

01125  
3



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**“ RELACION ENTRE LA LEY MINERA Y LA CARTOGRAFIA DE LAS  
CONCESIONES DE EXPLORACION Y EXPLOTACION ”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA**

**P R E S E N T A :**

**DAVID COLLADO RUIZ**



**MEXICO ,D .F.**

**2003**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/089/00

Señor  
DAVID COLLADO RUIZ  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. VICTOR ROBLES ALMERAYA, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA.

"RELACION ENTRE LA LEY MINERA Y LA CARTOGRAFIA DE LAS CONCESIONES  
DE EXPLORACION Y EXPLOTACION"

- INTRODUCCION
- I. GLOSARIO DE TERMINOS EMPLEADOS EN LA LEY MINERA
  - II. SOLICITUDES DE CONCESIONES MINERAS, TRABAJOS PERICIALES E INFORMES
  - III. METODOS TOPOGRAFICOS Y GEODESICOS DE LEVANTAMIENTOS
  - IV. SISTEMA DE REFERENCIA CONSIDERADO EN LOS LEVANTAMIENTOS GEODESICOS
  - V. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 17 de agosto de 2000.  
EL DIRECTOR

M. C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/GMPAustr.

## **ESTE TRABAJO ESTA DEDICADO:**

### A MI MADRE

"Por tu apoyo incondicional, por tu amor,  
por enseñarme a vivir y a ser un buen hijo,  
gracias por haber creído en mí"

### A MI PADRE

"Por haberme enseñado con el ejemplo a conocer el  
dolor y la responsabilidad en toda su amplitud, a formarme  
un carácter y a ser un hijo de bien"

### A LUCY

"A ti que has compartido mis triunfos y  
fracasos desde mi época de estudiante:  
espero que no te haya defraudado, gracias  
por ser ahora la compañera de mi vida y  
por haberme dado dos hijos maravillosos"

### A MIS HIJOS

"Angélica y Jesús parte de la razón de mi ser,  
espero que este trabajo les sirva como un estímulo  
para su vida personal y profesional y para que  
nunca dejen a la deriva lo que pueden terminar"

## **AGRADEZCO INFINITAMENTE**

### **A LA U.N.A.M.**

"Alma máter de mi vida profesional que por medio de la Facultad de Ingeniería y sus maestros me han dado la oportunidad de adquirir el conocimiento necesario y poder lograr tener una carrera"

### **AL ING. VICTOR ROBLES ALMERAYA**

"Maestro ejemplar de la carrera de Ingeniería Topográfica y Geodesica y que acepto con mucho gusto dirigir este trabajo de tesis"

### **AL ING. JOSE LUIS MENDÉZ NARÉZ**

"Mi agradecimiento especial por el estímulo y orientación para la elaboración de mi tesis"

### **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS**

"Que me han dado sus consejos y su apoyo incondicional"

## **RECONOCIMIETO**

"Al Grupo Acerero del Norte que me otorgó las facilidades y documentación necesaria para realizar este trabajo y en particular al Depto. de Concesiones mineras"

# I N D I C E

<b>INTRODUCCIÓN . . . . .</b>	<b>1</b>
-------------------------------	----------

## **TEMA I**

<b>GLOSARIO DE TERMINOS EMPLEADOS EN LA LEY MINERA . . . . .</b>	<b>9</b>
--	----------

- Definiciones contenidas en la Ley Minera vigente.
- Definiciones contenidas en el Reglamento de la Ley Minera.
- Definiciones contenidas en el Manual de Servicios al Público en Materia Minera.
- Términos más comunes utilizados en la República Mexicana.

## **TEMA II**

<b>SOLICITUDES DE CONCESIONES MINERAS, TRABAJOS PERICIALES E INFORMES. . . . .</b>	<b>26</b>
--	-----------

- Concesiones, asignaciones y reservas mineras.
- Solicitud de exploración.
- Solicitud de explotación.
- Formatos de las solicitudes de concesiones mineras.
- Características obligatorias del Punto de Partida.
- Contenido de un trabajo pericial.
- Ejemplo de un Trabajo Pericial.

## **TEMA III**

<b>MÉTODOS TOPOGRÁFICOS Y GEODESICOS DE LEVANTAMIENTOS. . . . .</b>	<b>82</b>
---	-----------

- Poligonación.
- Posicionamiento por satélites.
- Método topográfico para determinar las coordenadas del punto de partida.

- Método geodésico para determinar las coordenadas del punto de partida.
- Coordenadas U.T.M.
- Coordenadas Geográficas.
- Coordenadas Ortogonales.
- Observaciones Astronómicas.

**TEMA IV**

**SISTEMA DE REFERENCIA CONSIDERADO EN LOS LEVANTAMIENTOS  
GÉODESICOS. . . . . 122**

- El Geoide y el Elipsoide.
- Sistema elipsoidal.
- Datúm geodésico: ¿qué es? y como se clasifica.
- Sistema de referencia GPS: órbitas, coordenadas en el plano orbital, coordenadas en el sistema rectangular instantáneo.
- Introducción al sistema WGS84.
- Sistema NAD27.
- Cartografía Minera.

**TEMA V**

**CONCLUSIONES . . . . . 147**

- Aplicación del GPS a la Geodesia y la Topografía.
- El sistema Geodésico Mundial.

**BIBLIOGRAFÍA . . . . . 152**

## INTRODUCCION



## INTRODUCCION

El objetivo principal de este tema es resaltar la importancia de la relación que existe entre la actividad Topográfica y Minera, tomando en consideración que si bien la topografía esta fuertemente asociada a la tenencia de la tierra y su manejo, la minería permanece estrechamente ligada a su exploración, explotación y aprovechamiento.

De acuerdo con este concepto, podemos asegurar que estas dos actividades están hermanadas en el proceso de la explotación minera y que el grado de comunicación que se establezca entre ambas influirá en la mayor o menor eficiencia de esa explotación.

En el transcurso de este tema se insistirá en el hecho innegable de que la topografía y la geodesia, como todas las ciencias que intervienen en una explotación minera, quedaría implicada en la dinámica que debe animar a toda unidad minerometalúrgica.

Otro objetivo es señalar lo falso de un concepto que en la práctica se ha venido manejando desde siempre en las unidades mineras, y es el que se refiere a la idea de que la topografía es una actividad limitada a "medir" los rebajes y desarrollos en una mina; tan es así, que en el argot minero se menciona un "día de medida", llamado así al periodo de tiempo que dedican los topógrafos de la unidad a levantar los avances, cubicar el material tumbado y estimar las liquidaciones que deberán pagarse a los contratistas.

Sin afán de menospreciar "la medida", que sin duda es una actividad importante e indispensable en la operación de una mina, es considerado que se trata de sólo una mínima parte de la topografía dentro del contexto de la actividad topográfica que se desarrolla en la Industria Minera.

Para ilustrar lo anterior, veamos el siguiente diagrama.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ACTIVIDAD TOPOGRAFICA EN LA MINERIA

EXPLORACIÓN GEOLOGICA

DENUNCIAS MINEROS

CONCESIONES MINERAS

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

OPERACIÓN MINERA

1	APOYO TOPOGRAFICO	2	OBRAS MINERAS	3	DEFINICION MINERALIZACION
	Limita laterales Rehiscadas Secciones Configuración		Localización Barrenos Socavones Tiros		Planificación Áreas de interés por denunciar

4	DATOS DE CAMPO	5	ANALISIS CARTOGRAFICO	6	REGISTRO DENUNCIAS
	Punto de partida Ubicación Superficie		Investigación Agencia Delegación Direc. de minas		Presentación de solicitud de concesión minera

7	TRABAJOS PERICIALES	8	TERRENOS SUPERFICIALES	9	COMPROBACION DE OBRAS
	Localización Deslinde de terreno Amenajamiento		Investigación Renta Compra Expropiación		Justificación Trabajos e Inversiones de ley minera

10	TOPOGRAFIA BASICA	11	TRABAJOS PRELIMINARES	12	OBRAS DE SOPORTE
	Caminos Localizaciones Nivelaciones Configuraciones		Planillas Socavones Tiros Tajos		Polvorines Acueductos Presas de jalos

13	OBRAS DE EXPLOTACION	14	PLANTA DE BENEFICIO	15	RESERVAS MINERALES
	Ploteos Comunicaciones Desarrollos Rampas		Alineamientos Nivelaciones Trazos Depositos		Cubicaciones Nuevos proyectos Compras

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Como podemos observar, la "susodicha" medida ocupa el evento número 13 de los 15 o el 86.6% que constituyen toda la actividad topográfica en la minería, lo cual demuestra la vastedad de operaciones que forman el quehacer topográfico.

En todo proyecto de ingeniería, la topografía es el soporte técnico inicial y en el caso de la minería es la topografía la actividad de mayor vigencia ya que todos los procesos técnicos del desarrollo de una unidad minera desde el descubrimiento hasta el agotamiento del mineral requieren de su presencia.

Con respecto al Sistema Global de Posicionamiento, podemos decir que, el motivo es indispensable, porque aludimos a la tecnología moderna que nos presenta a los satélites como un elemento decisivo en la obtención de información. Y es que, el hombre desde siempre ha tratado de encontrar su ubicación dentro de un espacio vital y también fuera de su planeta, es por ello que ha observado, calificado y cuantificado casi todos los cuerpos estelares visibles y aún los no visibles. De esta forma el hombre aprendió a calcular su posición, a ubicar su entorno y a dimensionar el área en la cual se desenvolvía, esto es, ha estado haciendo topografía desde que se dio cuenta de su propia capacidad para manejar los elementos naturales y sus recursos como son: las estrellas para posicionar, las tierras para dimensionarlas y las aguas para nivelarlas.

Podemos asegurar entonces que la topografía es una de las ciencias más antiguas sobre la tierra, y en la actualidad su desarrollo es sumamente relevante ya que por medio de ella conocemos a fondo la magnitud de nuestros recursos naturales, su evaluación y la planeación de su administración.

En resumen, topografía es: Astros, Estrellas, Satélites, Rayos Infrarrojos, Rayos Láser, Radares, Computadoras, Fotografías Aéreas, todo ello traducido en coordenadas de Latitud, Longitud, Alturas sobre el nivel del mar, Distancias, Rumbos, Desniveles, Mapas, Planos, Perfiles, Secciones, etc.

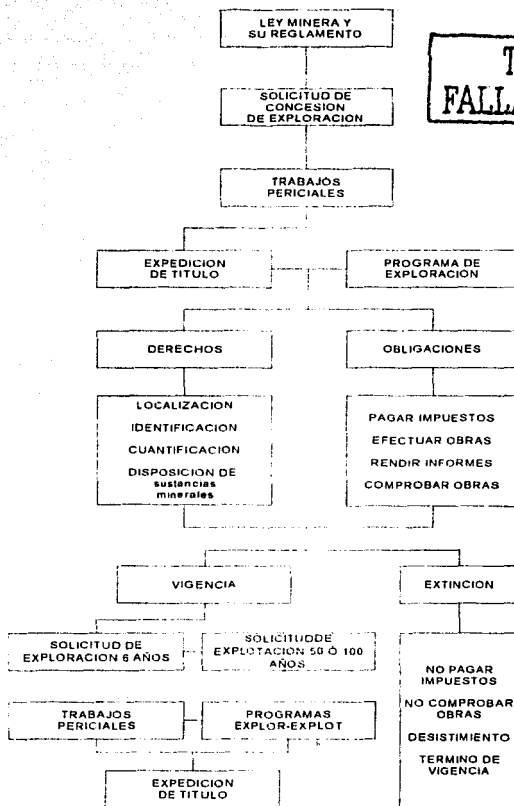
Hablar de la "TOPOGRAFÍA LEGAL" sería hablar en función de la relación que la actividad topográfica mantiene para cumplir diversos ordenamientos legales que rigen la operación minera. Estos ordenamientos implican la ejecución de levantamientos topográficos para "denunciar" lotes mineros, ocupar predios superficiales, trazar caminos, brechar linderos, conducir aguas, localizar polvorines, depositar desechos, etc.

Lo anterior implica conocer al menos los conceptos básicos de las leyes que rigen estas actividades, así como los diversos trámites para obtener las autorizaciones correspondientes, todo ello con objeto de evitar en su momento cualquier suspensión de los trabajos y las consecuentes sanciones. Y debido a la estrecha relación que la operación minera tiene con la Ley Minera, es absolutamente indispensable conocer a fondo esta ley y su Reglamento, puesto que de su manejo depende la agilidad para denunciar lotes mineros, obtener las concesiones y mantenerlas vigentes. Los principales elementos que conforman la ley minera se enlistan a continuación:

- I. Sustancias concesibles.
- II. Clases de concesiones.
- III. Reservas Mineras Nacionales.
- IV. Asignaciones.
- V. Concesionarios.
- VI. Asignatarios.
- VII. Derechos y obligaciones.
- VIII. Trabajos periciales.
- IX. Instructivo para peritos.
- X. Contratos.
- XI. Ocupación superficial.
- XII. Expropiación.
- XIII. Arancel.
- XIV. Agencia de Minería.
- XV. Delegaciones regionales.
- XVI. Registro Público de Minería.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Enseguida se muestra un diagrama que indica el panorama del tránsito de una solicitud de concesión minera desde su inicio hasta su extinción.



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

De todo esto podemos concluir que:

1°.- la actividad topográfica es parte integrante de una organización o sistema abierto, es decir, de un conjunto de actividades interdependientes, que intercambian información para alcanzar objetivos comunes.

La topografía, como parte integrante de una organización y en función del trabajo que desarrolla, podemos establecer que es una actividad de:

**UNION**, entre las áreas de Geología y Minería durante el proceso de la exploración, dada su tarea de apoyo y control de la cartografía superficial y subterránea.

**COMPRESION**, entre los departamentos de Planeación y Operación en el desarrollo de las obras mineras, ya que antes y durante la ejecución de éstas, el control permite al operador ajustarse a los proyectos planeados.

**IDENTIFICACION**, entre gerencia y perito minero en la administración de las concesiones mineras, para el control y cumplimiento de las obligaciones de la ley minera.

2°.- La topografía es una técnica:

**INTERESANTE**, porque presenta la alternativa de manejar a discreción, métodos elementales y prácticos con equipo básico, así como procedimientos complejos de alta precisión, utilizando sofisticados instrumentos de tecnología espacial.

**GRATA**, porque implica el contacto directo con ambientes naturales, proporcionando el placer de conocer lugares del país en estado semi-virgen, disfrutando del espectáculo de la vida en estado de pureza.

**TRASCENDENTAL**, porque contribuye al desarrollo industrial de la nación, puesto que con esta técnica se inicia prácticamente cualquier proyecto de ingeniería.

3° .- La topografía es una técnica cuyo conocimiento, en mayor o menor medida, requiere tener cualquier persona dedicada a la minería; ya sea:

- ◆ **Ingeniero Minero:** para efectuar sus operaciones de desarrollo en la mina, o bien para la iniciación de nuevos proyectos.
- ◆ **Superintendente de mina:** para la planeación y control de las obras mineras.
- ◆ **Gerente de unidad:** para interpretar la planeación de las obras mineras y decidir su ejecución.
- ◆ **Empresario minero:** para analizar la extensión superficial de sus concesiones mineras y programar las inversiones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TEMA I

**GLOSARIO DE TERMINOS EMPLEADOS EN LA LEY MINERA**



## **DEFINICIONES CONTENIDAS EN LA LEY MINERA VIGENTE**

**EXPLORACIÓN.** Obras y trabajos realizados en el terreno con el objeto de identificar depósitos minerales, al igual que de cuantificar y evaluar las reservas económicamente aprovechables que contengan.

