago del

impuesto superficial. El punto de partida (P.P.), debe ser permanente, notable y fácilmente identificable, para lo cual se describirá en la solicitud de concesión por sus características o señas y su posición a puntos bien conocidos o accidentes topográficos del terreno, pudiendo ser también la mojenera de localización, una mojenera esquina o el punto de partida de las medidas de otro lote, cuando el antes dicho punto de partida no se encuentre sobre el perímetro del lote solicitado. El relacionamiento entre el punto de partida (P.P.) y el perímetro se hará por línea determinada por distancia horizontal y rumbo astronómico y para precisar y comprobar en cualquier tiempo la posición del mismo, se construirá una mojenera de localización, dicha mojenera que en caso de los lotes de cateo deberá estar a una distancia no mayor de 20 mts., en los de explotación se ajustará a lo anterior cuando se trate de un lote origen de grupo, pero será para los lotes que formen parte del grupo, la misma del lote origen del grupo, debiendo estar tanto en el caso de las concesiones de cateo como en las de explotación ligado por rumbo astronómico y distancia horizontal al punto de partida respectivo.

II. CONCESIONES DE CATEO

Las operaciones de campo para fijar topográficamente los fundos en el terreno deben ajustarse a lo ordenado por la Ley Minera y su Reglamento. Primeramente deberá identificarse el punto de partida, que en el caso de cateo debe ser una cata localizada sobre la veta o criadero mineral, que deberá ser descrita en la solicitud para que el perito la identifique fácilmente, por la que ya en el campo y ajustándose a lo que dice la ya citada solicitud, podrá ser identificada plenamente, haciendo una visita general del criadero que se pretenda catear y de los trabajos mineros que existieren dentro del lote solicitado y de la existencia de lotes titulados o amparados por solicitud de concesión en trámite, que se encuentren en las cercanías, para conocer aproximadamente su posición relativa.- Una vez localizado el P.P., el perito hará una orientación por cualquiera de los procedimientos conocidos, con el objeto de determinar la meridiana astronómica; el método más práctico por su comodidad es el que aconseja la Dirección General de Minas y Petróleo que es el de distancias zenitales absolutas de sol. Como es de primordial importancia lo relativo a la orientación, haré una descripción del desarrollo de las operaciones de campo.

El perito, colocando en el P.P. su aparato, o lo

más próximamente que sea posible, ya habiendo hecho las correcciones de él, procederá a nivelarlo y visará una baliza colocada en el extremo de la línea que se desea orientar, esta operación se hará con el aparato en posición directa y en coincidencia el cero del vernier con el de la alidada, una vez visada la baliza soltando el movimiento particular se visará el sol, girando en el sentido retrogrado y haciendo la coincidencia de los bordes del sol con los hilos de la retícula en el cruce superior derecho de los hilos centrales de la retícula, se tomará el tiempo de la bisección y se leen los círculos horizontal y vertical, una vez efectuado lo anterior se invierte el aparato y nuevamente se visa el sol, haciendo la coincidencia de los bordes del sol con el cruce inferior izquierdo de los hilos centrales de la retícula visando nuevamente la señal, lo anterior equivaldrá a haber visado el centro del sol, los datos se anotarán en un cuadro que puede ser el que abajo figura. Pueden hacerse también las visuales, interceptando con los hilos el centro del sol, pues el error de apreciación es muy pequeño y siempre menor que la aproximación de los aparatos usuales de 1' y 1/2'.

INSTRUMENTO	PUNTO VISADO	HORA	CIRCULO HORIZ.	CIRCULO VERTICAL	NOTAS
Posición D.	Señal		00 00'		
	D. Sol	7h47m05s	197° 29'	26° 21'	
Posición I.	Sol	7 49 15	197° 33'	26° 48'	
PROMEDIOS		7h48m10s	197° 31'	26° 34'5	

Se hacen tres observaciones y se promedian tanto los tiempos como los ángulos horizontales y verticales, el promedio de estos últimos dará la altura del sol. Para obtener la distancia zenital verdadera se restará de 90° y se corregirá por refracción, toda la secuencia de los cálculos que efectúan los peritos para obtener el rumbo Astronómico de la línea orientada se denomina "Cuadro Sinóptico de la Orientación" y forma junto con el informe, los trabajos periciales, siendo por duplicado; en el caso presente que es de cateo, no se hacen planos.

Voy a incertar un cálculo de orientación y un informe. El cálculo se ajusta al modelo que existe en las Agencias de Minería.

CUADRO SINÓPTICO DE LA ORIENTACION:

$$\text{Fórmula: } \sin 1/2A = \sqrt{\frac{\sin 1/2(Z+\varphi-\delta) \cos 1/2(Z+\varphi+\delta)}{\cos \varphi \sin Z}}$$

CONCESIONES DE CATRO

Nombre del lote.....
 Expediente..... Ubicación.....

Lat. lugar 22° 54' Long. lugar de observación 6h50m16s
 Fecha Marzo 29-46 Long. meridiano 90° 6 00 00
 Prom. hora obs. 10h 29m 30s Diferencia 0h50m16s
 (hora del centro) Equivalencia 0.8377hs.

Distancia zenital aparente 41° 51' 00"
 Refracción + 51.46
 Distancia zenital verdadera 41° 51' 51.43"

Hora del centro del paso del sol por mer. 90°... 12h 04m 52.56s
 Promedio de la hora de observación... 10 29 30.00
 DIFERENCIA... 1h 35m 22.46s
 Equivalencia... 1.59h

Declinación del sol a la hora del paso por mer 90°... 30°20'53"5
 Corrección por variación horaria (-48"43x-1.59h)... 1"17"0
 Declinación del sol a la hora y fecha de observ... +30°19'36"5

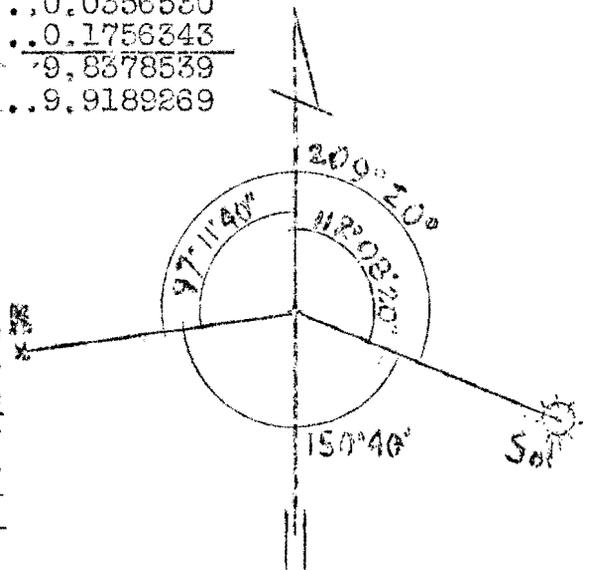
Z=41° 51' 51"46	Z=41° 51' 51"46
φ=22 54 00.00	φ=22 54 00.00
δ=+3 19 36.50	δ=-3 19 36.50
(Z+φ+δ)=68° 05' 27"96	(Z+φ-δ)=61° 26' 14"96
1/2(Z+φ+δ)=34 02 43.98	1/2(Z+φ-δ)=30 43 07.48

log cos 34° 02' 43"98.....9.9183283
 log sen 30 43 07.48.....9.7082383
 colog cos 22 54 00.00.....0.0356530
 colog sen 41 51 51.46.....0.1756343
log sen 1/2 A.....9.8378539
 log sen 1/2 A.....9.9189269

1/2 A= 56° 04' 10"
A= 112 08 20

Angulo Señal-Sol = 209° 20' 00"

Como en la presente orientación se leyeron los ángulos horizontales en el sentido retrógrado y la observación fué hecha antes del paso del sol por el meridiano, al suplemento a 360° del ángulo Señal-sol, se le agregará el azimut del sol.