**EXPLOTACIÓN.** Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales existentes en el mismo.

**BENEFICIO.** Trabajos para preparación, tratamiento, fundición de primera mano y refinación, de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar y obtener minerales o sustancias al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos.

La exploración explotación y beneficio de los minerales o sustancias a que se refiere la Ley Minera son de utilidad pública, serán preferentes sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del federal, podrán establecerse contribuciones que graven estas actividades.

Toda concesión de exploración o explotación y asignación o zona que se incorpore a reservas mineras deberá referirse a un lote minero, sólido de profundidad indefinida, definido por planos verticales cuya cara superior es la superficie del terreno, sobre la cual se determina el perímetro que comprende.

Los lados que integran el perímetro del lote deberán estar orientados astronómicamente Norte-Sur y Este-Oeste y la longitud de cada lado será de cien o múltiplos de cien metros, excepto cuando estas condiciones no puedan cumplirse por colindar con otros lotes mineros establecidos con anterioridad.

La localización del lote minero se determinará con base en un punto fijo en el terreno, denominado punto de partida, ligado con el perímetro de dicho lote o ubicado sobre el mismo. La liga del punto de partida será perpendicular preferentemente a cualquiera de los lados Norte-Sur o Este-Oeste del perímetro del lote.

**TERRENO LIBRE.** Se considera terreno libre el comprendido dentro del territorio Nacional, con excepción del ubicado en o amparado por:

- I. Zonas marinas mexicanas.
- II. Zonas incorporadas a reservas mineras.
- III. Concesiones y asignaciones vigentes.
- IV. Solicitudes de concesiones y asignaciones mineras en trámite.
- V. Concesiones que se hayan otorgado mediante concurso que, posteriormente, sean canceladas.
- VI. Concesiones que hayan sustituido a concesiones otorgadas previamente mediante concurso, y posteriormente sean canceladas.
- VII. Los lotes respecto de los que no se hubieran otorgado concesiones de exploración por haberse declarado desierto el concurso respectivo.

Los terrenos serán libres a los treinta días naturales de que se publique la declaratoria de libertad de los mismos en el Diario Oficial de la Federación.

**AGRUPAMIENTO DE CONCESIONES MINERAS.** El agrupamiento de concesiones mineras procederá cuando los lotes sean colindantes o constituyan una unidad minera o minerometalúrgica desde el punto de vista técnico y administrativo además, de que sus titulares no hayan incurrido en ninguna de las causales de cancelación que establece la ley.

**CONSEJO DE RECURSOS MINERALES.** Organismo descentralizado dependiente de la Secretaría de Economía y que tiene personalidad jurídica y patrimonio propios.

El consejo de Recursos Minerales tiene por objeto:

- I. Identificar y cuantificar los recursos minerales potenciales de la Nación.
- II. Llevar el inventario de los depósitos minerales del país y proporcionar el servicio público de información Geológico-Minero.
- III. Promover la investigación para ampliar el aprovechamiento técnico-industrial de los recursos minerales de la Nación.
- IV. Identificar y promover ante las autoridades competentes la ejecución de obras de infraestructura que propicie el desarrollo de nuevos distritos mineros.
- V. Aportar elementos de juicio a la Secretaría en relación con los minerales o sustancias que deban determinarse como concesibles y sobre las obras por incorporar o desincorporar de reservas mineras.
- VI. Auxiliar a la Secretaría en los concursos que se refiere esta ley.
- VII. Actuar como órgano de consulta de la Secretaría en los peritajes en que esta intervenga.
- VIII. Dar a la pequeña y mediana minería y al sector social asesoría técnica en materia de cubicación de depósitos minerales y análisis físico-químicos de contenidos económicamente aprovechables.
- IX. Participar en los fondos de inversión de riesgo compartido para exploración.
- X. Certificar a costa del interesado reservas cubicadas por particulares que deseen otorgar en garantía los derechos derivados de su concesión minera.
- XI. Celebrar contratos mediante licitación pública para llevar acabo las obras y trabajos dentro de los lotes que amparen las asignaciones mineras expedidas en su favor, previa autorización de la Secretaría y en los términos previstos al efecto por el reglamento de la Ley Minera.
- XII. Coordinarse con otras entidades e instituciones públicas que realicen investigaciones geocientíficas o de exploración geotécnica en el territorio Nacional.
- XIII. Desarrollar, introducir y adaptar nuevas tecnologías, a fin de mejorar la exploración, explotación y aprovechamiento de los recursos minerales de la Nación, y
- XIV. Realizar las actividades que le confieren expresamente otras leyes.

La administración del Consejo de recursos minerales estará a cargo de un Consejo Directivo integrado por las dependencias y los organismos representativos de la rama que determine el Reglamento de la Ley Minera. Su patrimonio se integrará con las aportaciones del Gobierno Federal que anualmente determine el Presupuesto de Egresos de la Federación, las primas por descubrimiento que señala la ley, los ingresos por los servicios que proporcione y los bienes que adquiera por cualquier otro título.

**NOTA:** Las concesiones mineras conferirán derechos sobre todos los minerales sustancias sujetos a la aplicación de la ley.

**CORRECCION ADMINISTRATIVA.** Se da cuando la Secretaría encuentra que los datos consignados en un título de concesión o de asignación minera son erróneos o no corresponden al terreno que legalmente deba amparar, lo comunicará a su titular para que, dentro de un plazo de 30 días naturales, manifieste lo que a su derecho convenga y proporcione los datos y documentos que le sean requeridos. La Secretaría dictará resolución con base en la contestación del interesado y las constancias del expediente y, de proceder, ordenará la corrección del título, así como su inscripción en el Registro Público de Minería.

**EXPROPIACIÓN.** Al igual que la ocupación temporal o constitución de servidumbre de paso, es un derecho que tienen las concesiones de ocupar los terrenos indispensables para llevar a cabo obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio, así como para el depósito de terreros, jales, escorias y graseros.

La reversión de los bienes expropiados y la declaración de insubsistencia de las resoluciones de ocupación temporal o constitución de servidumbre, procederá cuando:

- I. El terreno objeto de las mismas sea destinado a un uso distinto de aquel que justificó la afectación.
- II. Se incumpla el pago de la indemnización.
- III. Judicialmente así se ordene.
- IV. Se declare nula o cancele la concesión con base en la cual se ejerció el derecho a obtenerla.
- V. Las obras o trabajos por ejecutar se suspendieran por el término de un año, salvo en los casos a que alude el artículo 31 de la ley.

En los casos de expropiación, la reversión de los bienes a favor del afectado procederá cuando su causa ocurra dentro de los cinco años siguientes a la fecha de notificación del decreto respectivo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DEFINICIONES CONTENIDAS EN EL REGLAMENTO DE LA LEY MINERA

**CARTOGRAFÍA MINERA.** Es la representación gráfica de la ubicación y perímetro de los lotes amparados por concesiones, asignaciones y reservas mineras vigentes; solicitudes de éstas en trámite; concesiones otorgadas mediante concurso o derivadas de las mismas que sean canceladas; lotes relativos a concurso declarados desiertos, así como terrenos en los que aún no se haya publicado la declaratoria de libertad correspondiente.

**COORDENADAS.** Los valores que determinan la posición del punto de partida en la Proyección Universal Transversa de Mercator o los que resulten de la liga entre dicho punto y un punto de control, obtenidos mediante cualquiera de los métodos previstos en el Manual y en las normas oficiales mexicanas aplicables.

**LIGA TOPOGRÁFICA.** La distancia horizontal y rumbo astronómico entre dos puntos.

**PUNTO DE CONTROL.** Un punto de la Subred Geodésica Minera o un vértice de la Red Geodésica Nacional.

**MANUAL.** Manual de Servicios al Público en materia minera.

**PUNTO DE PARTIDA.** Es un punto fijo en el terreno, real e identificable a través de una mojonera reglamentada, ligado con el perímetro del lote o ubicado sobre él, con las características que señala el Manual de Servicios al público en Mat Min.

**SOCIEDAD MINERA.** Una sociedad con capacidad legal para ser titular de concesiones mineras.

**TRABAJOS PERICIALES.** Se refieren a los trabajos realizados en el terreno por un perito minero para establecer las coordenadas del punto de partida de un lote

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

minero y consignar la relación topográfica de éste con lotes mineros colindantes, a fin de determinar el terreno que resulta amparado por dicho lote.

**UNIDAD MINERA.** Lotes mineros **no colindantes** constituyen una unidad minera o minero – metalúrgica desde el punto de vista técnico y administrativo, cuando las concesiones que amparen dichos lotes.

- I. Sean de la misma clase, esto es de exploración o de explotación, según el informe que se deba rendir;
- II. Los controles administrativos, técnicos, contables y fiscales relacionados con las mismas estén a cargo de la referida unidad, y
- III. Si se trata de informes que correspondan a concesiones de explotación, los lotes estén comprendidos dentro de una misma zona metalogenética de las consignadas en la carta Geológica de la República Mexicana.

**INFORMES TECNICOS.** Los titulares de concesiones de exploración están obligados a rendir a la Secretaría, dentro de los 90 días siguientes al término de la vigencia de la concesión, un informe técnico sobre las obras y trabajos desarrollados, siempre que la superficie que ampare la concesión o el agrupamiento de éstas sea superior a cien hectáreas. Dicho informe deberá contener:

- I. Nombre del titular de la concesión de exploración o de quien lleve acabo estas obras y trabajos mediante contrato.
- II. Nombre del lote o de aquel que encabece el agrupamiento y número de título.
- III. Periodo a que se refiere el informe.
- IV. Situación del lote antes de iniciar las obras y trabajos de exploración, y
- V. Descripción genérica de las obras y trabajos exploración ejecutados.

**MOJONERAS TESTIGO.** Cuando derivado de las condiciones de trabajo se

requiera destruir la mojonera que indica la posición del punto de partida de un lote minero, el interesado podrá hacerlo previa la construcción de dos mojoneras testigo, con las particulares que señale el Manual, en lugar tal que sean intervisibles entre sí y con la que se destruirá. A estos efectos, se tendrá que rendir un informe a la Secretaría, dentro de los 21 días siguientes a la construcción de las mojoneras testigo, el cual deberá contener los siguientes requisitos:

- I. Nombre del titular de la concesión.
- II. Nombre del lote y número de título o expediente.
- III. Motivo por el que se procedió a destruir la mojonera original y datos de la ubicación de la misma con sus coordenadas, antes de su destrucción.
- IV. Coordenadas correspondientes a las dos mojoneras testigo, o valores de las ligas topográficas entre dichas mojoneras y la que se destruyó, y
- V. Acompañarse tres fotografías, una que señale la ubicación de la mojonera original antes de su destrucción y dos fotografías que expresen la ubicación de las mojoneras testigo desde ángulos distintos, así como un plano suscrito por un perito minero, en el cual se precisen las ligas topográficas entre las tres mojoneras, de acuerdo en lo previsto por el Manual.

**PERITOS MINEROS.** Los trabajos periciales deberán ser efectuados por peritos mineros registrados ante la Secretaría, observando lo dispuesto en el Reglamento de la Ley Minera y en las normas oficiales mexicanas aplicables.

Para inscribirse en el Registro de Peritos Mineros deberán satisfacerse los requisitos siguientes:

- I. En el caso de personas físicas:
  - a. Haber obtenido título profesional o grado académico equivalente, legalmente registrado, de ingeniero topógrafo, geodesta, de minas o geólogo, o

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



- b. Exhibir carta de pasante de alguna de las carreras mencionadas expedida por institución con reconocimiento de validez oficial de estudios.
- II. Tratándose de personas morales:
- a. Tener el carácter de institución oficial capacitada para efectuar levantamientos geodésicos o topográficos, o
  - b. Estar legalmente constituida como sociedad civil o mercantil y tener por objeto la ejecución de levantamientos geodésicos o topográficos.

Para acreditar la inscripción en el Registro de Peritos Mineros de los responsables que se señalen en la solicitud, bastará con indicar el número de inscripción en dicho registro.

La inscripción en el Registro de Peritos Mineros tendrá vigencia de 5 años y podrá renovarse por plazos iguales, previa solicitud firmada por el interesado, presentada dentro de los 60 días anteriores a la conclusión de la vigencia, a la que se acompañarán nuevas fotografías. Si el interesado no efectúa la renovación de su registro, dentro del plazo señalado, se procederá de oficio a la cancelación del mismo por término de su vigencia.

**Se suspenderán los efectos del registro de un perito minero por un año, cuando:**

- I. Reciba tres amonestaciones de la Secretaría durante un año, por no haber realizado los trabajos periciales conforme a lo establecido por el Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, o más del 5% de los trabajos periciales que realice en un año no se ajusten a lo previsto por dichas normas y origen:
  - a. La desaprobarción de las solicitudes de que se trate;
  - b. El otorgamiento de las concesiones respectivas de forma diversa a la solicitada por el promovente, o
  - c. La corrección de los títulos de concesión o asignación que hubieren

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

expedido.

- d. Haya dado causa al incumplimiento del contrato de prestación de servicios celebrado con el interesado, en la elaboración o entrega de los trabajos periciales correspondientes;
- II. Se niegue a corregir las deficiencias o a subsanar las omisiones que la Secretaría haya encontrado, o pretenda cobrar honorarios adicionales respecto de trabajos que originalmente haya ejecutado, salvo que dichas deficiencias u omisiones obedezcan a causas que no le sean imputables;
- IV. No determine con precisión las coordenadas del **punto de partida** o correctamente la liga de dicho punto a un punto de control, conforme a lo establecido en las normas oficiales mexicanas aplicables, o bien, se acredite posteriormente que no coinciden la ubicación de la mojonera que identificó el punto de partida de la solicitud original, con las coordenadas correspondientes al punto de partida, determinadas en el título de concesión o asignación expedido.

Durante el periodo de suspensión, los peritos mineros únicamente podrán realizar correcciones o subsanar omisiones de trabajos efectuados con anterioridad a dicha suspensión.

**Se cancelará el registro de un perito minero cuando:**

- I. Proporcione datos o documentos falsos;
- II. Suscriba trabajos periciales no ejecutados o supervisados por él, no efectuados en el terreno o cuando estén suspendidos los efectos de su registro;
- III. No realice la sustitución del único responsable, o bien, no dé aviso de dicha sustitución, conforme a lo establecido en el párrafo primero del artículo 104 del Reglamento de la Ley Minera;
- IV. Permita que se suscriban trabajos periciales por los responsables, cuando éstos tengan cancelada su inscripción en el Registro de Peritos Mineros o

- suspendidos los efectos de la misma, o bien, cuando no cumplan los requisitos a que se refiere el último párrafo del artículo 101 del Reglamento, y
- V. No realice cuando menos un trabajo pericial en un periodo de dos años.

## **DEFINICIONES CONTENIDAS EN EL MANUAL DE SERVICIOS AL PUBLICO EN MATERIA MINERA**

**DIRECCIÓN.** La Dirección General de Minas, adscrita a la Coordinación General de Minería dependiente de la Secretaría de Economía.

**AGENCIAS DE MINERIA.** Las áreas administrativas adscritas a las Subdirecciones de Minería.

**DELEGACIONES.** Las Delegaciones Federales de la Secretaría en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Jalisco, Puebla, Querétaro, Sonora y Zacatecas.

**LÍNEA AUXILIAR (L.A).** Es la liga topográfica que enlaza al punto de partida con el punto número 1 del perímetro del lote y que será perpendicular preferentemente a cualquiera de los lados Norte-Sur o Este-Oeste de dichos perímetros, en los términos del artículo 12 de la ley.

**LÍNEA BASE.** La línea con acimut y distancia horizontal oficiales, que enlaza un "P.C." con su correspondiente "L.B."

**"L.B."** El otro punto en el otro extremo de la línea base.

**POSICIONAMIENTO SATELITARIO AUTÓNOMO.** La obtención directa de las coordenadas geográficas o U.T.M. sin apoyo en otro punto de coordenadas conocidas.

**POSICIONAMINETO SATELITARIO DIFERENCIAL (Translocalización).** La obtención de las coordenadas U.T.M. de un punto mediante lecturas simultáneas con dos o más receptores G.P.S. (uno en el punto), apoyándose en puntos de control o estaciones fijas INEGI.

**UNIDAD ADMINISTRATIVA.** Delegación, Delegación Federal o Dirección.

**DESAPROBACIÓN.** Negar solicitudes de concesión y asignación minera, de reducción, identificación o unificación de superficie amparada por éstas, así como las de prórroga de vigencia de explotación, por no satisfacer las condiciones y requisitos legales.

## **TÉRMINOS MINEROS MÁS COMUNES UTILIZADOS EN LA REPÚBLICA MEXICANA**

De la guía del Prospector Minero se incluyen algunos términos geológicos y técnicos que son de uso común en cualquier operación minera. Algunos de estos términos datan desde el tiempo de la colonia y continúan en uso, otros han desaparecido o bien han sido reemplazados por otros nuevos, la mayoría son de uso local y pueden tener diferentes significados según la ubicación del distrito minero.

**ABRAS.** Son aberturas de los cerros, que demuestran fuerza de evaporación subterránea que las hizo reventar, y son señales de minas como los riscos que suelen tener en sus labios.

**ACHICHINQUES.** Hombres encargados de acarrear agua hasta la pileta en el fondo del tiro para ser extraída por medio de malacate, funcionaron hasta antes de la máquina de vapor.

**ADEME.** Estructura de madera o de hierro que se utiliza para fortificar respaldos o cielos flojos. Hay ademes de canon y de tiro. Ademador es el hombre que hace ademes. Revestimiento de madera en las paredes de obras mineras. Sostenimiento de labores con madera, fierro concreto, etc. para mantenerlas abiertas.

**AGRIMENSOR.** Ingeniero Topógrafo.

**AHONDE.** Profundizar una obra minera.

**ALCANCIA.** Obra minera entre niveles o conducto para transportar mineral por gravedad. Construcción de madera o fierro que sirve de compuerta para elevar el equipo de transporte. Hueco entre un nivel superior y otro inferior, por el cual el mineral del tumble desciende controlándose con una compuerta que se abre para llenar los vehículos de acarreo.

**AMALGAMA.** Aleación de mercurio con otro metal o metales. La amalgamación es el proceso químico metalúrgico para recuperar el oro y la plata por medio del mercurio.

**AMOJONAR.** Poner mojoneras o monumentos topográficos.

**APEROS.** Son todas las cosas necesarias para la corriente de los "tiros", "norias", composición de "galeras", y demás, conducente a las obras subterráneas de las minas. Llámese "aperador" el que tiene bajo su mano, y distribuye según conviene.

**BANCO.** Terraplén macizo usado como camino. / Explotación escalonada. / Grandes y duras penas masivas que desvían o estrechan la veta desapareciéndola o haciéndola tomar otro rumbo.

**BOCHORNO.** Excesivo calor, que apaga las luces dentro de las minas por falta de verificación y haberse trabajado sin dar cruceros, para que devane el viento. Con los efluvios que despiden los operarios con la fatiga, se aumentan, y se apagan las luces, es menester que salgan luego algunos de ellos, con lo que suele volver a tomar aliento la llama.

**BRUJULA BRUNTON.** Brújula que se emplea en levantamientos topográficos, tienen como aditamentos un clinómetro para medir ángulos verticales y pinulas para dirigir las visuales.

**CATA.** Tiro poco profundo. / Pozo superficial de exploración. / Obra de exploración muy superficial.

**CHAFLAN.** Pozo de ventilación.

**CHIFLON.** Obra minera interior cavada hacia arriba para comunicar con galerías más altas. Trabajar a chiflón es ir ganando a un tiempo longitud y profundidad. También se considera un corte y hacia delante y abajo al perseguir la veta.

**CIELO.** Techo del socavón. / Parte alta del interior de las galerías. / Trabajar de cielo se llama, cuando el operario en pie o de rodillas trabaja en la bóveda o cielo de la labor. Trabajo de minería a poca profundidad sin tiros ni socavones o hacer trabajos de explotación superficial, se denomina **trabajo a cielo abierto**.

**CUELE.** Avance o desarrollo en la extracción en un turno o tiempo dado. / Se dice del perforar socavones o tiros. / Avance en metro lineales de las distintas obras mineras.

**DESMONTE.** Toda piedra inútil que se quita de los lados y tapas de la veta, que queda limpia separándose los desmontes, piedras y "tepetates".

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**DISTRITO O CAMPO MINERO.** Asentamiento humano establecido en las partes cercanas o próximas a un yacimiento en explosión.

**FRENTE.** Obra horizontal subterránea abierta en la misma dirección en que corre la veta. / Obra minera de extracción en mantos mineralizados o yacimientos de carbón de sección longitudinal – horizontal.

**FUQUE.** Barreno cargado que no explotó durante la disparada, es muy peligroso si el minero no lo descarga adecuadamente.

**GRASAS.** Natas o escorias que se apartan del metal cuando del horno de fundición sale a la "pileta". Estas natas sueltan los "plomillos". El depósito de escorias de la fundición se le denomina **grasero**.

**HACIENDA DE BENEFICIO.** Instalaciones donde el mineral se tritura, muele y se somete a la acción de algunos reactivos para dejar libre la plata, el oro u otro metal. Las primeras en el país fueron las azoquerías, después las de cianuración y actualmente las de flotación.

**JALES.** Depósito de desperdicios provenientes de la planta de beneficio. / Lodos o lamas de desperdicio de plantas de beneficio.

**LUMBRERA.** Obra minera o tiro de ventilación. / Comunicación entre dos niveles o entre un nivel y la superficie que actúa como ventilador.

**MALACATE.** Cuña que da vuelta. Aparato precortesiano usado en minería para subir minerales o agua de los tiros y para hacer el tránsito de los trabajadores.

**MANDONES.** Operarios inteligentes que se encargan de las labores que pueden gobernar, destinan al número competente de barrenadores, determinan el sitio de los barrenos, reconocen si están en regla según la medida dada, mandan cargar,

los dispara, baja a reconocer cómo han obrado y si alguno salió fallo anota si fue defecto del que lo hizo y se le rebaja la paga.

**MOGROLLO.** El mineral más rico en plata. Lo mismo que el mineral de "cebo" por ser muy rico, y no se funde en horno sino que se asegura en baño del vaso.

**PEGAR.** Detonar con dinamita o pólvora.

**PILAR.** Porción del mismo cerro que se va dejando con los cortes que se han hecho en cruz sobre la veta, esto es, un sostenimiento de los cielos o respaldo de las minas, intermedio de los pozos, cruceros o frontones que deben forrarse con madera y no deben comerse o debilitarse. Es parte también de mineral que se va dejando como sostén.

**PILETA.** Lugar donde se recogen las aguas dentro de la mina para que no descieran a inundar las labores bajas y en el horno de fundición, la jícara o vaso adonde baja desde el "reposadero" el metal derretido.

**PLOMEO.** Introducción de la meridiana al interior de la mina por medio de plomadas.

**PLOMILLOS.** Partículas plomosas que sueltan las natas o escorias del metal.



**TEMA II**

**SOLICITUDES DE CONCESIONES MINERAS, TRABAJOS PERICIALES  
E INFORMES**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## CONCESIONES, ASIGNACIONES Y RESERVAS MINERAS

**CONCESIONES.** La exploración y explotación de los minerales o sustancias de la ley, sólo podrá realizarse por personas físicas de nacionalidad mexicana, ejidos y comunidades agrarias y sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, mediante concesiones mineras otorgadas por la Secretaría. Las **concesiones** mineras serán de exploración y de explotación.

Se consideran legalmente capacitadas para ser titulares de **concesiones mineras** las sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas:

- I. Cuyo objeto social se refiera a la exploración o explotación de los minerales o sustancias sujetos a la aplicación de la ley.
- II. Que tengan su domicilio legal en la República Mexicana, y
- III. En las que la participación de inversionistas extranjeros, en su caso, se ajuste a las disposiciones de la ley de la materia.

Las concesiones de exploración en las zonas marinas mexicanas a que se refiere el artículo 3° de la ley federal del mar, se deberán otorgar por concurso.

Las concesiones de exploración tendrán una duración improrrogable de seis años, contados a partir de la fecha de su inscripción en Registro Público de Minería.

Dichas concesiones serán sustituidas por una o más concesiones de explotación si sus titulares no incurrieron en las causales de cancelación establecidas por la ley, lo solicitan antes de que concluya su vigencia y el perímetro del lote objeto de las solicitudes está comprendido totalmente dentro de la superficie amparada por las concesiones que se sustituyen.

Las concesiones de explotación tendrán duración de 50 años, contados a partir de la fecha de su inscripción en el Registro Público de Minería. Tales concesiones se

prorrogarán por igual término si sus titulares no incurrieron en las causales de cancelación previstas por la ley y lo solicitan dentro de los 5 años previos al término de su vigencia.

**ASIGNACION MINERA.** La exploración del territorio nacional con el objeto de identificar y cuantificar los recursos minerales potenciales de la Nación se llevará a cabo por el Consejo de Recursos Minerales, por medio de **asignaciones mineras** que serán expedidas únicamente a favor de este organismo por la Secretaría de Economía.

Las asignaciones mineras conferirán derechos sobre todos los minerales o sustancias sujetos a la aplicación de la ley y tendrán una duración improrrogable de seis años, contados a partir de la fecha de publicación del título respectivo en el Diario Oficial de la Federación.

Las asignaciones mineras confieren derecho a:

- I. Realizar obras y trabajos de exploración dentro del lote minero que amparen.
- II. Obtener la ocupación temporal o constitución de servidumbre de los terrenos indispensables para llevar a cabo las obras y trabajos de exploración.
- III. Reducir e identificar la superficie que amparen.
- IV. Desistirse de la mismas o de los derechos que de ella deriven.

**Las asignaciones serán intransmisibles y no podrán ser objeto de gravamen alguno.**

El consejo de recursos minerales, antes del término de la vigencia de cada **asignación**, deberá rendir un informe escrito de sobre los resultados obtenidos con motivo de los trabajos llevados a cabo para que ésta proceda a declarar:

- I. La cancelación de la asignación y la consiguiente libertad del terreno.

- II. La cancelación de la asignación y la celebración del o de los concursantes para continuar los trabajos de exploración en la totalidad o parte del terreno, así como la libertad del terreno que en su caso se abandone, o
- III. La cancelación de la asignación y la incorporación a reservas mineras de la totalidad o parte del terreno amparado, al igual que la libertad de que en su caso se abandone.

**RESERVAS MINERAS.** Por causa de utilidad pública o para la satisfacción de necesidades futuras del país podrán establecerse **zonas de reservas mineras**, mediante decreto del Ejecutivo Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación. Sobre las zonas incorporadas a dichas reservas no se otorgarán concesiones ni asignaciones mineras.

Para los efectos de incorporar una zona a reservas mineras, se entiende por obras y trabajos de exploración a semidetalle aquellos que permiten conocer la morfología del depósito mineral; el rumbo, inclinación y fallamientos principales del mismo; su longitud y espesor, así como los contenidos y uniformidad de la mineralización.

Para incorporar una zona a reservas mineras, la Secretaría previamente deberá elaborar una manifestación de impacto regulatorio sobre el efecto de dicha incorporación, en los términos del artículo 4 A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, tomando en cuenta, entre otros aspectos, el valor a precio de mercado de las reservas minerales probables y potenciales, cubicadas con motivo de las obras y trabajos desarrollados y el beneficio que se obtendría por el uso alternativo del terreno o del uso del depósito mineral que éste contenga.

Los títulos de concesión y de asignación mineras y los decretos de incorporación de zonas a reservas mineras se expedirán, siempre y cuando se satisfagan las condiciones y requisitos establecidos por la ley.

## SOLICITUD DE EXPLORACIÓN

Las solicitudes de concesión de exploración o de asignación minera, deberán contener:

- I. Nombre del lote;
- II. Superficie del lote en hectáreas;
- III. Municipio y estado en que se ubique el lote;
- IV. Principales minerales o sustancias motivo de las obras y trabajos de exploración;
- V. Ubicación del punto de partida y referencias a lugares conocidos y centros de población de la zona y su ruta de acceso desde el poblado más cercano;
- VI. Lados, rumbos, distancias horizontales y colindancias del perímetro del lote y, en su caso, de la línea o líneas auxiliares del punto de partida a dicho perímetro;
- VII. Perímetro a perímetros interiores de lotes mineros preexistente de ser el caso, y
- VIII. En su caso, nombre del lote y número de expediente o del título que amparaba con anterioridad al mismo.

A las solicitudes se acompañaran tres fotografías: una que muestre la mojonera, que señala la posición del punto de partida y sus datos de identificación, y otras dos tomadas desde distinto ángulo y distancia, en que se aprecien los aspectos panorámicos del terreno que rodea a dicha mojonera, indicando su posición con una flecha.

Cuando se trate de solicitudes cuya superficie sea mayor a 50 hectáreas, se acompañará a las mismas un plano en el que se precise la localización del punto de partida del lote y se dibuje la posición de dicho punto, la línea auxiliar, si es el caso, y el perímetro, conforme a los métodos, términos y condiciones que establezca el Manual de Servicios al Público en Materia Minera.

Tratándose de las solicitudes que se presenten con motivo de una publicación de declaratoria de libertad de terreno de un lote minero, independientemente de la superficie objeto solicitud, deberá anexarse el plano mencionado en el párrafo anterior. En los casos en que el punto de partida señalado en la solicitud sea diferente al del establecido en la declaratoria, se deberá hacer una referencia con el nuevo punto.

### **SOLICITUD DE EXPLOTACIÓN**

Las solicitudes de concesión de explotación que se presenten con el mismo punto de partida y por el mismo perímetro que tenga el lote amparado por la concesión de exploración que se sustituye, expresarán, para efectos de su registro y admisión:

- I. Nombre del lote,
- II. Superficie en hectáreas,
- III. Municipio y estado en que se ubique, y
- IV. Numero del título del que se deriva.

En este supuesto, la Secretaría tendrá por aprobada la solicitud y deberá expedir el título de concesión dentro de un término de 15 días, a partir de la recepción de dicha solicitud.

La Secretaría se reserva en los términos del artículo 18 de la ley, la facultad de modificar el título así expedido, si con posterioridad se requiere llevar a cabo alguna corrección en el mismo, si sus datos son erróneos o no correspondan al terreno que legalmente deba amparar.

Si el punto de partida señalado en las solicitudes de concesión de explotación es distinto al del lote de la concesión de exploración que se sustituye, pero se refiere al mismo perímetro, además de los requisitos señalados en el párrafo anterior, el

interesado deberá por medio de un perito minero presentar junto con la solicitud la liga topográfica entre dicho punto y el que corresponda al lote objeto de tal solicitud.

Cuando la solicitud de explotación se refiere a una o varias porciones de terreno amparado por la concesión de exploración, se deberán incluir nuevos trabajos periciales por el lote o por cada una de las porciones de terreno consignados en dicha solicitud. La secretaría resolverá lo conducente dentro de un plazo de 15 días, contado a partir del día siguiente en que los trabajos periciales se tengan por aprobados, o bien, de aquél en que concluya el plazo para desahogar la prevención de corrección de trabajos periciales.