CONCESIONES DE CATEO

	359° 60' 00"
Angulo señal-sol.....	209 20 00
	150 40 00
Azimuth sol.....	112 08 20
Azimuth recta.....	262 48 20
	- 180 00 00
Rumbo estación-señal.....	S82° 48' 20" W

Estación en P.P., cero en K y ángulo 97° 11' 40" en sentido retrógrado que se trazó la meridiana.

Lugar y Fecha.....

Firma del Perito.....

Ya conocido el rumbo astronómico de esta recta-- Estación-Señal, el perito estará en condiciones de determinar el rumbo astronómico entre el P.P. y la M.L., que no quedará a más de 20 metros y determinar la dirección de la meridiana.

Desde el P.P. del lote se dirigirán visuales a - puntos prominentes y bien identificados del terreno, como cerros o torres de iglesia, etc., Aunque no es necesario proceder al deslinde del terreno, en virtud de no exigirse para estas - concesiones de cateo, siempre es conveniente efectuarlo para - que el concesionario conozca los límites del terreno amparado. A continuación se da, en via de ilustración, un informe pericial tipo para esta clase de concesión.

INFORME PERICIAL PARA CONCESION DE CATEO:

C. Agente de Minería;

El suscrito, ingeniero, registrado legalmente en la Oficina Central de Agencias de Minería, del Departamento de Minas y Petroleo, Secretaría de la Economía Nacional, bajo el número _____, comisionado por el señor _____, solicitante del lote denominado " _____ " para dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley Minera, relativas a la parte pericial de su solicitud, tiene el honor de rendir el siguiente informe:

Los trabajos de campo se hicieron de acuerdo con el Artículo 71, fracciones I, II y III del Reglamento.

I.- Datos correspondientes a la identificación del punto -

de partida de la solicitud en el terreno.

Reconocido el punto de partida de la solicitud, dentro del lote, se vió que coincide con las señas dadas por el interesado. Es un piquete o cata de 2 mts. de profundidad, por l. 20mts. de lado, situado en un terreno plano rodeado de nopales. El bajío del Copalillo, situado al Norte, dista estímativamente 2 kilómetros, y la laguna de La Escondida, situada al Oriente, dista mas o menos la misma distancia.

Para mejor identificación, se fijó el lote dirigiendo visuales del P.P. a los siguientes puntos: A la parte más alta del cerro de la cantera S 88° 08' W, al cerro de San Nicolás S 17° 10' W.

Descripción somera y General del Criadero.

El criadero lo constituyen mantos intercalados de fierro, manganeso y calcita, la cata está situada en el manto superior de fierro y manganeso acompañada de cuarzo.

Trabajos mineros dentro del lote.

No hay trabajos de ninguna clase que revelen que haya sido explorado el terreno.

- II.- Nombre de la Concesión: _____
- III.- Número de Registro: _____ Agencia de _____
- IV.- Clase de la Concesión: .."CATEO"
- V.- Ubicación:.....En las lonas de las peñitas, terrenos de la hacienda de -- Bañón.
- VI.- Municipalidad y Estado: _____
- VII.- Rumbo y distancia entre el P.P. y M.L.....Se estableció la moj. de localización con S 14° 08'W y 18.50 metros.
- VIII.-Nombre de los lotes cercanos vigentes: _____
- IX. -Lugar y Fecha.

Nombre y Firma del Perito

Este informe contiene los puntos especificados en el Artículo 72 del Reglamento de la Ley Minera en vigor, que con los señalados con números romanos.

III.-CONCESIONES DE EXPLOTACION

En el caso de las concesiones de "Explotación", de acuerdo con la ley los trabajos del perito consistirán en la identificación del punto de partida (P.P.), que debe ser permanente, notable y fácilmente identificable, para lo cual se describirá en la solicitud de concesión, por sus características o señas y su posición relativa a puntos bien conocidos o accidentes topográficos del terreno, pudiendo ser una cata, o la bocamina, la mojonera de localización, una mojonera esquina de otro lote o su punto de partida, pero el lote deberá ser el más antiguo y se denominará origen de grupo. Cuando el punto de partida no se encuentre sobre el perímetro del lote solicitado, el relacionamiento entre el punto de partida y el perímetro se hará por una línea determinada por distancia horizontal y rumbo astronómico, llamándose a esta línea "línea auxiliar", una vez localizado el punto de partida, como en el caso ya tratado de cateo, se hará una orientación por cualquier de los procedimientos conocidos, cuyas operaciones de campo fueron descritas con anterioridad, esta orientación es con el objeto de determinar la meridiana astronómica para el trazo del lote sobre el terreno y las diversas visuales y ligas. En el caso de que el lote en cuestión sea origen de grupo, por no existir lotes-mineros a una distancia que no exceda de un kilómetro, o cuando tenga mojonera de localización propia, esta M.L. deberá construirse a menos de 20 metros del P.P. y visible desde el mismo.

La Mojonera de Localización deberá ser de mampostería, con altura no menor de un metro, de sección rectangular mínima de 60 centímetros por lado, llevando empotrado sin sobresalir de ella un tubo de fierro de 0.0254 mts. de diámetro; la parte superior será horizontal a fin de poder colocar sobre ella un teodolito, grabándosele el nombre y número del Registro de la solicitud correspondiente.

El perito deberá efectuar el señalamiento en el terreno del perímetro de la concesión, cuyos ángulos deben ser de 90°, excepto en el caso de huecos o de que al respetar lotes que se invadan de lugar a ángulos diferentes a los 90° ya citados, debiendo ajustarse el trazo de la línea auxiliar y de los lados del perímetro, al rumbo y distancia anotados en la solicitud, debiendo ser rumbos astronómicos y fijando el lugar donde serán construidas, tanto las mojoneras esquinas como las intermedias. Relacionará el punto de partida de la solicitud con los puntos de partida origen de los lotes colindantes, debiendo ligar con cualquier punto del perímetro las mojoneras esquinas, que se encuentren en la zona de 100 metros alrededor del mismo.

Redactará por duplicado un informe explicativo - que deberá contener lo siguiente:

Descripción correspondiente a la identificación en el terreno del punto de partida señalado en la solicitud y reseña de las operaciones técnicas ejecutadas.

Los datos numéricos relativos al perímetro del lote, los que se presentarán en forma de cuadro o registro, señalando: lados, rumbos astronómicos, distancias horizontales parciales que separen las mojoneras intermedias y distancias totales de los lados y por último colindancias.

Los datos numéricos de las demás líneas que figuren con rumbo y distancia horizontal en los planos, precisando en su caso, los nombres y números de los títulos o registros de los lotes colindantes o vecinos. Lugar, fecha y firma del perito.