Si el perímetro del lote objeto de la solicitud de concesión de explotación no esta comprendido totalmente dentro de la superficie amparada por la concesión que se presente sustituir, la Secretaría deberá prevenir al interesado, por escrito y por una sola vez, de las deficiencias y omisiones y le concederá un plazo de 60 días para que las subsane.

De no presentarse satisfactoriamente las correcciones o aclaraciones a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría, previo cumplimiento de los demás requisitos previstos en el reglamento, procederá a expedir al título de concesión de explotación, dentro de los siguientes 15 días, bajo alguna de las siguientes hipótesis:

- I. Por el mismo perímetro del lote objeto de la concesión de exploración que se sustituye, o
- II. Por el perímetro que se determine con base en la cartografía minera, sin perjuicio de derechos de tercero.

Las solicitudes para prorrogar la vigencia de las concesiones de explotación deberán contener los mismos datos que una solicitud de concesión de explotación

normal.

La Secretaría dispondrá de un plazo máximo de 15 días, contado a partir de la recepción de la solicitud, para aprobar o negar la prórroga de vigencia de la concesión de explotación. Concluido dicho plazo sin que se emita resolución, se entenderá por aprobada la solicitud respectiva. O desaprobará la solicitud cuando se haya incurrido en las causales de cancelación que establece la ley.



FORMATOS DE LAS SOLICITUDES DE CONCESIONES MINERAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Registrada la solicitud por la unidad administrativa competente, la misma constará, sin calificar su contenido, que se encuentren completos los requisitos establecidos en el Reglamento y procederá de la siguiente manera.

- I. Si contiene los requisitos completos y se acompañan los documentos citados, hará constar en la solicitud que fue admitida para estudio y trámite y extenderá el certificado credencial al solicitante con vigencia de 60 días, para que el perito minero ejecute los trabajos periciales en el terreno de ubicación del lote.

Dicho certificado contendrá el apercibimiento de que la persona que impida u obstaculice la ejecución de los trabajos periciales, sin que cuente con derechos en materia minera sobre el lote objeto de la solicitud, será sancionada de acuerdo con lo establecido por el art. 57, fracción II, de la ley.

- II. Si falta algún requisito o documento, pedirá verbalmente a quien presentó la solicitud lo proporcione en ese momento. Si es proporcionado procederá conforme a la fracción anterior. En caso contrario, se desechará la solicitud y la unidad administrativa hará constar las causas que dan lugar a esta situación en el original y en las copias correspondientes, debiéndose entregar una de ellas al interesado.

**NOTA:** El buen llenado y el uso correcto de estos formatos es responsabilidad de cada solicitante, por tal motivo se presentan en blanco; además de que en la última hoja de cada solicitud se indican las instrucciones que hay que seguir para su presentación.



DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN



## SOLICITUD DE CONCESIÓN DE EXPLORACIÓN O DE ASIGNACIÓN MINERA

Se llenar esta forma, lea las consideraciones generales al reverso.  
No se contará con la constancia de acreditamiento de personalidad, no será necesario llenar  
espacios marcados con asteriscos (\*)

No. de folio: \_\_\_\_\_  
Fecha de recepción: \_\_\_\_\_

USO EXCLUSIVO DE SE

Concesión  Asignación

### DATOS GENERALES DEL O DE LOS SOLICITANTES

Nombre de la persona física o moral (\*)

2.- R.F.C.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Domicilio (\*):

\_\_\_\_\_  
Calle  
\_\_\_\_\_  
Colonia

\_\_\_\_\_  
No. Exterior  
\_\_\_\_\_  
No. Interior  
\_\_\_\_\_  
C.P.

\_\_\_\_\_  
Ciudad, Municipio o Delegación

\_\_\_\_\_  
Entidad Federativa

Teléfono(\*) \_\_\_\_\_ 5.- Fax/Correo Electrónico(\*) \_\_\_\_\_

Datos de inscripción en el Registro Agrario Nacional para ejidos o comunidades agrarias o, en su caso, del Registro Público de Minería para personas morales

\_\_\_\_\_  
Acta Volumen Libro Fecha

### DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL

Nombre (\*)

\_\_\_\_\_

Domicilio (\*) \_\_\_\_\_

9.- RUPA \_\_\_\_\_

Teléfono (\*) \_\_\_\_\_ 11.- Fax/Correo Electrónico (\*) \_\_\_\_\_

### DATOS GENERALES Y UBICACIÓN DEL LOTE SOLICITADO

Nombre: \_\_\_\_\_

13.- Superficie (Has.)

\_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

15.- Entidad Federativa

\_\_\_\_\_

### EN SU CASO, NOMBRE DEL LOTE Y NUMERO DE EXPEDIENTE O TITULO QUE AMPARABA CON ANTERIORIDAD AL MISMO

Nombre \_\_\_\_\_

17.- Expediente o Título

\_\_\_\_\_

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## PRINCIPALES MINERALES O SUSTANCIAS MOTIVO DE LA EXPLORACION

Minerales o sustancias:

## UBICACION DEL PUNTO DE PARTIDA Y REFERENCIAS A LUGARES CONOCIDOS Y CENTROS DE POBLACION MÁS CERCANOS:

La mojenera o señal reglamentaria se localiza en:

Distancia	Rumbo	Nombre de poblados o accidentes topográficos (cerros, arroyos, cañadas, etc.)
A <input style="width: 100px;" type="text"/> MTS. AL <input style="width: 30px;" type="text"/> DEL <input style="width: 500px;" type="text"/>		
A <input style="width: 100px;" type="text"/> MTS. AL <input style="width: 30px;" type="text"/> DEL <input style="width: 500px;" type="text"/>		
A <input style="width: 100px;" type="text"/> MTS. AL <input style="width: 30px;" type="text"/> DEL <input style="width: 500px;" type="text"/>		

Ruta de acceso desde el poblado más cercano:

## LADOS, RUMBOS, DISTANCIAS HORIZONTALES Y COLINDANCIAS DEL PERIMETRO DEL LOTE SOLICITADO Y, EN SU CASO, DE LA LÍNEA O LÍNEAS AUXILIARES DEL PUNTO DE PARTIDA A DICHO PERÍMETRO

LÍNEA AUXILIAR DEL P.P. AL PUNTO	Rbo.Gra.Min.Seg.	Mts.	LÍNEA AUXILIAR DEL PUNTO AL PUNTO	Rbo.Gra.Min.Seg.	Mts.
<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>

LADOS	RUMBOS Rbo.Gra.Min.Seg.	DISTANCIAS (Mts.)	COLINDANCIAS Nombre del Lote	Expediente/Título
1 - 2	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 400px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
2 - 3	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 400px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
3 - 4	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 400px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
4 -	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 400px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
5 -	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 400px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
6 -	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 150px;" type="text"/>	<input style="width: 400px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>

A: Cuando los rumbos sean francos no se consignarán grados, minutos y segundos.

## PERÍMETRO O PERÍMETROS INTERIORES DE LOS LOTES MINEROS PREEXISTENTES, EN SU CASO

Nombre del Lote	Expediente / Título	Nombre del Lote	Expediente / Título
<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>
<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>

## SOLICITUD FORMULADA PARA EJERCER EL DERECHO DE PREFERENCIA

4° de la Ley Minera       Décimo Transitorio de la Ley Minera       Décimo Quinto Transitorio del Reglamento de la Ley Minera

**PRINCIPALES MINERALES O SUSTANCIAS MOTIVO DE LA EXPLORACION**

9.- Minerales o sustancias: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**UBICACION DEL PUNTO DE PARTIDA Y REFERENCIAS A LUGARES CONOCIDOS Y CENTROS DE POBLACION MAS CERCANOS:**

1.- La mojenera o señal reglamentaria se localiza en: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2.- Distancia Rumbo Nombre de poblados o accidentes topográficos (cerros, arroyos, cañadas, etc.)

A \_\_\_\_\_ MTS. AL \_\_\_\_\_ DEL \_\_\_\_\_

A \_\_\_\_\_ MTS. AL \_\_\_\_\_ DEL \_\_\_\_\_

A \_\_\_\_\_ MTS. AL \_\_\_\_\_ DEL \_\_\_\_\_

3.- Ruta de acceso desde el poblado más cercano: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**LADOS, RUMBOS, DISTANCIAS HORIZONTALES Y COLINDANCIAS DEL PERIMETRO DEL LOTE SOLICITADO Y, EN SU CASO, DE LA LÍNEA O LÍNEAS AUXILIARES DEL PUNTO DE PARTIDA A DICHO PERÍMETRO**

1.- LÍNEA AUXILIAR DEL P.P. AL PUNTO \_\_\_\_\_ Rbo.Gra.Min.Seg. \_\_\_\_\_ Mts. \_\_\_\_\_ LÍNEA AUXILIAR DEL PUNTO AL PUNTO \_\_\_\_\_ Rbo.Gra.Min.Seg. \_\_\_\_\_ Mts. \_\_\_\_\_

LADOS	RUMBOS		DISTANCIAS (Mts.)	COLINDANCIAS	
	Rbo.	Gra.Min.Seg.		Nombre del Lote	Expediente/Título
1-2	_____	_____	_____	_____	_____
2-3	_____	_____	_____	_____	_____
3-4	_____	_____	_____	_____	_____
4-5	_____	_____	_____	_____	_____
5-6	_____	_____	_____	_____	_____

NOTA: Cuando los rumbos sean francos no se consignarán grados, minutos y segundos.

**PERIMETRO O PERÍMETROS INTERIORES DE LOS LOTES MINEROS PREEXISTENTES, EN SU CASO**

Nombre del Lote	Expediente / Título	Nombre del Lote	Expediente / Título
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

**SOLICITUD FORMULADA PARA EJERCER EL DERECHO DE PREFERENCIA**

4° de la Ley Minera  Décimo Transitorio de la Ley Minera  Décimo Quinto Transitorio del Reglamento de la Ley Minera

**TESTES CON FALLA DE ORIGEN**



**Consideraciones generales para su llenado:**

Esta forma es de libre reproducción

Debe llenarse a máquina o a mano con letra de molde legible

Debe presentarse en original y 3 copias, una para el acuse de recibo.

Se deben respetar las áreas destinadas para uso exclusivo de SE

La firma del solicitante debe ser autógrafa en cada solicitud

Los datos de teléfono y fax/correo electrónico son opcionales

Los datos del Registro Público de Minería contenidos en el punto 6 de este formato sólo deberán requisitarse en caso de contar con ellos.

En las concurrencias solicitadas deberá señalarse opcionalmente el nombre del lote o número de título o expediente.

Se anexarán las hojas necesarias con los perímetros de los lotes interiores señalados en esta solicitud, indicando el nombre de lote u opcionalmente el número de título o expediente, así como de la información que se requiera, en su caso.

Los documentos oficiales que se presenten con alteraciones, raspaduras o enmendaduras no tendrán validez alguna.

En caso de contar con la constancia de acreditamiento de personalidad no se deberán requisitar los siguientes datos: Nombre o razón social, domicilio, teléfono, fax y nombre del representante legal, ni se deberá presentar ningún otro documento relativo a la comprobación de la personalidad

Debe presentarse en la Agencia de Minería de la Delegación Federal de la SE que corresponda a la Entidad Federativa donde se ubique el lote solicitado, de lunes a viernes de 9:00 a 14:00 horas.

Todo documento original podrá acompañarse de copia simple para cotejo, caso en el que se le regresará al interesado el documento original

El dato del Registro Público de Minería contenido en el punto 6 de este formato sólo deberá requisitarse en caso de contar con él.

**amite al que corresponde la forma:**

Solicitud de concesión de exploración o de asignación minera.

Número de Registro Federal de Trámites y Servicios: SE-10-001

Fecha de autorización de la forma por parte de la Oficialía Mayor: 25-X-2000

Fecha de autorización de la forma por parte de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria: 25-X-2000

**ndamento jurídico-administrativo:**

Artículos 7°, fracción VI, y 10 al 15 de la Ley Minera (DOF 26 de junio de 1992, reforma 24 de diciembre de 1996);

Artículos 16 al 18, 22 y 23 del Reglamento de la Ley Minera (DOF 15 de febrero de 1999), y

Artículo 63 de la Ley Federal de Derechos (DOF 31 de diciembre de 1981, última reforma 31 de diciembre de 2000).

**documentos anexos:**

Copia del comprobante del pago de los derechos

3 fotografías del punto de partida, las cuales deberán reunir las siguientes características: una fotografía que muestre la mojonera que señala la posición del punto de partida y sus datos de identificación, y otras dos tomadas desde distinto ángulo y distancia, en que se aprecien los aspectos panorámicos del terreno que rodea a dicha mojonera, indicando su posición con una flecha

Porción de plano INEGI donde se localice el punto de partida, para solicitudes cuya superficie sea mayor de 50 hectáreas, según lo indicado en el Manual de Servicios al Público en Materia Minera

Carta poder firmada ante dos testigos, o exhibir copia de la constancia de acreditamiento de personalidad expedida por la Dirección General de Asuntos Jurídicos de la SE, o indicar en el momento de su presentación la clave de R.F.C. de la persona acreditada ante la SE en dicho registro

**mpo de respuesta:** 15 días hábiles, a partir del día hábil siguiente a aquél en que los trabajos periciales se aprueben o tengan por aprobados.

**úmero telefónico para quejas:**

Contraloría Interna en la SE

5629-95-52 (directo)

5629-95-00 (conmutador)

Extensiones: 6707, 6708 y 6742

Para cualquier aclaración, duda y/o comentario con respecto a este trámite, sírvase llamar al Sistema de Atención Telefónica a la Ciudadanía-SACTEL a los teléfonos: 5480-20-00 en el D.F. y área metropolitana, del interior de la República sin costo para el usuario al 01-800-00-14800 o desde Estados Unidos y Canadá al 1-888-594-3372.

**mero telefónico del responsable del trámite para consultas:** 52-02-86-07 Y 55-40-06-28 fax: 52-02-24-81

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS



SOLICITUD DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN

Se debe llenar esta forma, leer las consideraciones generales al reverso, en caso de contar con la constancia de acreditamiento de personalidad, no será necesario llenar los campos marcados con asterisco(\*)

No. de folio: [ ]

Fecha de recepción: [ ]

USO EXCLUSIVO DE SE

Mismo P.P. y Perímetro  Distinto P.P. y mismo Perímetro  Por una o varias porciones de terreno amparado por la concesión de exploración.

DATOS GENERALES DEL O DE LOS SOLICITANTES

Name and R.F.C. fields, Address fields (Calle, Colonia, City, State), and Domicilio field.

Teléfono(\*) [ ] 5.- Fax/Correo Electrónico(\*) [ ]

DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL

Name(s) field, Domicilio field, and Teléfono field with 10.- Fax/Correo Electrónico(\*) label.

DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO PÚBLICO DE MINERÍA DEL ACTO, CONTRATO O CONVENIO POR EL QUE SE TRANSMITIERON LOS DERECHOS QUE DERIVAN DE LA CONCESIÓN, EN SU CASO

Inscripción: [ ] Acta [ ] Volumen [ ] Libro [ ] Fecha [ ]

DATOS GENERALES Y UBICACIÓN DEL LOTE QUE SE SUSTITUYE

Name field with 13.- Número de Título and 14.- Superficie (Has.) labels, and Municipio field with 16.- Entidad Federativa label.

PRINCIPALES MINERALES O SUSTANCIAS MOTIVO DE LA EXPLOTACIÓN

Minerales o sustancias: [ ]

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



**II UBICACION DEL PUNTO DE PARTIDA Y REFERENCIAS A LUGARES CONOCIDOS Y CENTROS DE POBLACION MÁS CERCANOS**

3.- La mojenera o señal reglamentaria se localiza en: \_\_\_\_\_

3.- Distancia Rumbo Nombre de poblados o accidentes topográficos (cerros, arroyos, cañadas, etc.)