Adjuntará tres fotografías del punto de partida y Mojonera de Localización, por duplicado el cuadro sinóptico de la orientación que es similar al que me referí cuando traté el caso de las solicitudes de "Cateo" y cuatro ejemplares del plano original en tela de calca y tres copias de tela heliográfica, o las cuatro en tela de calca, debiendo tener un tamaño mínimo de 21 x 28 centímetros, conteniendo precisamente en el orden enumerado los siguientes datos:

- I.- Nombre de la Concesión.
- II.- Número del registro y Agencia correspondiente.
- III.- Clase de concesión que se solicita.
- IV.- Nombre del solicitante.
- V.- Ubicación.
- VI.- Municipalidad y Estado.
- VII.- Superficie en hectáreas.
- VIII.- Escala, (que deberá ser 1:5000)
- IX.- Expresión gráfica de lo siguiente:
 - a).- Del perímetro.

b).- De las líneas que unan el punto de partida al perímetro del lote, a la Mojonera de Localización y a los puntos de partida origen de los lotes colindantes en el caso de lotes de enlace; anotando el nombre y números de títulos o registros en la Agencia de los expedientes respectivos.

c).- De las líneas que unan mojoneras del perímetro a mojoneras esquineras que se encuentren en la zona de 100 metros alrededor del lote mencionado, en los casos anteriormente citados se anotarán las líneas con sus rumbos astronómicos y distancias horizontales correspondientes.

d).- De los perímetros de los lotes colindantes-o vecinos en la zona de 100 metros alrededor del lote solicitado, indicando nombre y números del título o del registro en la Agencia.

e).- De las visuales de referencia, indicando su rumbo astronómico, si se trata de dos visuales o de su rumbo astronómico y distancia horizontal, si se trata de una sola visual.

f).- De la Meridiana Astronómica, representada por una línea paralela a la orilla de la tela y orientada de manera que su extremo superior indique el norte astronómico.

X.- Fecha y Firma.

A continuación damos una ilustración de un informe pericial de este tipo:

INFORME PERICIAL PARA CONCESIONES DE EXPLOTACION:

C. Agente de Minería,
Presente.

El suscrito, ingeniero, registrado legalmente en la Oficina Central de Agencias de Minería, del Departamento de Minas y Petróleo, Secretaría de la Economía Nacional, comisionado por el señor _____, solicitante del lote minero denominado " _____ ", para dar cumplimiento con las disposiciones de la Ley Minera, relativas a la parte pericial de su solicitud, tiene el honor de rendir el siguiente informe:

Los trabajos de campo se hicieron de acuerdo con los artículos 62 y 63 del Reglamento.

I.- Descripción correspondiente a la identificación en el terreno del punto de partida señalado en la solicitud y reseña de las operaciones técnicas efectuadas.

El Tiro de San Carlos, que me mostraron los solicitantes, que sirve de punto de partida para la localización de las pertenencias del lote, es muy conocido en la localidad para ser identificado. Ha sido punto de partida de varios lotes que llevaron el mismo nombre, habiendo la circunstancia de que yo fungí como perito en varios de ellos, razón por la cual me fué fácil identificar; es el único tiro que hay en el terreno solicitado, tiene agua a una profundidad de 12 metros.

Determinación de la Meridiana.-Fué determinada por el método de distancias zenitales absolutas del sol, acompañado cuadros sinópticos de la misma,

Señalamiento del perímetro y medición del lote.- De acuerdo con los términos de la solicitud, se trazó y midió primeramente una línea auxiliar(P.P.-1) de 75 metros y rumbo astronómico N 10° 00' E, siendo el P.P. el tiro de San Carlos y (1) el primer punto del perímetro, en el que se señaló mojonera.

El (1) se levantó una perpendicular con S 80° 00' E y se midieron 250 mts. hasta (2) esquina NE del lote, señalando una intermedia(a) a 61,70 mts. de (1).- En (2) se levantó una perpendicular S 10° 00' W y se midieron 200 metros hasta (3), esquina SE del lote, señalando una mojonera. En (3) se levantó perpendicular con N80° 00' W y se midieron 500 metros hasta (4) esquina SW del lote, señalando mojonera. En (4) se levantó perpendicular con N 10° 00' E midiendo 200 metros hasta (5), esquina NW del lote, En (5) se levantó perpendicular con S 80° 00' E midiendo 250 metros hasta(1) punto número uno del perímetro, que fué el que se fijó primero.

II.- Datos que se indican en el artículo 68, fracciones del I al IX.-

Nombre de la Concesión	_____
Número de Registro	_____ Agencia de _____
Clase de Concesión	_____ Explotación.
Nombre del Solicitante	_____
Ubicación	_____ En el rancho de casa del varro, al NE del pueblo y Mineral de Pánuco.
Municipio y Estado	_____
Superficie	_____ 10(diez) hectáreas.
Escala	_____ Los planos están construidos a escala 1:5000 y son cuatro ejemplares.
Expresión gráfica de	a) Perímetro del lote b) El punto de partida unido al punto número 1 del perímetro por medio de la línea auxiliar con longitud de 75 mts. y rumbo N10°00'E.

MOJONERA DE LOCALIZACION.
El lote tiene mojonera propia. M.L. al P.P. N10°00'E y 20 mts.

No hay lotes colindantes ni -
vecinos.

c).-No hay líneas ni mojoneras es-
quinas de otros lotes que unir
con las del perímetro.

d).-Perímetro de lotes colindantes.
No hay.

e).-Visuales de referencia; del tiro
de San Carlos a la Cata de Es-
peranza, S 40° 30' E. Del vér-
tice (3) a la cruz de la igle-
sia de Ramos S 85° 20' E.

f). Meridiana Astronómica.-Consta
dibujada en los planos.

III.- Datos numéricos relativos al perímetro del Lote.-En el
siguiente cuadro constan los lados del perímetro; sus rumbos -
astronómicos; las distancias parciales entre las mojoneras in-
termedias; las longitudes totales de los mismos lados y sus --
respectivas colindancias.

Línea Auxiliar.-P.P.-1 N 10° 00' E y 75.00 mts.

LADOS	RUMBOS ASTR.	DIST. PARCIALES	DIST. TOTAL.	COLINDANCIA
1 - a	S 80° 00' E	61.70 mts.		T. Libre.
a - 2	S 80° 00' E	188.30 "	250.00 mts.	" "
2 - 3	S 10° 00' W	-----	200.00 "	" "
3 - b	N 80° 00' W	415.37 "	-----	" "
b - 4	N 80° 00' W	84.63 "	500.00 "	" "
4 - 5	N 10° 00' E		200.00 "	" "
5 - 1	S 80° 00' E		250.00 "	" "

IV.- Datos numéricos de las demás líneas que figuren con rum-
bo astronómico y distancia horizontal en los planos.- No hay -
más líneas que las expresadas.

V.- Lugar y fecha. _____

Firma

IV.- DETERMINACION DE LAS COORDENADAS GEOGRAFICAS

a).-LATITUD.

La última parte de esta Tesis se refiere a la descripción con detalle de los procedimientos que a juicio del suscrito sean convenientes de adoptar para determinar la posición Geográfica de los llamados puntos de partida y mojenera de localización, por lo que voy a tratar de fijar algunas ideas.

Como la Latitud de un lugar es igual a la altura del polo sobre el horizonte, y a su vez igual al ángulo formado entre el zenit y el plano del ecuador, se puede aprovechar el paso de un astro por el meridiano del lugar para determinar la. Según la figura #1, si se observa un astro en cualquiera

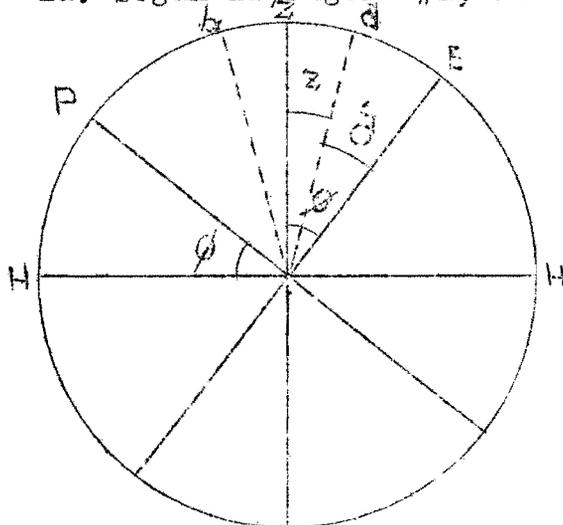


Fig. 1

de las posiciones marcadas a, b, se puede deducir esta de la fórmula $\phi = \delta + Z$ (a) ; $\phi = \delta - Z$ (b) ; donde Z = distancia zenital del astro en su paso por el meridiano; y δ = declinación del mismo; (a) es cuando el astro observado culmina al Sur del zenit y (b) cuando culmina al Norte, pudiendo determinarse la Latitud por observaciones solares y estelares.

El Sr. Ingeniero Dn. Ricardo Toscano en sus métodos topográficos, trata la manera de determinar la Latitud por medio de observaciones meridianas de sol, si se desea con la aproximación de un minuto, se puede obtener observán-

dolo en el instante de su paso por el meridiano, pudiendo existir dos casos, el primero es cuando previamente se ha determinado la meridiana, consistiendo la operación en centrarse y alinearse en dirección de la misma, esperando el momento en que el sol quede sobre el hilo vertical de la retícula. anotando la lectura del círculo vertical, con lo que se obtendrá la altura del mismo en el instante de su paso meridiano, por comodidad conviene centrarse poco antes de la hora de la culminación la que se obtiene agregándole algebraicamente la diferencia de longitudes entre el meridiano del lugar y el meridiano 90° W. G., a la hora del paso que se obtiene del anuario del Observatorio de Tacubaya. Ya centrado, únicamente se deja suelto el movimiento del círculo vertical que es con el que se buscará la altura del sol en el momento de su culminación, y

esta altura se resta de 90° con lo que se obtiene la distancia zenital meridiana que es uno de los datos de las fórmulas (a) y (b), haciendo las correcciones de que hablaré cuando trate el caso en que no se conozca la dirección de la meridiana.

Yo veo la conveniencia de que como el dato que se pide actualmente en los trabajos periciales es la determinación de la meridiana astronómica y la mejor hora es entre las ocho y las diez horas, cuando se trata de observaciones hechas en la mañana, ya falta relativamente poco para la hora de la culminación, cuando se haya terminado la determinación citada, teniendo en cuenta el tiempo empleado en la obtención de los datos y en los cálculos, por lo que no sería gran pérdida de tiempo esperar el paso del sol por el meridiano.

Quando no se conozca previamente el meridiano, se procede de la siguiente manera: Cuando se acerque la hora de la culminación del sol, (la manera de obtenerla ya la indiqué) se centra el aparato y se vá siguiendo el sol con el hilo horizontal medio, procurando que se mantenga la tangencia en uno de los bordes, con dicho hilo, teniendo el aparato en posición directa, en el momento en que el sol alcance su mayor altura se lee el vernier del círculo vertical invirtiendo rápidamente el anteojo, estableciendo nuevamente la tangencia del mismo hilo con el borde contrario al antes observado, leyendo nuevamente el círculo vertical y se saca el promedio de las dos lecturas, lo que equivale a tomar la altura del centro del sol, aunque es preferible bisectar directamente el sol, o bien recibir la imagen sobre un papel blanco, con lo que se puede lograr centrar el sol sobre la intersección de los hilos. Si solo se observa la tangencia de un borde habrá que corregir la altura del astro por semidiámetro y por error de índice del círculo vertical.

La altura se corrige por refracción, tomando esta de la tabla XVIII del anuario ya citado dándole signo menos, pero si se quiere obtener con más precisión la refracción, se aplicará la fórmula $r = A \cdot B \cdot \text{tg. } Z$, en la que tg. Z representa la refracción meridiana, obtenida de la tabla XVIII y (A) y (B) la corrección que se debe hacer por presión y temperatura, la altura se corregirá por paralaje aplicando la fórmula $p \cdot \text{sen } Z$, en que p es la paralaje del sol que equivale a $9''$, siendo el otro factor el seno de la distancia zenital ($90^\circ - \text{altura}$). La latitud se calcula por la fórmula $\phi = \delta \pm (90^\circ - A)$.

La declinación que se obtiene en el anuario corresponde a la hora del paso del sol por el meridiano 90° W.G. por lo que se tendrá que corregir, para obtener la que tiene

el sol a la hora del paso por el meridiano del lugar de la observación. Se aplica signo mas cuando el sol culmina al sur del zenit y signo menos cuando culmina al norte.

Existe la dificultad en los teodolitos ordinarios de no poder observar el sol a grandes alturas, a menos que culmine lejos del zenit, pero es posible subsanar esta dificultad adaptándole un pequeño prisma a 45° , provisto de su helioscopio, lo que no es difícil hacer con poco costo.

Entre los métodos astronómicos del Sr. Ingeniero Toscano figura el de la determinación de la latitud por medio de la Polar en función de su azimut y el de la determinación rápida del mismo por medio de la Polar y una estrella auxiliar, por lo que tanto si se hace la determinación del Azimut con aproximación de $1'$ por el método de la Polar y una estrella auxiliar, se puede obtener la Latitud del lugar de la observación, aprovechando los datos obtenidos en dicha observación: Altura de la Polar y Azimut de la misma, no necesitándose conocer ni la hora, ni la Latitud del lugar de la observación.

Siguiendo el orden anterior voy a dar a continuación el método para la determinación del Azimut, agregando las tablas correspondientes usadas para la determinación que corresponden a las estrellas: Capela o cabra del cochero, Dubhe de la Osa Mayor (α) y Rucba de Cassiopeia (δ) que se usarán como auxiliares. Una vez centrado y nivelado el instrumento, en uno de los extremos de la línea que se va a orientar, se bisectará la Polar, anotándose el tiempo de dicha bisección, aproximando a los minutos únicamente, anotándose las lecturas de los círculos vertical y horizontal, dirigiendo en seguida la visual a cualquiera de las tres estrellas mencionadas: Capela o cabra del cochero, α de la Osa mayor, o δ de Cassiopeia, tomando el tiempo correspondiente a la nueva bisección y la lectura del círculo vertical correspondiente a la misma. A la diferencia de tiempo se llama "intervalo". Otro de los datos necesarios es el ángulo entre la Polar y el extremo del lado y se obtiene dirigiendo la visual a dicho extremo después de bisectar la estrella auxiliar, usándose la graduación que va en sentido retrógrado, anotándose la lectura del círculo horizontal en el registro. En las tablas Anexas se obtienen los Azimutes de la Polar, entrando con los Argumentos: Altura A' de la estrella auxiliar, argumento vertical y Altura de la Polar como argumento horizontal; obteniéndose los azimutes en minutos con el signo debido.