A \_\_\_\_\_ MTS. AL \_\_\_\_\_ DEL \_\_\_\_\_

A \_\_\_\_\_ MTS. AL \_\_\_\_\_ DEL \_\_\_\_\_

3.- Ruta de acceso desde el poblado más cercano: \_\_\_\_\_

**II LADOS, RUMBOS, DISTANCIAS HORIZONTALES Y COLINDANCIAS DEL PERIMETRO DEL LOTE Y EN SU CASO, DE LA LÍNEA O LÍNEAS AUXILIARES DEL PUNTO DE PARTIDA A DICHO PERIMETRO**

LÍNEA AUXILIAR DEL P.P. AL PUNTO	Rbo.Gra.Min.Seg.	Mts.	LÍNEA AUXILIAR DEL PUNTO AL PUNTO	Rbo.Gra.Min.Seg.	Mts.
_____	_____	_____	_____	_____	_____

LADOS	RUMBOS Rbo.Gra.Min.Seg.	DISTANCIAS (Mts.)	COLINDANCIAS Nombre del Lote	Expediente/Título
1-2	_____	_____	_____	_____
2-3	_____	_____	_____	_____
3-4	_____	_____	_____	_____
4-5	_____	_____	_____	_____
5-6	_____	_____	_____	_____
6-7	_____	_____	_____	_____

NOTA: Cuando los rumbos sean francos no se consignarán grados, minutos y segundos.

**II PERIMETRO O PERIMETROS INTERIORES DE LOS LOTES MINEROS PREEXISTENTES, EN SU CASO**

Nombre del Lote	Expediente / Título	Nombre del Lote	Expediente / Título
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

\_\_\_\_\_  
Firma del solicitante o de su Representante Legal

**PARA USO EXCLUSIVO DE SE**

SELLO DE LA SECRETARÍA

No. DE REGISTRO \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

HORA \_\_\_\_\_

NO. DE TANTOS \_\_\_\_\_

NOMBRE Y FIRMA DEL TITULAR DE LA UNIDAD RECEPTORA

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

### Consideraciones generales para su llenado:

Esta forma es de libre reproducción

Debe llenarse a máquina o a mano con letra de molde legible

Debe presentarse en original y dos copias, una para el acuse de recibo

Se deben respetar las áreas destinadas para uso exclusivo de SE

La firma del solicitante debe ser autógrafo en cada solicitud

Los datos de teléfono y fax/correo electrónico son opcionales

Quando la solicitud de concesión de explotación se presente con el mismo punto de partida y por el mismo perimetro; o por un punto de partida distinto y por el mismo perimetro, no deberá de llenar los apartados V al VIII que se establecen en el formato. (Mismo P.P. y perimetro o Distinto P.P. y mismo perimetro).

Quando la solicitud de concesión de explotación se refiera a una o varias porciones del terreno amparado por la concesión de explotación, deberá llenar toda la información solicitada en este formato y acompañar los trabajos periciales que se indican en "Documentos anexos" (Por una o varias porciones de terreno amparado por la concesión de explotación).

En las coincidencias solicitadas deberá señalarse opcionalmente nombre de lote o número de título o expediente

Se anexarán las hojas necesarias con los perimetros de los lotes interiores señalados en esta solicitud, indicando el nombre de lote u opcionalmente el número de título o expediente, así como de la información que se requiera, en su caso.

Los documentos oficiales que se presenten con alteraciones, raspaduras o enmendaduras no tendrán validez alguna

En caso de contar con la constancia de acreditamiento de personalidad no se deberán requisitar los siguientes datos: Nombre o razón social, domicilio, teléfono o fax y nombre del representante legal; ni se deberá presentar ningún otro documento relativo a la comprobación de personalidad

Debe presentarse en la Subdirección de Minería de la Delegación Federal de SE que corresponda a la jurisdicción donde se ubique el lote solicitado, de lunes a viernes de 9:00 a 14:00 horas

Todo documento original podrá acompañarse de copia simple para cotejo, caso en el que se le regresará al interesado el documento original.

### Trámite al que corresponde la forma:

Solicitud de concesión de explotación y prórroga de la misma

A) Concesión de explotación

Número de Registro Federal de Trámites y Servicios: SE-10-002-A

Fecha de autorización de la forma por parte de la Oficina Mayor: 25-X-2000

Fecha de autorización de la forma por parte de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria: 25-X-2000

### Fundamento jurídico-administrativo:

Artículos 7º fracción VI, y 10 al 15 de la Ley Minera (DOF 26 de junio de 1992, reformas 24 de diciembre de 1996);

Artículos 24 al 28 del Reglamento de la Ley Minera (DOF 15 de febrero de 1999), y

Artículo 83 final de la Ley Federal de Derechos (DOF 31 de diciembre de 1981, última reforma 31 de diciembre de 2000).

### Documentos anexos:

#### Mismo punto de partida y perimetro:

Copia del comprobante del pago de derechos

Carta poder ratificada ante fedatario público, o instrumento público, o exhibir copia de la constancia de acreditamiento de personalidad expedida por la Dirección General de Asuntos Jurídicos de SE, o indicar en el momento de su presentación la clave de R.F.C. de la persona inscrita en el registro

#### Diferente punto de partida y mismo perimetro:

Copia del comprobante del pago de los derechos

Liga topográfica entre los puntos de partida

3 fotografías del nuevo punto de partida, las cuales deberán reunir las siguientes características: una fotografía que muestre la mojonera que señala la posición del punto de partida y sus datos de identificación, y otras dos tomadas desde distinto ángulo y distancia, en que se aprecien los aspectos panorámicos del terreno que rodea a dicha mojonera, indicando su posición con una flecha

Carta poder ratificada ante fedatario público, o instrumento público, o exhibir copia de la constancia de acreditamiento de personalidad expedida por la Dirección General de Asuntos Jurídicos de SE, o indicar en el momento de su presentación la clave de R.F.C. de la persona acreditada ante SE en dicho registro

#### Por una o varias porciones de terreno amparado por la concesión de explotación:

Copia del comprobante del pago de los derechos

3 fotografías del nuevo punto de partida, las cuales deberán reunir las siguientes características: una fotografía que muestre la mojonera que señala la posición del punto de partida y sus datos de identificación, y otras dos tomadas desde distinto ángulo y distancia, en que se aprecien los aspectos panorámicos del terreno que rodea a dicha mojonera, indicando su posición con una flecha

Nuevos trabajos periciales, los cuales se elaborarán de acuerdo a los lineamientos establecidos en el artículo 21 del Reglamento de la Ley Minera y se presentarán y calificarán de conformidad con el procedimiento previsto en los artículos 22 y 26 párrafo segundo, de este Reglamento

15 días hábiles, a partir del día hábil siguiente en que los trabajos periciales se localice el punto de partida, para solicitudes cuya superficie sea mayor de 50 Hectáreas, según lo indicado en el Manual de Servicios al Público en Materia Minera

Carta poder ratificada ante fedatario público, o instrumento público, o exhibir copia de la constancia de acreditamiento de personalidad expedida por la Dirección General de Asuntos Jurídicos de SE, o indicar en el momento de su presentación la clave de R.F.C. de la persona inscrita en el registro

### Tiempo de respuesta:

15 días hábiles, a partir de la recepción de la solicitud, para expedir el título de concesión, cuando se presente por el mismo punto de partida y mismo perimetro del lote que sustituye.

21 días de la recepción de la solicitud, cuando se presente por distinto punto de partida y mismo perimetro del lote que sustituye. En caso de que el perimetro del lote objeto de la solicitud no este comprendido totalmente dentro de la superficie amparada por la concesión que se pretende sustituir, se prevendrá al interesado, por escrito y por una sola vez, de las deficiencias y omisiones y se le concederá un plazo de 60 días hábiles para que las subsane. Dicha prevención deberá hacerse dentro de un plazo de 14 días hábiles, contado a partir de la fecha de recepción de la solicitud

15 días hábiles, a partir del día hábil siguiente en que los trabajos periciales se aprueben o se tengan por aprobados, o bien, de aquel en que concluya el plazo para levantar la prevención de corrección de trabajos periciales o presentación de nuevos, cuando se presente por una o varias porciones de terreno. En caso de que el perimetro del lote objeto de la solicitud no este comprendido totalmente dentro de la superficie amparada por la concesión que se pretende sustituir, se prevendrá al interesado, por escrito y por una sola vez, de las deficiencias y omisiones y se le concederá un plazo de 60 días hábiles para que las subsane. Dicha prevención deberá hacerse dentro de un plazo de 5 días hábiles, contado a partir del día siguiente en que los trabajos periciales se aprueben o se tengan por aprobados

### Número telefónico para quejas:

Contraloría Interna en la SE  
52-9-95-52 (directo)  
52-9-95-00 (comunicador)  
Eteléfonos: 6707 6708 y 6742

Para cualquier aclaración, duda y/o comentario con respecto a este trámite, sírvase llamar al Sistema de Atención Telefónica a la Ciudadanía-SACTEL a los teléfonos 5480-20 00 en el D.F. y áreas metropolitanas, del interior de la República un costo para el usuario al 01-800-00-14200 o desde Estados Unidos y Canadá al 1-888-594-3372

Número telefónico del responsable del trámite para consultas: 52-02-80-07 y 55-40-06-28

fax: 52-02-24-81

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



IV DATOS GENERALES Y UBICACION DEL LOTE

12.- Nombre	13.- Número de Título	14.- Superficie (Has.)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
15.- Municipio:	<input type="text"/>	
16.- Entidad Federativa:	<input type="text"/>	

Firma del solicitante o de su Representante Legal

PARA USO EXCLUSIVO DE SE

SELLO DE LA SECRETARÍA

No. DE REGISTRO

FECHA

HORA

NOMBRE Y FIRMA DEL TITULAR DE LA UNIDAD RECEPTORA

NO. DE TANTOS

**Consideraciones generales para su llenado:**

- Esta forma es de libre reproducción.
- Debe llenarse a máquina o a mano con letra de molde legible.
- Debe presentarse en original y dos copias, una para el acuse de recibo.
- Se deben respetar las áreas destinadas para uso exclusivo de SE.
- La firma del solicitante debe ser autógrafa en cada solicitud.
- Los datos de teléfono y fax/correo electrónico son opcionales.
- Los documentos oficiales que se presenten con alteraciones, raspaduras o enmendaduras no tendrán validez alguna.
- Se anexarán las hojas necesarias de la información que se requiera, en su caso.
- En caso de contar con la constancia de acreditamiento de personalidad no se deberán requisitar los siguientes datos: Nombre o razón social, domicilio, teléfono, fax y nombre del representante legal; ni se deberá presentar ningún otro documento relativo a la comprobación de la personalidad.
- Debe presentarse en la ventanilla de recepción y entrega de documentos de la Subdirección de Control Documental de la Dirección General de Minas, sita en calle Acueducto número 4, Col. Reforma Social, C.P. 11650, México, D.F., planta baja, de lunes a viernes de 9:00 a 14:00 horas.
- Todo documento original podrá acompañarse de copia simple, para cotejo, caso en el que se le regresará al interesado el documento original.

**Trámite al que corresponde la forma:**

Solicitud de concesión de explotación y prórroga de la misma.

B) Prórroga de concesión de explotación.

- Número de Registro Federal de Trámites y Servicios: SE-10-002-B
- Fecha de autorización de la forma por parte de la Oficialía Mayor: 25-X-2000
- Fecha de autorización de la forma por parte de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria: 25-X-2000

**Fundamento jurídico-administrativo:**

- Artículos 15 y 19, fracción XII de la Ley Minera (DOF 26 de junio de 1992, reforma 24 de diciembre de 1996);
- Artículo 29 del Reglamento de la Ley Minera (DOF 15 de febrero de 1999), y
- Artículo 63 párrafo final de la Ley Federal de Derechos (DOF 31 de diciembre de 1981, última reforma 31 de diciembre de 2000).

**Documentos anexos:**

- Copia del comprobante del pago de los derechos por estudio, trámite y resolución.
- Carta poder firmada ante dos testigos; o exhibir copia de la constancia de acreditamiento de personalidad expedida por la Dirección General de Asuntos Jurídicos de SE, o indicar en el momento de su presentación la clave de R.F.C. de la persona acreditada ante SE en dicho registro.

**Tiempo de respuesta:** 15 días hábiles a partir de la recepción de la solicitud. Concluido dicho plazo sin que se emita resolución, se entenderá aprobada la solicitud.

**Número telefónico para quejas:**

Contraloría Interna en la SE  
5629-95-52 (directo)  
5629-95-00 (commutador)  
Extensiones: 6707, 6708 y 6742

Para cualquier aclaración, duda y/o comentario con respecto a este trámite, sirvase llamar al Sistema de Atención Telefónica a la Ciudadanía-SACTEL a los teléfonos: 5480-2000 en el D.F. y área metropolitana, del interior de la República sin costo para el usuario al 01-800-00-14800 o desde Estados Unidos y Canadá al 1-888-594-3372.

**Número telefónico del responsable del trámite para consultas:** 52-02-86-07 y 55-40-06-28 fax: 52-02-24-81

## CARACTERÍSTICAS OBLIGATORIAS DEL PUNTO DE PARTIDA

Como Punto de Partida o cuando por excepción se admita un Punto de Control como P.P., solamente se admitirán mojoneras con las características siguientes:

- I. **Dimensiones mínimas:** Sección horizontal cuadrada de 60 centímetros por lado y un metro de altura.
- II. **Material:** Concreto o mampostería con mortero de cemento.
- III. **Terminado:** Aplanado en todas sus caras.
- IV. **Punto geométrico:** Centro de la cara superior en donde se empotrará verticalmente y al ras una barra de hierro de 12.7 milímetros de diámetro. y
- V. **Datos:** En una de sus caras laterales deberán aparecer los siguientes datos:
  - a. La abreviatura "P:P."
  - b. Nombre del lote.
  - c. Superficie.
  - d. Agencia de Minería, y
  - e. Número de expediente o título.

La mojonera deberá ubicarse preferentemente dentro o sobre del perímetro del lote. De construirse fuera se admitirá si se encuentra a una distancia máxima de 3,000 metros del punto número 1 del perímetro del lote. En el reconocimiento que haga el perito de la mojonera durante la realización de los trabajos periciales, deberá anotar en la cara lateral que contenga los datos indicados en los incisos "a" a "e" de la disposición anterior.

Los titulares de concesiones y asignaciones mineras están obligados a conservar en el mismo lugar y a mantener en buen estado la mojonera o señal que precise la ubicación del punto de partida se sustituya con motivo de la presentación de solicitudes de concesión de explotación, reducción, división, identificación o unificación de superficies.

Las coordenadas del punto de partida que aparezcan en el título, prevalecerán sobre cualquier testimonial, descripción, dato u obra, mediante la cual se pretenda identificar la ubicación del lote minero, salvo que se acredite fehacientemente que dichas coordenadas están mal determinadas y no corresponden al lugar de ubicación de la mojonera.

## CONTENIDO DE UN TRABAJO PERICIAL

**ANÁLISIS PRELIMINAR.** Comprende la revisión de la solicitud de concesión o asignación minera y la selección del punto o puntos de control más convenientes para realizar el levantamiento. El perito minero procederá a revisar que:

- I. La solicitud de concesión o asignación haya sido presentada ante la unidad administrativa responsable de su recepción y corresponda a la circunscripción donde ésta la ubicación del lote objeto de la solicitud;
- II. El lote minero consigne lados orientados astronómicamente Norte – Sur y Este – Oeste, con longitud de cien o múltiplos de metros, excepto cuando estas condiciones no puedan cumplirse por colindar con otros lotes mineros;
- III. Los lados, rumbos y distancias del lote descrito en la solicitud constituyan un polígono cerrado y su punto de partida esté ligado con dicho perímetro o ubicado sobre el mismo;
- IV. El punto de partida origen reúna las características que establecen las disposiciones del Manual de Servicios al Público en Materia Minera;
- V. Dicho punto se encuentre dentro o sobre el perímetro del lote, o a una distancia máxima de 3,000 metros de ubicarse fuera de él.

Si de la revisión de los aspectos descritos, el perito minero encuentra deficiencias que vayan a traer por consecuencia la desaprobación de la solicitud, se abstendrá de continuar la ejecución de los trabajos periciales y comunicará el motivo por escrito al interesado, con copia a la Secretaría, indicando el nombre del lote de que se trate y su número de expediente o de título.

**RECONOCIMIENTO.** Presupone la búsqueda e identificación del punto de control y de su línea base así como del punto de partida origen del lote minero que ampare la solicitud, esto implica la realización de los trabajos de campo siguientes:

- I. Búsqueda en el terreno de los monumentos relativos al punto de control y al extremo de su línea base;



- II. Verificación de que los datos grabados en los monumentos que los identifican son los que se consignan en el inventario de vértices de la Red Geodésica Nacional o de la Subred Geodésica Minera;
- III. Toma de dos fotografías a la mojonera del punto control y a la que corresponde al extremo de su línea base, de ser éstas superficies, y de sus mojoneras testigo;

El reconocimiento del punto de partida origen presupone la ejecución de los trabajos de campo siguientes:

- I. Búsqueda en el terreno del punto de partida origen;
- II. Verificación de que su ubicación, particularidades y datos grabados en la mojonera o señal que lo identifica corresponden a los que constan en la solicitud y son acordes con las fotografías que se acompañan a la misma;
- III. Grabado en la mojonera del número de expediente, en caso de solicitudes de concesión o asignación de exploración, o del número del título, si se trata de cualquiera de los casos de sustitución previstos por la ley.
- IV. Toma de dos fotografías del referido punto. En donde al reverso de cada fotografía deberá consignarse:
  - I. Nombre del lote y número de expediente o del título al que sustituye;
  - II. Nombre del perito, su número de registro y firma, y
  - III. Nombre y firma del solicitante de concesión o asignación minera de su representante.

**LEVANTAMIENTOS.** Implica la obtención de los datos requeridos para la determinación del punto de partida definitivo por medio de observaciones en el terreno y deberá aplicarse cualquiera de los métodos que a continuación se describen:

- I. **Poligonación:** medición directa a partir de una línea base de los ángulos y

distancias entre puntos consecutivos que forman una poligonal.

- II. **Triangulación:** determinación de longitudes de los lados de un sistema de triángulos interconectados a partir de una línea base, por medio de la medición de todos sus ángulos.
- III. **Lectura autónoma de satélites:** lectura de transmisiones radiales provenientes de satélites artificiales por medio de un receptor "GPS" ubicado en el punto de partida origen, y
- IV. **Lectura de satélites para Translocalización:** lectura simultánea de transmisiones radiales provenientes de satélites artificiales, mediante dos o más receptores "GPS" ubicados en el punto de control y el de partida origen, respectivamente.

**Nota:** los métodos descritos en las disposiciones anteriores se detallarán en forma completa en el tema III donde se describen los métodos topográficos y geodésicos de levantamientos.

**CÁLCULOS DE GABINETE.** Se refiere a la preparación de la memoria escrita de los trabajos periciales; para obtener la precisión mínima requerida en los diferentes métodos deberán aplicarse a los datos obtenidos en el terreno los métodos de cálculo técnicamente establecidos para cada tipo de levantamiento.

**PLANOS.** Los planos deberán ser una copia de la porción de la carta topográfica editada por INEGI a escala 1:50,000 en la que se localiza el lote, dibujando con tinta negra en la misma un punto dentro de un círculo que indique la posición del punto de partida, seguido de las iniciales "P.P.", así como la línea auxiliar y el perímetro del lote numerando todos los vértices de él.

La copia será de tamaño carta como mínimo y deberá llevar anotado al calce el nombre del lote, número de registro y del título, en su caso, y de la unidad administrativa correspondiente, superficie en hectáreas, coordenadas geográficas o U.T.M. el nombre y número de la carta INEGI, así como el nombre y firma del

interesado.

Los planos con información de la cartografía minera se proporcionarán con las siguientes características:

- I. Estarán orientados astronómicamente Norte – Sur y Este – Oeste;
- II. Acotados en sus márgenes con coordenadas geográficas;
- III. Con los P.C. de la Subred Geodésica Minera y los lotes mineros que en ellos se localicen, así como con la anotación de sus correspondientes datos de identificación, y
- IV. A escala 1:50,000, correspondiendo a las cartas topográficas del INEGI, o en porciones de las hojas anteriores, de 5 minutos de longitud, o en la porción antes mencionada, a escala 1:25,000.

## EJEMPLO DE UN TRABAJO PERICIAL

Para efectos de presentar el siguiente ejemplo de un trabajo pericial, perteneciente a MINERA DEL NORTE, S.A. DE C.V, se cambiaron los nombres del perito minero y su registro, el nombre del representante legal y su registro, el numero de expediente, así como el nombre de los lotes que ligan al punto de partida junto con sus números de expedientes; esto con la finalidad de proteger los intereses del titular y evitar un mal uso de la información contenida en el informe.

Confirmando además, que el municipio y el estado, el motivo del trabajo pericial, los datos del punto de control seleccionado de la Subred Geodésica Minera, el método de levantamiento así como todos los cálculos matemáticos que de éste se derivan son datos reales y verídicos.

Las ligas se realizan mediante trabajos geodésicos para reducir tiempos y costos y se llevan a cabo con metodología G.P.S. Se establece además que el INEGI opera y controla una red de estaciones de monitoreo continuo de datos G.P.S. denominada Red Geodésica Nacional Activa, que consiste en una estructura básica de referencia geodésica, integrada inicialmente por 14 estaciones de rastreo permanente de información satelital, que registran los 365 días del año durante al menos 23 horas diarias con intervalo de registro a cada 15 segundos.

Esto se presenta como una alternativa para que usuarios públicos y privados, que realizan sus proyectos geodésicos o topográficos con tecnología G.P.S. los ligen mediante levantamientos diferenciales al marco geodésico de referencia W.G.S. 84. (World Geodetic System 1984).

Estas estaciones cuentan con valores de coordenadas de orden A, y garantiza la cobertura de la totalidad de la superficie continental del país. El rastreo permanente de estas 14 estaciones tiene como finalidad el servir como referencia para el establecimiento de otras estaciones o subredes mediante la diferenciación de las observaciones del usuario con respecto a una o más estaciones, por ejemplo, La Subred Geodésica Minera.

**SECRETARÍA DE ECONOMÍA  
DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS**

**P R E S E N T E.**

El suscrito Ing. Martín González Pérez, Perito Minero registrado ante la Dirección General de Minas con el número 120-7-IV comisionado para efectuar los Trabajos Periciales del lote minero que enseguida se detalla, bajo protesta de decir verdad, en cumplimiento a lo dispuesto por el Manual de Servicios al Público en Materia Minera, al Reglamento de la Ley Minera y a la Ley Minera, rinde el siguiente:

**I N F O R M E**

**I.- IDENTIFICACIÓN DEL LOTE**

1.- Nombre del solicitante...**MINERA DEL NORTE, S.A. DE C.V.**

Nombre del representante. ....Sr. Germán Arredondo Layout  
Apoderado Reg. No. 30/517/3312

2.- Nombre del Lote..... **PALMITA**

Número de Expediente.....**27/33657**

3.- Municipio y Estado.....**Villa Ahumada, Chih.**

**II.- MOTIVO DEL TRABAJO PERICIAL**

Trámite de solicitud de concesión minera de exploración.

### III.- ANÁLISIS PRELIMINAR

Certifico que los datos referentes al lote minero en cuestión así como su punto de partida origen, consignados en la solicitud se ajusta a lo que establece la Ley, el Reglamento y los aspectos contenidos en la décima tercera disposición del Manual de Servicios al Público en Materia Minera.

### IV.- PUNTO DE CONTROL SELECCIONADO

Con apoyo en la disposición décima cuarta, del Manual de Servicios al Público en Materia Minera vigente a partir del 8 de Abril de 1993, se seleccionó para la ejecución de estos trabajos periciales el Punto de Control 1043 de la Subred Geodésica Minera por ser el más cercano al área cubierta por el lote en cuestión, Los datos oficiales del punto de control son:

<b>SUBRED GEODESICA MINERA</b>				
<b>PUNTO DE CONTROL: 1043</b>				
<b>"SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL" (GPS)</b>				
<b>DATUM: NAD27</b>			<b>ELIPSOIDE: CLARKE 1866</b>	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			<b>COORDENADAS U.T.M.</b>	
<b>MERIDIANO CENTRAL: 93° 00'</b>				
<b>PUNTO</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>N</b>	<b>E</b>
<b>P.C.</b>				
1043	31°00'24.2021"	106°11'00.4871"	3'430,764.1688 m	387,020.6942 m
<b>L.B.</b>				
1044	31°00'02.4027"	106°11'02.2627"	3'430,093.5357 m	386,966.4612 m

**DISTANCIA HORIZONTAL PC-LB**

**673.1485 m.**

**RUMBO GEOGRÁFICO PC**

**SW 4° 00' 49.2736"**

**COORDENADAS ORTOGONALES DE LB**

**Y**

**3'430,092.6713 m**

**X**

**386,973.5773 m**

## **V.- RECONOCIMIENTO**

### **PUNTO DE CONTROL**

Dicho P.C. se localiza al Noreste y 35.6 Km. de la estación de ferrocarril EL LUCERO, la cual se ubica a 23.5 Km. de la estación de PEMEX de VILLA HUMADA CHIH., sobre la autopista que va a CD. JUAREZ CHIH., se encuentra sobre una pequeña loma que termina junto al arroyo EL PUERTO, al sur del camino de terracería que conduce al lugar denominado El AMERICANO. Al Noreste y 3250 m. del CERRO PRIETO, al Noreste y 8850 m. del Rancho EL LUCERO y al Sureste y 9050 m. aproximadamente del Poblado LAS PALMAS (SAN FELIPE), consiste en una varilla empotrada en la cara superior de una mojonera de aproximadamente 60 cm. de sección, y 1 m. de altura, en esta misma cara tiene una placa metálica circular de 10 cm. de diámetro con los datos que lo identifican perfectamente.

### **PUNTO DE PARTIDA ORIGEN**

Consiste en una mojonera de 60 cm. de sección horizontal, 1 m. de altura con una varilla empotrada al centro de la cara superior, y se localiza en el lugar conocido como Los Cuates, al Noreste 40° y 500 mts. del Cerro Cuate Norte, al Sur y 1000 mts. de La Sierra La Ranchería, al Noreste y 2350 de La Presa o Bordo la Boquilla, es el mismo P.P. de LAS PALAPAS E-18/32205 y de PALMITAS II E-18/32286.

**RUTA DE ACCESO.** - Partiendo del poblado de Villa Ahumada (Estación de PEMEX) CHIH., se toma la autopista con rumbo a Cd. Juárez y se recorren 36.1 Km. aproximadamente hasta llegar al entronque al poblado Ranchería (pasando la entrada a La Estación de Microondas), ahí, se toma el camino de terracería a la derecha y se continúa por 15 Km. pasando por el lugar conocido como El Presón



hasta llegar al lugar conocido como los cuates en donde se encuentra la mojonera P.P. origen del lote que se informa.

## VI.- MÉTODO DE LEVANTAMIENTO

Puesto que el punto de control seleccionado se encuentra a más de 15 Km, el método empleado para la determinación del punto de partida definitivo, fue el de "Lecturas a satélites para Translocalización", tal como lo indica la Disposición Décima Octava del Manual de Servicios al Público en Materia Minera, dicha determinación se efectuó conjuntamente con la empresa E.G.T. de México S.A. de C.V. con las siguientes particularidades:

1.- El primer receptor se ubicó en el punto de control 1043 de la Subred Geodésica Minera, el segundo se ubicó en el Punto de Partida del lote que se informa.

2.- El posicionamiento satelitario realizado es de 1<sup>er</sup> orden clase U, según lo señala la tabla que aparece en la disposición Décima Octava del Manual de Servicios al Público en Materia Minera.

3.- Se efectuaron un total de dos sesiones de lecturas de 1.5 hrs. , lo que nos da un total de 3.0 hrs. de toma de datos, sobrepasando en 1.5 hrs. a lo establecido por la disposición mencionada en el inciso anterior.

4.- Equipo empleado: Dos receptores GPS marca Ashtech Z-12 de 12 canales y 2 frecuencias Nos. de serie 03345U Y 03343U.

## VII.- MEMORIA DE CALCULO

### PERIMETRO DEL LOTE

Línea auxiliar: P.P.-1 SUR y 1200.000 mts.

LADO	RUMBO	DISTANCIA mts.	COLINDANCIA
1-2	ESTE	600.000	LAS PALAPAS E-18/32205
2-3	NORTE	2000.000	LAS PALAPAS E-18/32205
3-4	ESTE	1000.000	PALMITAS II E-18/32286
4-5	SUR	4500.000	TERRENO LIBRE
5-6	OESTE	7500.000	TERRENO LIBRE
6-7	NORTE	9000.000	TERRENO LIBRE
7-8	ESTE	4000.000	T.LIB. y PALMITAS II E-18/32286
8-9	SUR7	2000.000	TERRENO LIBRE
9-10	OESTE	1500.000	LAS PALAPAS E-18/32205
10-11	SUR	2500.000	LAS PALAPAS E-18/32205
11-12	ESTE	2000.000	LAS PALAPAS E-18/32205
12-13	SUR	2000.000	LAS PALAPAS E-18/32205
13-1	ESTE	1400.000	LAS PALAPAS E-18/32205

SUPERFICIE = 4,400.0000 Has.

### PUNTOS DE PARTIDA IDENTIFICADOS Y SUS LIGAS

EL P.P. del lote que informo, es el mismo de los lotes, LAS PALAPAS E-18/32205 y PALMITAS II E-18/32286.

Se anexa a este informe:

- Cálculo de las coordenadas de las esquinas del lote y superficie resultante.
- Informe de la "Translocalización".
- Fotografías.
- Carta topográfica INEGI escala 1:50,000.

### VIII.- PUNTO DE PARTIDA DEFINITIVO

Las coordenadas U.T.M. del P.P. origen se obtuvieron por lecturas Satelitares para Translocalización a partir del P.C. 1043; Zona: 13.

N = 3'429,025.139 m.

E = 371,320.940 m.

Elev. = 1,378.025 m.s.n.m.m.

El Perito:

Ing. Martín González Pérez.

Reg. No. 120-7-IV

Calle Aldama No.67

Colonia Del Carmen

24150 México, D.F.

México, D.F. a 31 de Julio de 1998.

## CUADROS DE CALCULO DE SUPERFICIE RESULTANTE, COORDENADAS Y CIERRE GEOMETRICO DE PERIMETROS

Lote	LA PALMITA
Exp.	37/33457
Ag.	Chihuahua.
Mpio.	Villa Ahumada.