De la tabla # 4 se obtiene la corrección que debe aplicarse al Azimut, por el intervalo en minutos, transcurrido entre las observaciones de las dos estrellas. El signo -

de esta corrección es el indicado para C, en las tablas de Azimutes de la Polar; esta corrección cambia de signo si se observa primero la estrella auxiliar.

El argumento vertical es el intervalo en minutos de tiempo y el horizontal el Azimut de la Polar en minutos de arco.

Al Azimut dado por las tablas y corregido por intervalo, se agrega la lectura dada por el círculo horizontal al visar el otro extremo del lado, con lo que se obtiene el azimut de este.

EJEMPLO:

Altura de la Polar- 20° ; Altura Capela- 18° ; ---
 Angulo (Polar, extremo lado, recorrido en el sentido retrógrado) - $145^{\circ} 42'$; intervalo en tiempo - 13 minutos; Capela al Oeste de la Polar.

Azimut de la Polar (Tabla # 1).....	-45: 00"
Intervalo: 13 minutos y Azimut 45' (Tabla# 4).....	- 3: 30"
Angulo (Polar-- Lado).....	<u>145^o42' 00"</u>
Azimut lado.....	144 ^o 53' 30"

Con los datos obtenidos en la determinación del azimut, por medio de la Polar y una estrella auxiliar, se puede aplicar el ya citado método del Ingeniero Toscano "Determinación de la Latitud, por medio de la polar en función del Azimut".

La tabla # 5 da a conocer para el año 1940 las correcciones que se deben hacer a las alturas de la Polar, para tener la Latitud. En la primera línea horizontal, pueden verse las alturas de la Polar, 15° , 18° , 21° , 24° , 27° y 30° y como argumento vertical figuran los Azimutes de la Polar de 0 a 60 minutos de arco, entrando con estos dos argumentos se obtiene en la ya citada tabla # 5, la cantidad que hay que agregar a la altura de la Polar, para obtener la Latitud, dicha cantidad está expresada en minutos y para conocer el signo de la misma, basta ver el sentido en que se va moviendo la Polar, si es de Este a Oeste será negativo, y positivo en el caso contrario. A la derecha de los encabezados de las Alturas de la Polar están las letras (v.a.), que representan en minutos las variaciones por año de las correcciones que da la tabla, estas correcciones se restan aritméticamente a la corrección de la Tabla, por cada año posterior a 1940. Por lo tanto para una observación n años posterior al ya citado año de 1940 se multiplicará por la variación anual correspondiente por n, y el resultado

se resta a la corrección que dá la tabla.

EJEMPLO:

Observación hecha en el año de 1946: Altura de -
la Polar - 27° y Azimut - 34'.

Altura de la Polar.....	27° 00' 00"
Corrección por Refracción.....	- 1' 54"
Corrección de la Tabla # 5, para Altura---	
27° y Azimut de 34'.....	53' 06"
Corrección por variación anual(1946-1940)--	
6 x 0,34.....	- 2" 02"
Latitud del lugar.....	27° 49' 10"

Para finalizar la presente Tesis falta la deter-
minación de la coordenada restante "Longitud".

b).- LONGITUD:

La determinación de la longitud terrestre está-
fundada en la diferencia de horas que se cuentan en el mismo -
instante físico, en el lugar y en el meridiano de origen, que-
lo es el de Greenwich, por lo tanto el fundamento de todos los
métodos para determinarla, consiste en hallar la hora local --
del meridiano que pasa por la estación de observación y com-
pararla después con la hora local del meridiano origen, que es
el meridiano de Greenwich, y la diferencia entre ambas horas,-
expresada en unidades angulares es la Longitud buscada. Inde-
pendiente de las observaciones de los astros, la medida de una-
longitud, se basa principalmente en el empleo del cronómetro, -
pero como en rigor ninguno es completamente exacto, se necesi-
tan efectuar constantemente observaciones para corregir errores,
determinando su Δt , o sea el adelanto o atraso del crono-
metro y su marcha, con lo cual se puede obtener la hora local --
del lugar de la observación en el instante físico.

En la Revista "Ingenieria" correspondiente al --
mes de febrero de 1943, publicó el Sr. Ing. Don Ricardo Tosca-
no un trabajo denominado "Determinación de la Longitud con --
aproximación de 1^s, determinando el tiempo por alturas iguales
del Sol.

Se necesita un teodolito que tenga hilos de esta-
dia a más del vertical. Se centra dicho instrumento en el lugar
en que se quiera obtener la latitud, una dos o tres horas an-
tes del medio día, y una vez nivelado se dirige la visual al
sol en tal forma que pronto entre en el campo del anteojo, pe-

ra poder efectuar dicha operación se adapta un vidrio en el ocular o un helioscopio, y se fija el movimiento vertical y se va siguiendo el sol con el movimiento horizontal (sin tocar paralizada el vertical) de manera que el hilo vertical bisecte aproximadamente al astro. En el instante en que el disco superior sea tangente al hilo horizontal inferior, que se designará por "Primer hilo", se anota la hora tomando hasta los segundos, repitiendo la anotación de la hora, cuando dicho borde superior sea tangente al segundo hilo (Hilo central) y tercer hilo (Hilo superior), anotando también las tangencias que tenga el borde inferior con los tres hilos. Esperando a que después de su culminación el sol vuelva a tener la misma altura y aproximadamente después de un tiempo igual al transcurrido entre la primera tangencia del sol y su culminación se dirige la visual conservando fijo el movimiento vertical como en la primera observación y colocándose en tal forma que pronto entre el sol en el campo del anteojo. Para ver si no se ha desalojado el anteojo verticalmente, es conveniente dirigir la visual antes del mediodía a un punto marcado sobre un muro o árbol, observando nuevamente después del mediodía el mismo punto, para ver si se ha movido el anteojo. Se hace la coincidencia con la ayuda del tornillo tangencial antes de efectuar la observación y se rectifica también la nivelación del aparato. En la observación se anotarán los tiempos en que se verifiquen las tangencias de los bordes superior e inferior del sol con los hilos en el orden siguiente: Tercer hilo, Segundo hilo y Primer hilo.

EJEMPLO:

Registro de Observaciones.

Enero 3 de 1946.

OBSERVACION ANTES DEL MEDIODIA			
HILOS	Borde superior	Borde inferior	Promedios T
Primer hilo	10h 20m 00s	10h 30m 32s	10h 25m 16s
Segundo hilo	10h 25m 12s	10h 37m 37s	10h 31m 24s
Tercer hilo	10h 31m 25s	10h 47m 56s	10h 39m 40s
PROMEDIO PARCIAL			10h 32m 07s

OBSERVACION DESPUES DEL MEDIO DIA				
HILOS	Borde inf.	Borde sup.	Promedios T'	Promedio de Prom
1er hilo	13h 52m 01s	13h 41m 41s	13h 46m 51s	12h 08m 03s
2o. hilo	13h 46m 49s	13h 34m 35s	13h 40m 41s	12h 06m 02s
3er hilo	13h 40m 30s	13h 28m 28s	13h 32m 29s	12h 03m 04s
PROMEDIO PARCIAL Y GENERAL			13h 40m 01s	12h 05m 04s

Los promedios T y T' son los tiempos anotados en el instante de la tangencia de los bordes superior e inferior del sol con cada uno de los hilos y vienen a ser los instantes en que el centro del astro pasa por dichos hilos. Promedios

los promedios correspondientes a cada hilo se obtiene el promedio de promedios anotado en la última columna de la segunda tabla. El promedio general es el promedio de las anotaciones de la columna llamada promedio de promedios; como comprobación de este cálculo este hora debe ser igual a la obtenida de promediar los promedios parciales resultantes de promediar los promedios T y T'.

Del anuario del Observatorio se toma la ecuación del tiempo para la fecha de la observación, la cual se interpola por diferencia aproximada de longitud. Si el lugar está situado al Oeste del meridiano 90° y es igual a L horas (aproximada a los décimos únicamente), se toma la diferencia entre la ecuación correspondiente al día siguiente y la del día de la observación. Se divide esta diferencia por 24 y el resultado se multiplica por L. El valor obtenido se agrega algebraicamente a la ecuación del tiempo correspondiente a la fecha de observación. Si el lugar está situado al Este, la corrección se aplica con signo contrario.

La corrección del reloj es dada por la fórmula:
 $\Delta t = 12h + E - 1/2(T + T')$ en la cual E es la ecuación del tiempo y $1/2(T + T')$ el promedio general de los tiempos cronométricos anotados.

Ecuación del tiempo el 3 de Enero de 1946.

Meridiano de Tacubaya	+ 4m 32.50s
Dif. de Ecuación día 4 y día 3 = 27.56	
Segundos por hora: 1.1	
Estación astronómica situada a 0.837hs. al W. de Tacubaya. Corrección.	
	0.92s
	+ 4m 33.42s

Corrigiéndose el Δt por la variación de declinación entre las observaciones de antes y después del mediodía.

La corrección por variación de la declinación es dada por la fórmula siguiente; $C = (A) v \tan \phi - (B) v \tan \delta$, en la cual v es la variación horaria de la declinación; δ la declinación meridiana; ϕ la latitud; (A) y (B) coeficientes logarítmicos cuyos logaritmos son dados por la tabla de abajo, en la cual el argumento horizontal es el intervalo en horas entre las dos observaciones: antimeridiana y postmeridiana, y el vertical los minutos en exceso.

A continuación transcribimos la tabla correspondiente.

LOGARITMOS DE LOS COEFICIENTES (A) y (B)

Minutos	INTERVALO EN HORAS ENTRE LAS DOS OBSERVACIONES					
	3 horas		4 horas		5 horas	
	Log.	Log.	Log.	Log.	Log.	Log.
0	9.417	9.383	9.426	9.363	9.437	9.337
5	418	381	427	362	438	334
10	418	380	428	360	440	332
15	419	379	429	358	441	329
20	420	377	429	355	442	326
25	420	376	430	353	443	323
30	421	374	431	351	444	320
35	422	372	432	349	445	317
40	423	371	433	347	446	314
45	424	369	434	344	448	311
50	424	367	435	342	449	308
55	425	365	436	339	450	304
60	426	364	437	337	452	301

Declinación el día 3 de Enero de 1946 a las 0h
 meridiano 90.....-22° 52' 10.9"
 Variación horaria 14.6 x 12h.....+ 2' 55.8"
 Declinación al mediodía.....-22° 49' 15.7"

Ecuación del tiempo 4m 33.42s

Latitud 22° 46' 35" Norte
 Log. (A) para intervalo = 3h 08m9.418
 Log. v.....1.164
 Log. tg. ϕ9.623
 0.205
 +1.6

Log. (B) para intervalo 3h 08m.....9.380
 Log. v.....1.164
 Log. tg. δ9.624
 0.168
 +1.5

Obtenidos los datos anteriores se puede aplicar la fórmula siguiente: $T = 12 + E - 1/2(T + T') + (A)$ v $tg. \phi - (B)$.
 tg. δ .

12 + E12h 04m 33.4s
 -1/2(T + T').....12h 06m 04.0s
 + 1.6s
 + 1.5s
 Corrección de reloj Δt 1m 33.7s

Como asenté anteriormente para encontrar una diferencia de longitudes se efectua una comparación de horas locales entre las dos estaciones en un mismo instante físico. Para lo anterior hay que determinar el Δt y con el corregir el reloj con que se haya tomado los tiempos de la observación. En cuanto a la estación de comparación se puede tomar la hora del Centro, por lo tanto se necesita recibir las señales de un radio receptor de onda corta arreglado para recibir señales telegráficas, para lo cual se agrega un tubo oscilador.

Las estaciones de Chapultepec y de la Dirección de Geografía emiten señales desde las 11h 55m, hasta las 12h. La XBA de la Dirección de Geografía, transmite con una longitud de onda de 43 metros; la XDD y la XDP, de Chapultepec, transmiten con longitud de onda de 23 y 62 metros respectivamente.

En la misma fecha en que se determina el tiempo por "Alturas iguales del sol", se reciben las señales de las estaciones citadas.

Se pueden identificar bien las siguientes: La del minuto 55 y 30 segundos, pues la señal de los 30 segundos entra después del silencio, debido a que no se dan señales en los segundos 28 y 29; la de los 56 minutos 00 segundos, que se identifica fácilmente después de un silencio al comenzar la raya. De la misma manera se pueden recibir las señales de los 56m 30s; 57m; 57m 30s; 58m; 58m30s; 59m; 59m 30s, y la de las 12h, la cual es dada por la tabla siguiente:

Horas de emisión	Correcciones a las señales recibidas
55m 00	+ 4m 30
56 00	4 00
56 30	3 30
57 00	3 00
57 30	2 30
58 00	2 00
58 30	1 30
59 00	1 00
59 30	0 30
12h 00 00	0 00

Se toma un promedio de las señales registradas y corregidas por la adición de las correcciones dadas por la tabla anterior. Este promedio se corrige con el Δt encontrado por el método de alturas iguales del sol.

La diferencia entre el promedio de señales y las 12h es la diferencia de longitud con el meridiano 90°, así es que para obtener la Longitud referida a Greenwich se agrega a 6h esa diferencia.

Se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones respecto a las señales emitidas por las estaciones de Chapultepec y de la Dirección de Geografía.

En cada minuto se suprimen las rayas de los segundos 28 y 29; así como las de los 56, 57, 58 y 59 segundos. Además de las anteriores, se suprimen en el minuto 55 las del 51, en el 56 la del 52, en el 57 la del 53, y en el 58 la del 54. En el 59, se suprimen las rayas de todos los segundos comprendidos entre el 51 y la hora final de la 20h, la cual es una raya larga de un segundo de duración. En el minuto 55, después del segundo 54, se dan 4 golpes que indican que faltan 4 minutos para la hora. En el minuto 56, se dan 3 golpes después del 54, para indicar que faltan 3 minutos. En el 57 se dan 2 golpes y en el 58 un golpe. En el 59 hay silencio entre los 51 y los 60.