### PERIMETRO DEL LOTE

#### LINEA AUXILIAR

Est.	LADO	P.D.	AZIMUT ASTRONOMICO	DIST. HORIZ.	PROYECCIONES S/C		PROYEC. CORREGIDAS		COORDENADAS		PUNTO
					- N - S	+ E - W	+ N - S	+ E - W	Y	X	
	P.P.D.										P.P.D.
P.P.D.	1		180 ° 0' 0"	1200.000	-1,200.000	0.000			3,428,025.139	371,320.940	P.P.D.
									3,427,825.139	371,320.940	1

### CALCULO DE COORDENADAS Y SUPERFICIE.

Est.	LADO	P.D.	AZIMUT ASTRONOMICO	DIST. HORIZ.	PROYECCIONES S/C		PROYEC. CORREGIDAS		COORDENADAS		PUNTO
					- N - S	+ E - W	+ N - S	+ E - W	Y	X	
1	1		90 ° 0' 0"	600.000	0.000	600.000	0.000	600.000	3,427,825.139	371,320.940	1
2	2		0 ° 0' 0"	2000.000	0.000	2000.000	0.000	0.000	3,427,825.139	371,820.940	2
3	3		0 ° 0' 0"	1000.000	0.000	1000.000	0.000	1000.000	3,428,825.139	372,820.940	3
4	4		90 ° 0' 0"	4500.000	-4500.000	0.000	-4500.000	0.000	3,428,325.139	372,920.940	4
5	5		180 ° 0' 0"	7500.000	0.000	-7500.000	0.000	-7500.000	3,425,325.139	365,920.940	5
6	6		0 ° 0' 0"	9000.000	0.000	9000.000	0.000	0.000	3,434,325.139	365,920.940	6
7	7		90 ° 0' 0"	4000.000	0.000	4000.000	0.000	4000.000	3,434,325.139	369,920.940	7
8	8		180 ° 0' 0"	2000.000	-2000.000	0.000	-2000.000	0.000	3,432,325.139	369,920.940	8
9	9		0 ° 0' 0"	1500.000	0.000	1500.000	0.000	1500.000	3,432,325.139	367,920.940	9
10	10		180 ° 0' 0"	2500.000	-2500.000	0.000	-2500.000	0.000	3,429,825.139	367,920.940	10
11	11		90 ° 0' 0"	2000.000	0.000	2000.000	0.000	2000.000	3,429,825.139	369,920.940	11
12	12		180 ° 0' 0"	2000.000	-2000.000	0.000	-2000.000	0.000	3,427,825.139	369,920.940	12
13	13		90 ° 0' 0"	1400.000	0.000	1400.000	0.000	1400.000	3,427,825.139	371,320.940	13
14	14		90 ° 0' 0"	1400.000	0.000	1400.000	0.000	0.000	3,427,825.139	371,320.940	14

Perimetro = 49000.000 m  
 Perimetro = 2 Mill. + 10  
 Error total = 1.560004 12 m

SUPERFICIE = 4,400.0000 Has.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

EL PERITO:

ING. MARTÍN GONZÁLEZ PÉREZ  
 REG. No. 120-7-IV

**CALCULO DE LA LIGA TOPOGRAFICA ENTRE DOS PUNTOS  
A PARTIR DE SUS COORDENADAS GEOGRAFICAS**

**D A T O S**

**DATOS DEL PUNTO INICIAL**

NOMBRE DEL PUNTO :	P.P. PALMITA			COORDENADAS DE PARTIDA	
COORDENADAS GEOGRAFICAS				COORD.	U.T.M.
LATITUD =	30 °	59 ' 21.92290 "		N =	3,429,025.1390
LONGITUD =	108 °	20 ' 51.60560 "		E =	371,320.9400
ALTITUD =	1378.025	m.			

**DATOS DEL PUNTO FINAL**

NOMBRE DEL PUNTO :	PC 1043		
COORDENADAS GEOGRAFICAS			
LATITUD =	31 °	0 ' 24.20210 "	
LONGITUD =	106 °	11 ' 0.48710 "	
ALTITUD =	1514.8440	m.	

**DATOS DEL ESFEROIDE DE REFERENCIA**

ELIPSOIDE =	CLARKE DE 1866
SEMIEJE MAYOR =	6378206.400
SEMIEJE MENOR =	6356583.800
EXCENTRICIDAD =	0.082271854

**C A L C U L O S**

**CALCULO DE LOS ELEMENTOS Y CONSTANTES GEODESICAS PARA EL LUGAR**

LATITUD MEDIA =	30 ° 59 ' 53.0625 "	A =	0.032309942
Dif. LATITUDES =	0 ° 1 ' 2.2792 "	B =	0.032471741
Dif. LONGITUDES =	0 ° -9 ' -51.1185 "	C =	1.52801E-09
NORMAL MAYOR =	6,383,942.345	D =	2.17880E-08
RADIO MEDIO =	6,382,132.624		
R =	6,383,465.558	ALTITUD MEDIA =	1446.435

**PROYECCIONES ORTOGONALES EN EL ELIPSOIDE**

Px =	15680.985
Py =	1929.524

**PROYECCIONES TOPOGRAFICAS**

Px =	15684.539
Py =	1929.962

**R E S U L T A D O S**

DISTANCIA HORIZONTAL EN EL ELIPSOIDE =	15,799.252 mts.	COORDENADAS TOPOGRAFICAS REFERIDAS AL PUNTO INICIAL
DISTANCIA TOPOGRAFICA =	15,802.833 mts.	X = 387,005.479
AZIMUT =	82 ° 59 ' 6.3 "	Y = 3,430,955.101

El perito:

RUMBO			
NORESTE	82 °	59 ' 6.3 "	

Ing. Martín González Pérez  
Reg. No. 120-7-IV

## **C O N T E N I D O**

**1.- INTRODUCCION**

**2.- DESCRIPCION DEL TRABAJO**

**3.- PLANEACION**

**4.- OPERACION DE CAMPO**

**5.- PROCESAMIENTO DE DATOS**

**6.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 1. INTRODUCCION

Minera del Norte S.A. de C.V. contrató los Servicios de Estudios Geofísicos y Topográficos de México S.A. de C.V., para que en coordinación con el Perito Minero Ing. José Luis Méndez Nárez para establecer las Coordenadas de un Punto de Partida de un Lote Minero Denominado "PALMITA", usando el Sistema de Posicionamiento Global (G.P.S.)

La translocación se hizo de un Punto de Control de la Subred Geodésica Minera denominado PC 1043 y apegándose a las normas de la Ley Minera vigente para los levantamientos por G.P.S. de 1er Orden.

Este reporte corresponde a los trabajos de campo y gabinete, relativos al posicionamiento por G.P.S. y fue generado el día 5 - Marzo - 96.

Dos receptores Marca Ashtech Z-12 de 12 Canales y 2 frecuencias No. de Serie 03345U y 03343U se usaron para la adquisición de datos.

El programa "Prism" versión 2.0 fue usado para la planeación y el Procesamiento de datos.

## 2. DESCRIPCION DEL TRABAJO

El Sistema Global de Posicionamiento se basa en los desarrollos de la alta tecnología y permite el posicionamiento preciso de puntos sobre la superficie terrestre.

El GPS se basa en la medición de distancias a un grupo de satélites artificiales en el espacio que conforman la constelación NAVSTAR, de manera que los satélites actúan como puntos de referencia precisos para nosotros.

El método mas preciso de GPS es usando los receptores en modo diferencial, para esto es necesario contar con por lo menos dos receptores, uno de ellos se coloca en un punto conocido y otro en la posición que se desea conocer, esto establece lo que llamamos línea base ( área de localización anexa ), se registran datos simultáneamente y los efectos adversos producidos por la atmósfera y la ionosfera son eliminados, este método es conocido como posicionamiento estático.

Para lograr el objetivo de establecer las coordenadas de PP PALMITA se usó el Posicionamiento estático modo diferencial, se registraron datos durante dos sesiones de 1.5 hrs con lo cual contamos con datos suficientes para proporcionar una alta precisión en el posicionamiento.

La Información oficial del Vértice PC 1043 de la Subred Geodésica Minera es la siguiente :

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3. PLANEACION

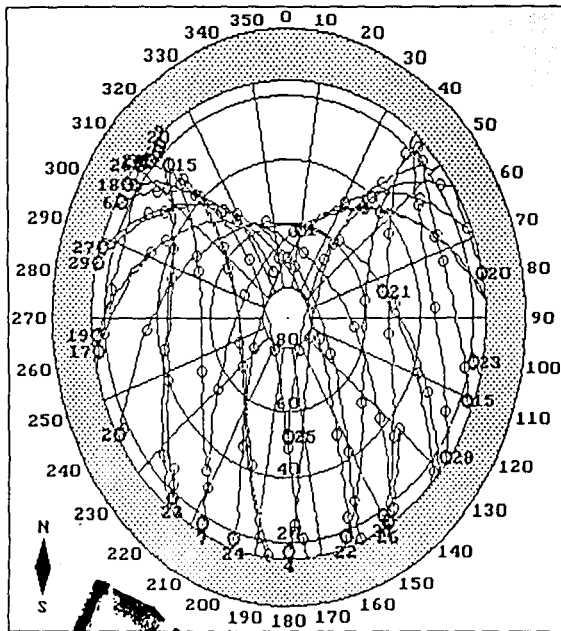
Previo al desplazamiento a la zona de estudio, se analizó si en los horarios que se tenía planeado realizar las sesiones se presentaban inconvenientes, esto se hizo mediante el programa MISSION PLANNIG, el cual nos permite conocer el número de satélites, así como su distribución, disponibilidad y calidad geométrica.

Este procedimiento es confiable ya que el programa trabaja con un almanaque actualizado y nos permite planear los horarios mas adecuados o en su caso si el horario que se eligió para registrar datos es apropiado.

Como resultado final de esta planeación se observo que se contaba con elementos suficientes para que la adquisición de datos nos proporcionara un buen resultado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





>>> SATELLITE SKY PLOT <<<

PROJECT: CHIHUAUA.PRJ

LOCATION: PALMITA

LAT: 30°59'00".00 N

LOX: 106°11'00".00 W

ALT: 1000.00 (m)

START DATE: 28/Feb/96 (059)

START TIME: 06:00 (Local)

SPAN: 18(h)00(min)

LOCAL TIME-GMT: -06.0 (h)

ALMANAC DATE: 18/Feb/96 (049)

CUTOFF ANGLE: 15°

SU USED: 01 02 04 05 06 07 09 14

15 17 18 19 20 21 22 23

24 25 26 27 28 29 31



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





#### 4. OPERACION EN CAMPO

La operación de campo se llevó a cabo el día 28 - Ene - 96 y el día 29 - Ene - 96, en este caso el punto de partida se conocía plenamente pero el punto de control se localizó conforme a lo establecido en el registro de la Subred Geodésica Minera.

Ubicados los receptores, uno en el PC 1043 de la Subred Geodésica Minera y otro en el Punto de Partida del lote PALMITA, se inició el registro de datos de acuerdo al itinerario planeado.

Se grabó en el dispositivo de memoria interno de cada receptor, dos sesiones de 1.5 hrs simultáneas y con 15 grados sobre el horizonte, los datos que se recopilan son: fases satelitales, efemérides satelitales y datos referentes a cada estación, siendo todos ellos importantes en el procesamiento de datos.

Adicionalmente a la adquisición de datos se elabora un registro de campo donde se anota cada 5 minutos la siguiente información:

- Fecha
- Hora
- Latitud
- Longitud
- Altura
- Pdp
- Satélite de entrada o salida.

También se toman fotografías de cada punto.

La calidad de los datos así como su tiempo de adquisición estuvieron en concordancia con la Ley Minera vigente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIOS GEOFISICOS Y TOPOGRAFICOS DE MEXICO S.A. DE C.V.**  
**REGISTRO DE CAMPO DE G. P. S.**

CUENTE: UNION DEL NOROCC  
 PROYECTO: P. D. PALMITA  
 LUGAR: SHUVANA, PUNIZONES

FECHA: 28-FEB-96  
 TL-GMT: -6:00  
 OPERADOR: A. C. R.

NOMBRE DE LA ESTACION: 1043  
 SESION: A  
 No. SERIE DEL RECEPTOR: 343  
 No. SERIE DE LA ANTENA: 327  
 RADIO DE LA ANTENA: 0.1737  
 ALTURA DIAGONAL: 1.447

CONDICIONES CLIMATICAS

BUENAS     REGULARES     MALAS

CONDICIONES DE VISIBILIDAD

BUENAS     REGULARES     MALAS

**POSICION PRELIMINAR U. T. M.**

DATUM: NAD27

SATELITES: 04, 09, 24, 25, 16, 20, 06

ERROR HOR.: 19.7

ESTE: 387 015.64

NORTE: 3430 756.82

ZONA: 13

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

TIEMPO LOCAL	COORDENADA		ALTURA ELIPSOIDAL	PDOP	SATELITE ENTRADA	SATELITE SALIDA
	ESTE	NORTE				
21:30	386 997.64	3430 778.16	1468.12	1.75		
21:35	387 020.56	3430 770.58	1563.22	1.90		
21:40	387 012.96	3430 713.45	1418.89	2.42		09
21:45	386 994.79	3430 754.42	1461.73	2.45		
21:50	386 974.90	3430 131.30	1451.21	2.49		
21:55	387 011.02	3430 717.16	1598.15	3.10		
22:00	387 030.18	3430 693.25	1434.87	3.37		
22:05	387 012.73	3430 751.54	1435.06	3.43		
22:10	386 972.56	3430 815.03	1695.88	4.01		04
22:15	386 994.54	3430 793.69	1474.70	4.06		
22:20	387 002.30	3430 759.16	1536.50	2.59		
22:25	387 003.70	3430 155.74	1472.03	2.62		
22:30	387 000.13	3430 737.13	1527.05	2.68		
22:35	387 012.57	3430 753.45	1433.11	2.68		
22:40	387 040.32	3430 724.12	1438.10	2.66		
22:45	387 023.44	3430 787.25	1462.10	2.00		
22:50	387 040.44	3430 750.81	1529.36	2.00		

# ESTUDIOS GEOFISICOS Y TOPOGRAFICOS DE MEXICO S.A. DE C.V.

## REGISTRO DE CAMPO DE G. P. S.

CLIENTE	[H. S. S. S. S.]	FECHA	[25 FEBRERO 90]
PROYECTO	[TERRAMAR]	EL-GMT	[-7 HRS.]
LUGAR	[H. S. S. S. S.]	OPERADOR	[C. F. R.]

NOMBRE DE LA ESTACION	[D117]	CONDICIONES CLIMATICAS	
SESION	[A]	<del>BUENAS</del>	REGULARES
No. SERIE DEL RECEPTOR	[345]	CONDICIONES DE VISIBILIDAD	
No. SERIE DE LA ANTENA	[363]	<del>BUENAS</del>	REGULARES
RADIO DE LA ANTENA	[0.1737]	CONDICIONES DE VISIBILIDAD	
ALTURA DIAGONAL	[1.299]	<del>BUENAS</del>	REGULARES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### POSICION PRELIMINAR U. T. M.