ZACATECAS, Zac.

Ildefonso C. Franco Talancón

TABLA # 1

Altura. Estrella Auxiliar al W.	Estrella Auxiliar al E.									
Estr.	A l t u r a					P o l a r				
Aux.	16	20	24	28	32	16	20	24	28	32
	c. negativa ESTRELLA AUXILIAR CAPELA					c. positiva				
10°	-37'	-33'	-29'	-25'	-21'	41'	46'	51'	56'	62'
12	-40	-37	-33	-29	-24	39	43	48	54	60
14	-42	-39	-36	-32	-28	36	41	46	52	58
16	-45	-42	-39	-36	-32	33	38	43	49	55
18	-47	-45	-42	-39	-36	30	35	40	46	52
20	-49	-47	-44	-41	-38	27	32	37	43	49
22	-51	-49	-47	-45	-42	24	29	35	41	47
24	-53	-51	-49	-47	-45	21	26	32	38	44
26	-54	-53	-52	-50	-48	18	23	29	35	41
28	-56	-55	-54	-53	-51	16	20	25	31	37
30	-57	-56	-55	-54	-54	12	17	22	28	34
32	-59	-58	-57	-56	-56	9	14	19	24	30
34	-60	-60	-60	-59	-59	6	10	15	21	27
36	-61	-61	-61	-61	-61	2	7	12	17	23
38	-61	-62	-62	-63	-63	-1	4	9	14	19
40	-62	-63	-64	-64	-65	-4	1	6	11	15

AZIMUTES DE LA POLAR CUANDO SE OBSERVA δ CASSIOPEA

(Tabla # 2)

c es negativo, si los azimutes van decreciendo cuando la altura A' aumenta; es positivo, en caso contrario

ALTURAS DE LA POLAR

A'	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°
ESTRELLA AL ESTE DE LA POLAR									
10	61'	61'	61'	59'	58'	56'	53'	51'	48'
12	62	62	61	60	59	57	55	53	52
14	62	62	62	61	60	59	58	57	57
16	63	63	63	62	62	62	61	61	61
18	63	64	64	64	65	64	64	64	64
20	63	64	65	66	66	66	67	67	67
22	62	63	65	66	66	67	67	68	68
24	61	63	64	65	66	68	69	69	70
26	60	61	63	64	66	68	69	70	70
28	58	60	62	64	66	68	69	70	71
30	56	58	60	62	65	67	69	71	72
32	54	56	58	60	63	65	67	70	72
34	51	53	56	59	62	64	66	69	71
36	47	50	54	57	60	62	65	67	70
38	43	47	51	55	58	60	63	66	69
40	39	43	47	51	55	57	60	64	67
ESTRELLA AL OESTE DE LA POLAR.									
10	-63	-63	-65	-64	-63	-62	-61	-59	-57
12	-63	-63	-65	-64	-63	-63	-62	-61	-60
14	-62	-63	-65	-64	-64	-64	-63	-63	-63
16	-62	-63	-64	-64	-64	-65	-65	-65	-66
18	-61	-62	-64	-65	-65	-66	-67	-67	-68
20	-60	-62	-64	-65	-66	-67	-68	-69	-70
22	-58	-60	-62	-64	-66	-68	-69	-70	-71
24	-56	-59	-61	-64	-65	-67	-69	-71	-72
26	-54	-57	-60	-62	-64	-66	-68	-70	-72
28	-52	-55	-58	-60	-62	-64	-66	-68	-71
30	-49	-51	-54	-57	-60	-62	-64	-67	-70
32	-46	-48	-51	-55	-58	-60	-63	-66	-69
34	-42	-45	-48	-52	-56	-58	-61	-64	-68
36	-38	-42	-45	-49	-53	-56	-59	-62	-66
38	-34	-38	-42	-46	-50	-54	-57	-60	-64
40	-29	-34	-39	-43	-47	-51	-55	-58	-61

AZIMUTES DE LA POLAR CUANDO SE OBSERVA DUEÑE (XOSA MAYOR)
 TABLA # 3

ALTURAS DE LA POLAR																	
A'	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°
c negativo									ESTRELLA AL OESTE DE LA POLAR								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10°	53	54	56	57	58	59	61	62	64	65	66	67	68	69	70	71	71
12	51	52	54	55	56	57	59	60	62	63	64	65	66	67	69	70	71
14	48	49	51	52	54	55	57	58	60	61	62	63	65	66	68	69	71
16	45	46	48	49	51	52	54	55	58	59	60	62	64	65	67	68	70
18	41	43	45	46	48	50	52	53	55	56	58	59	61	62	62	66	68
20	37	39	41	43	45	47	49	50	52	53	55	57	59	60	62	64	66
22	33	35	37	39	41	43	45	47	48	50	52	55	56	57	59	61	63
24	29	31	33	35	37	39	41	43	45	46	49	51	52	54	56	58	60
26	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	48	51	53	55	57
28	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	42	44	47	49	51	54
30	16	18	20	22	25	27	29	31	33	35	36	38	39	42	44	47	50
32	11	13	15	17	20	22	24	26	29	30	32	33	35	37	39	42	46
34	5	7	10	12	15	17	19	21	24	25	27	29	31	33	35	38	43
36	-1	2	4	7	10	12	14	16	19	20	22	24	27	29	31	34	38
38	-8	-5	-2	1	4	6	9	11	14	16	18	20	23	25	27	30	33
40	-15	-11	-8	-5	-2	1	4	6	9	11	14	16	19	21	23	25	28
c positivo									ESTRELLA AL ESTE DE LA POLAR								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10°	-41	-39	-37	-35	-33	-31	-30	-28	-26	-24	-21	-18	-15	-12	-8	-4	1
11	-42	-41	-39	-37	-35	-34	-32	-30	-28	-26	-24	-21	-19	-16	-12	-9	5
12	-44	-43	-41	-40	-38	-37	-35	-33	-31	-29	-27	-25	-23	-19	-16	-14	12
14	-47	-46	-44	-43	-42	-41	-38	-37	-36	-34	-31	-29	-27	-25	-22	-20	18
16	-50	-49	-48	-47	-46	-45	-42	-41	-40	-38	-36	-35	-33	-31	-28	-26	24
18	-53	-52	-51	-50	-49	-48	-46	-45	-44	-43	-41	-40	-38	-36	-34	-32	30
20	-55	-55	-54	-53	-52	-51	-50	-49	-48	-47	-45	-44	-43	-41	-39	-38	36
22	-57	-57	-56	-56	-55	-54	-53	-52	-51	-50	-49	-48	-47	-46	-44	-42	41
24	-59	-58	-58	-58	-58	-57	-56	-55	-54	-53	-52	-52	-51	-50	-48	-47	46
26	-60	-60	-60	-60	-61	-60	-59	-58	-57	-56	-56	-55	-54	-53	-52	-51	50
28	-61	-61	-62	-63	-64	-63	-62	-61	-60	-59	-59	-58	-57	-56	-56	-55	54
30	-62	-63	-64	-65	-66	-65	-64	-63	-62	-62	-61	-61	-60	-59	-59	-58	58
32	-62	-63	-64	-65	-66	-66	-65	-65	-64	-64	-63	-63	-62	-62	-61	-61	61
34	-63	-63	-64	-64	-65	-65	-65	-65	-65	-64	-64	-64	-64	-64	-63	-63	63
36	-62	-62	-62	-62	-63	-63	-63	-63	-64	-65	-66	-66	-66	-66	-65	-65	65
38	-60	-61	-62	-62	-63	-63	-63	-63	-64	-65	-66	-66	-67	-67	-67	-67	67
40	-59	-59	-60	-61	-62	-62	-63	-63	-64	-65	-66	-67	-68	-68	-68	-68	69

TABLA # 4

CORRECCIONES AL AZIMUT POR EL INTERVALO i.

VALORES DE C QUE HAY QUE AGREGAR ALGEBRAICAMENTE AL AZIMUT.

EL SIGNO DE C ESTA INDICADO EN CADA TABLA

Inter- valo. i	AZIMUTES DE LA POLAR							
	0'	20'	40'	50'	55'	60'	65'	67'
1	0'	0'	0'	0'	0'	0'	0'	0'
2	1	1	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	0	0	0	0
4	1	1	1	1	1	1	0	0
5	1	1	1	1	1	1	1	0
6	2	2	2	1	1	1	1	0
7	2	2	2	1	1	1	1	0
8	2	2	2	1	1	1	1	0
9	2	2	2	2	2	1	1	0
10	3	3	3	2	2	1	1	1
11	3	3	3	2	2	2	1	1
12	3	3	3	2	2	2	1	1
13	4	4	4	3	3	2	1	1
14	4	4	4	3	3	2	2	1
15	4	4	4	3	3	2	2	1
16	4	4	4	3	3	2	2	1
17	5	4	4	3	3	2	2	1
18	5	4	4	3	3	3	2	1
19	5	4	4	3	3	3	2	1
20	6	5	5	4	4	3	2	1
21	6	5	5	4	4	3	2	1
22	6	5	5	4	4	3	2	1
23	7	6	6	5	4	3	2	1
24	7	6	6	5	4	3	2	1
25	7	6	6	5	4	3	2	1
26	8	7	7	6	5	4	3	1
27	8	7	7	6	5	4	3	1
28	8	7	7	6	5	4	3	1
29	8	7	7	6	5	4	3	1
30	9	8	7	6	5	4	3	1
31	9	8	7	6	5	4	3	1
32	9	8	7	6	5	4	3	1
33	10	9	8	7	6	5	4	1
34	10	10	8	7	6	4	4	1
35	10	10	8	7	6	4	4	1

TABLA # 5

CORRECCIONES A LAS ALTURAS DE LA POLAR PARA TENER LA LATITUD

Az. Polar	ALTURAS DE LA POLAR											
	15°	v.a.	18°	v.a.	21°	v.a.	24°	v.a.	27°	v.a.	30°	v.a.
0'	61.3	0.30	61.3	0.30	61.3	0.30	61.3	0.30	61.3	0.30	61.3	0.30
5	61.1	0.30	61.1	0.30	61.0	0.30	61.0	0.30	61.0	0.30	61.0	0.30
10	60.5	0.30	60.6	0.30	60.6	0.30	60.6	0.30	60.6	0.30	60.7	0.30
12	60.2	0.30	60.3	0.30	60.3	0.30	60.2	0.30	60.3	0.40	60.4	0.30
14	59.8	0.31	59.9	0.31	59.9	0.31	59.8	0.30	59.9	0.30	60.0	0.30
16	59.3	0.31	59.4	0.31	59.5	0.31	59.4	0.30	59.5	0.30	59.6	0.30
18	58.8	0.31	58.9	0.31	59.0	0.31	59.0	0.30	59.1	0.30	59.2	0.30
20	58.2	0.31	58.3	0.31	58.4	0.31	58.5	0.31	58.7	0.31	58.8	0.30
22	57.5	0.32	57.6	0.32	57.8	0.32	57.9	0.31	58.1	0.31	58.3	0.31
24	56.8	0.33	56.9	0.33	57.1	0.33	57.2	0.32	57.4	0.32	57.7	0.31
26	55.9	0.33	56.0	0.33	56.3	0.33	56.5	0.32	56.7	0.32	57.0	0.32
28	55.0	0.34	55.1	0.34	55.4	0.34	55.7	0.33	56.0	0.33	56.3	0.32
30	54.0	0.34	54.1	0.34	54.5	0.34	54.8	0.34	55.2	0.33	55.5	0.32
32	53.0	0.35	53.2	0.35	53.5	0.35	53.7	0.35	54.2	0.34	54.6	0.34
34	51.7	0.36	51.9	0.36	52.3	0.36	52.6	0.35	53.1	0.34	53.6	0.34
36	50.4	0.37	50.6	0.37	51.0	0.37	51.5	0.36	52.0	0.35	52.5	0.35
37	49.7	0.37	50.2	0.37	50.4	0.37	51.0	0.36	51.5	0.35	52.0	0.35
38	49.1	0.38	49.4	0.38	49.9	0.38	50.4	0.37	51.0	0.37	51.5	0.36
39	48.4	0.38	48.7	0.38	49.3	0.38	49.8	0.37	50.4	0.37	51.0	0.37
40	47.6	0.39	48.0	0.39	48.6	0.39	49.2	0.38	49.8	0.38	50.5	0.37
41	46.8	0.39	47.2	0.39	47.8	0.39	48.2	0.38	49.1	0.38	49.8	0.38
42	46.0	0.40	46.5	0.40	47.1	0.39	47.8	0.39	48.4	0.38	49.1	0.38
43	45.1	0.41	45.6	0.41	46.3	0.40	47.0	0.39	47.6	0.39	48.4	0.39
44	44.2	0.42	44.8	0.42	45.5	0.41	46.2	0.40	46.8	0.40	47.7	0.39
45	42.2	0.43	43.8	0.43	44.6	0.42	45.4	0.41	46.0	0.41	47.0	0.40
46	42.2	0.44	42.9	0.44	43.7	0.43	44.6	0.42	45.2	0.42	46.3	0.41
47	41.2	0.45	41.9	0.45	42.8	0.44	43.7	0.43	44.4	0.43	45.6	0.42
48	40.1	0.47	40.9	0.46	41.8	0.45	42.8	0.44	43.6	0.44	44.9	0.43
49	39.0	0.49	39.8	0.47	40.8	0.46	41.8	0.45	42.8	0.44	44.0	0.43
50	37.8	0.51	38.7	0.49	39.7	0.48	40.8	0.46	41.9	0.45	43.2	0.44
51	36.6	0.54	37.6	0.52	38.6	0.50	39.7	0.47	41.0	0.46	42.3	0.45
52	35.3	0.57	36.1	0.55	37.4	0.52	38.6	0.49	40.0	0.47	41.4	0.45
53	33.8	0.60	35.0	0.58	36.1	0.54	37.5	0.51	38.9	0.49	40.5	0.45
54	32.2	0.63	33.5	0.60	34.8	0.56	36.4	0.53	37.6	0.51	39.4	0.45
55	30.6	0.66	32.0	0.62	33.5	0.59	35.2	0.55	36.8	0.53	38.4	0.50
56									35.6	0.55	37.3	0.52
57									34.2	0.58	36.1	0.54
58									32.8	0.61	34.9	0.56
59									31.4	0.64	33.7	0.58
60									30.0	0.67	32.5	0.60