DATUM: NAD27

SATELITES	[2C, 24, C4, C5, C6, C9, 16]	ERRORES HOR.	[49.3]
ESTE	[371314.56]	ZONA	[73]
NORTE	[3429036.94]		

TIEMPO LOCAL	COORDENADA		ALTURA ELIPSoidal	PDOP	SATELITE ENTRADA	SATELITE SALIDA
	ESTE	NORTE				
21:30	371299.25	3429044.59	1302.14	1.17		
21:35	371299.37	3429035.12	1316.00	1.77		
21:40	371303.56	3429025.93	1311.11	2.92		C9
21:45	371313.58	3429020.32	1299.11	3.11		
21:50	371310.01	3429023.13	1300.59	3.25		
21:55	371315.20	3429027.11	1305.55	3.30		
22:00	371319.22	3429015.21	1305.59	3.39		
22:05	371317.15	3429015.25	1304.63	3.50		C4
22:10	371311.22	3429015.16	1300.23	2.95		
22:15	371312.50	3429017.51	1337.14	2.80		
22:20	371314.30	3429017.67	1343.39	2.68		
22:25	371319.22	3429016.33	1346.37	2.68		
22:30	371316.39	3429019.04	1320.00	2.50		
22:35	371317.92	3429019.39	1310.42	2.46		
22:40	371315.90	3429013.52	1314.51	2.15		
22:45	371309.74	3429009.16	1312.50	1.93		
22:50	371311.16	3429009.59	1317.70	2.00		

WIR 22 FEB 90

# ESTUDIOS GEOFISICOS Y TOPOGRAFICOS DE MEXICO S.A. DE C.V.

## REGISTRO DE CAMPO DE G. P. S.

CLIENTE <u>MINERA DEL NORTE</u>	FECHA <u>29- FEB. 96</u>
PROYECTO <u>D. P. PALMITA</u>	TL-GMT <u>- 6 HRS</u>
LUGAR <u>ANQUABA, CHIHUAHUA</u>	OPERADOR <u>R. C. R.</u>

NOMBRE DE LA ESTACION <u>1043</u>	CONDICIONES CLIMATICAS
SESION <u>3</u>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> REGULARES <input type="checkbox"/> MALAS
No. SERIE DEL RECEPTOR <u>343</u>	
No. SERIE DE LA ANTENA <u>327</u>	CONDICIONES DE VISIBILIDAD
RADIO DE LA ANTENA <u>0.1737</u>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> REGULARES <input type="checkbox"/> MALAS
ALTURA DIAGONAL <u>1.186</u>	

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

POSICION PRELIMINAR U. T. M.

DATUM: NAD27

SATELITES <u>22, 29, 25, 14, 15, 18</u>	ERROR HOR. <u>30.3</u>
ESTE <u>387 036.54</u>	
NORTE <u>3 430 752.00</u>	ZONA <u>13</u>

TIEMPO LOCAL	COORDENADA		ALTURA	PDOP	SATELITE ENTRADA	SATELITE SALIDA
	ESTE	NORTE	ELIPSOIDAL			
09:35	387 028. 27	3 430 753. 92	1459.11	1.90		
09:40	387 012. 18	3 430 750. 68	1499.78	1.86		
09:45	387 015. 69	3 430 743. 05	1518.30	1.82		
09:50	387 005. 88	3 430 670. 36	1430.16	3.94		15
09:55	387 030. 05	3 430 702. 33	1431.44	3.84		
10:00	386 992. 00	3 430 708. 20	1478.57	3.63		
10:05	387 002. 18	3 430 746. 34	1483.64	3.41		
10:10	382 009. 17	3 430 775. 64	1495.09	1.62	28, 19	
10:15	387 032. 11	3 430 780. 87	1522.63	1.65		
10:20	387 003. 69	3 430 752. 24	1504.50	1.66		
10:25	386 984. 12	3 430 757. 53	1468.70	1.69		
10:30	387 018. 76	3 430 750. 72	1582.43	2.12		25
10:35	387 010. 75	3 430 794. 78	1439.73	2.18		
10:40	387 013. 26	3 430 799. 12	1442.42	2.22		
10:45	387 016. 21	3 430 756. 83	1527.19	2.12		
10:50	386 999. 63	3 430 747. 79	1583.30	2.16		
10:55	387 005. 43	3 430 769. 31	1481.64	2.20		

**ESTUDIOS GEOFISICOS Y TOPOGRAFICOS DE MEXICO S.A. DE C.V.**  
**REGISTRO DE CAMPO DE G. P. S.**

CLIENTE	Alameda de Arca	FECHA	24 Febrero 66
PROYECTO	PH117	TL-GMT	1155
LUGAR	Alameda de Arca	OPERADOR	C. F. V.

NOMBRE DE LA ESTACION	PH117	CONDICIONES CLIMATICAS	<input checked="" type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> REGULARES <input type="checkbox"/> MALAS
SESION	B	CONDICIONES DE VISIBILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> BUENAS <input type="checkbox"/> REGULARES <input type="checkbox"/> MALAS
No. SERIE DEL RECEPTOR	345		
No. SERIE DE LA ANTENA	303		
RADIO DE LA ANTENA	0.1737		
ALTURA DIAGONAL	1.276		

**POSICION PRELIMINAR U. T. M.**

DATUM: NAD27

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

SATELITES	25, 22, 29, 14, 13, 15	ERROR HOR.	42.6
ESTE	371329.75	ZONA	13
NORTE	3429012.33		

TIEMPO LOCAL	COORDENADA		ALTURA	PDOP	SATELITE ENTRADA	SATELITE SALIDA
	ESTE	NORTE	ELIPSOIDAL			
9:35	371327.69	3429017.15	1293.69	1.90		
9:40	371324.79	3429019.73	1298.87	1.90		
9:45	371326.40	3429010.27	1300.64	1.90		
9:50	371324.63	3429005.41	1339.74	3.90		15
9:55	371320.29	3429003.93	1333.69	3.91		
10:00	371320.60	3429005.41	1331.97	3.54		
10:05	371320.64	3429007.75	1330.74	3.40		
10:10	371320.90	3429009.50	1331.52	1.62	29, 29	
10:15	371317.40	3429015.72	1338.11	1.64		
10:20	371317.91	3429030.20	1341.07	1.66		
10:25	371313.10	3429017.28	1339.62	2.13		
10:30	371314.49	3429016.67	1342.49	2.16		25
10:35	371314.29	3429016.92	1341.65	2.18		
10:40	371316.41	3429022.60	1335.22	2.18		
10:45	371315.15	3429020.45	1340.69	2.15		31
10:50	371314.40	3429022.57	1339.20	2.16		
10:55	371315.39	3429017.19	1336.82	2.07		

**072**



## 5.- PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos que grabaron los receptores en su memoria se descargaron en un computadora, los receptores generan tres archivos para cada estación y por sesión, estos son :

### SESION: 1

ESTACION : 1043

B1043A95.059  
E1043A95.059  
S1043A95.059

ESTACION : PAL1

PAL1A96.059  
PAL1A96.059  
PAL1A96.059

### SESION: 2

ESTACION : 1043

B1043B96.060  
E1043B96.060  
S1043B96.060

ESTACION : PAL3

BPAL3B96.060  
EPAL3B96.060  
SPAL3B96.060

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

El procesamiento de datos para el cálculo de las coordenadas se realiza en el sistema WGS84, por lo que las coordenadas del vértice PC 1043 se tuvieron que transformar de NAD 27 a WGS84.

Es conveniente mencionar que la elevación del PC 1043 se determinó del promedio que obtuvo el receptor en las sesiones, en otras palabras la elevación es resultado de un posicionamiento autónomo.

Para obtener la elevación referida al nivel medio del mar se calcula para cada posición la ondulación geoidal mediante el programa del Dr. RAPP de 1991 y se le resta a la altura elipsoidal WGS84.

Sistema de Referencia : NAD 27

Punto : 1043

Lat : 31° 00' 24.2021"  
Lon : 106° 11' 00.4871"  
Alt : 1514.844 mts nmm

Semilla Mayor : 6378206.400

1/I : 294.9786982

Sistema de Referencia : WGS 84

Punto : 1043

Lat : 31° 00' 24.71121"  
Lon : 106° 11' 02.28700"  
Alt : 1515.000 mts

Semilla Mayor : 6378137.000

1/I : 298.257223563

Los Parametros que se usaron para realizar esta transformación fueron los siguientes :

Tx = -12                      Ty = 130                      Tz = 190

Los valores del vértice 1043 en WGS 84 se usaron como coordenadas conocidas para el procesamiento de la línea base PC 1043 - Punto de Partida PALMITA

Se procesaron dos sesiones de manera independiente y sus resultados se enlistan a continuación

**INICIO DEL PROCESAMIENTO DE DATOS SESION 1**

PRISM 2.0.00 12/08/93

Common start of two UFILES: 1996/02/29 03:27:20.00

Common end of two UFILES: 1996/02/29 04:55:20.00

Selected first epoch: 1

Selected last epoch: 265

For SV 4 there are 68 triple-difference measurements.

For SV 5 there are 264 triple-difference measurements.

For SV 6 there are 263 triple-difference measurements.

For SV 16 there are 264 triple-difference measurements.

For SV 17 there are 48 triple-difference measurements.

For SV 20 there are 264 triple-difference measurements.

For SV 24 there are 264 triple-difference measurements.

Epoch interval (seconds): 20.000000

**THE TRIPLE DIFFERENCE SOLUTION (Lc)**

Measure of geometry: 0.054400

num\_meas = 1170

num\_used = 1170

rms\_Resid = 0.005272 (m)

Post-Fit Chisq = 780.327

NDF

= 10.833

Sigma<sub>x</sub> (m): 1.528883

Sigma<sub>y</sub> (m): 1.112109

Sigma<sub>z</sub> (m): 0.586687

x y z

x 1.00

y 0.24y 1.00

z 0.10z 0.65z 1.00

del\_station: -0.000007 -0.000072 0.000070

Station1: STATION 1043 Station2: STATION PAL1

(00000) (1043)

(00000) (PAL1)

Latitude: 31.00686423 31 0 24.71121 30.98956445 30 59 22.43200

E-Long : 253.81603139 253 48 57.71300 253.65182844 253 39 6.58239

W-Long : 106.18396861 106 11 2.28700 106.34817156 106 20 53.41761

E-Height: 1515.0000 1353.4228

Baseline vector: -15295.9554 3578.0750 -1727.6773

Mark1\_xyz : -1525419.1991 -5256016.0977 3267326.2643

Ax1 E11 D1 : 263.06941 -0.6567 15803.5990

E1 N1 U1 : -15684.6793 -1918.4767 -161.5772

Mark2\_xyz : -1540715.1544 -5252438.0227 3265598.5870

Az2 E12 D2 : 82.98484 0.5149 15803.5990

E2 N2 U2 : 15687.1140 1918.4228 161.5772

**Double-Difference Epochs:**

Prn: 4 Start epoch: 3 End epoch: 70

Prn: 5 Start epoch: 3 End epoch: 265

Prn: 6 Start epoch: 3 End epoch: 265

Prn: 16 Start epoch: 2 End epoch: 265

Prn: 17 Start epoch: 218 End epoch: 265

Prn: 20 Start epoch: 2 End epoch: 265

Prn: 24 Start epoch: 2 End epoch: 265

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

THE FLOAT DOUBLE DIFFERENCE SOLUTION (L1+L2)

Measure of geometry: 0.006240 Wavelength = 0.861918 (m/cycle)  
 num\_meas = 1173 num\_used = 1168 rms\_resid = 0.019576 (m)  
 Post-Fit Chisq = 13.536 NDF = 10.915

Reference SV: 16

SV	Ambiguity	FIT	Meas	SV	Ambiguity	FIT	Meas
4	3945548.995f	0.031	66	5	3435482.958f	0.020	264
6	-4162118.105f	0.028	263	17	-8601675.149f	0.025	47
20	-351840.074f	0.017	264	24	4507700.993f	0.022	264

Sigma<sub>x</sub> (m): 0.065054  
 Sigma<sub>y</sub> (m): 0.052710  
 Sigma<sub>z</sub> (m): 0.028277  
 Sigma<sub>N</sub> (cy): 0.053961  
 Sigma<sub>N</sub> (cy): 0.051159  
 Sigma<sub>N</sub> (cy): 0.094954  
 Sigma<sub>N</sub> (cy): 0.125894  
 Sigma<sub>N</sub> (cy): 0.077160  
 Sigma<sub>N</sub> (cy): 0.030732

x	y	z	N	N	N	N	N
x 1.00							
y-0.38y 1.00							
z-0.19z-0.31z 1.00							
N 0.58N 0.38N-0.20N 1.00							
N-0.94N 0.50N 0.01N-0.43N 1.00							
N-0.84N 0.78N 0.08N-0.12N 0.88N 1.00							
N-0.87N 0.73N-0.06N-0.22N 0.91N 0.95N 1.00							
N-0.93N 0.63N 0.12N-0.31N 0.94N 0.96N 0.95N 1.00							
N 0.10N 0.64N 0.11N 0.69N 0.04N 0.38N 0.23N 0.20N 1.00							

del\_station: 0.001223 -0.002062 0.000791

Station1: STATION 1043 Station2: STATION PALI

	(00000)	(1043)	(00000)	(PALI)
Latitude:	31.00686423	31 0 24.71121	30.98956432	30 59 22.43157
E-Long :	253.81603139	253 48 57.71300	253.65182898	253 39 6.58431
W-Long :	106.18396861	106 11 2.28700	106.34817102	106 20 53.41569
E-Height:	1515.0000		1353.3125	

Baseline vector: -15295.8817 3578.1447 -1727.7456

Mark1_xyz :	-1525419.1991	-5256016.0977	3267326.2643
Az1 E11 D1 :	263.06934	-0.6571	15803.5509
E1 N1 U1 :	-15684.6283	-1918.4902	-161.6875
Mark2_xyz :	-1540715.0808	-5252437.9530	3265598.5187
Az2 E12 D2 :	82.98477	0.5153	15803.5509
E2 N2 U2 :	15687.0626	1918.4363	161.6875

INTEGER FIXED DOUBLE DIFFERENCE (L1+L2) SOLUTION

	1	2	3	4
Abs Contrast	14.319	0.000	0.000	0.000

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

**RESUMEN DE RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO ( SESION 2 )**

PRISM : 2.0.00 STATIC - WIDE LN Processed: 03/04/96 21:16  
 PROJECT: GPS Survey Year: 1996 Day: 060 Session: B  
 Start: 15:32 Span: 94 min Interval: 20.00 s

KNOWN Station: 104J

STATION 104J

LAT : N 31 00 24.71121 LONG : W 106 11 2.28700 ELLIP. HT: 1515.000

Antenna Height:	Met. Information:	Operator:	RCR
Slant: 1.185 m	Temp: 20.0(C)	Receiver #:	430
Radius: 0.173 m	Humidity: 50.0(%)	Antenna #:	327
Vert Offset: 0.000 m	Pressure: 1010.0(mb)	Comment:	
Antenna Offset:			
North: 0.000 m		Receiver Log ID:	00
East: 0.000 m			

UNKNOWN Station: PALJ

STATION PALJ

Antenna Height:	Met. Information:	Operator:	CER
Slant: 1.276 m	Temp: 20.0(C)	Receiver #:	345
Radius: 0.173 m	Humidity: 50.0(%)	Antenna #:	363
Vert Offset: 0.000 m	Pressure: 1010.0(mb)	Comment:	
Antenna Offset:			
North: 0.000 m		Receiver Log ID:	14518
East: 0.000 m			

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

**FLOAT SOLUTION**

**FIXED SOLUTION**

RMS: 0.0097 m  
 Conv: 0.0072 m 1135 of 1148 Meas Used

RMS: 0.0107 m Lowest RATIO: 100.00  
 Conv: 0.0003 m 1129 of 1148 Meas Used

LATITUDE: N 30 59 22.43177  
 LONGITUDE: W 106 20 53.41825  
 ELLIP. HT: 1353.285

LATITUDE: N 30 59 22.43183  
 LONGITUDE: W 106 20 53.41829  
 ELLIP. HT: 1353.278

delta X: -15295.939 +/-0.070  
 delta Y: 3578.190 +/-0.022  
 delta Z: -1727.755 +/-0.021

delta X: -15295.939 +/-0.004  
 delta Y: 3578.197 +/-0.008  
 delta Z: -1727.757 +/-0.007

BASELINE LENGTH: 15803.618

BASELINE LENGTH: 15803.619

**Reference SV: 14**

**Reference SV: 14**

SV	Amb.	Sigma	Fit(m)	# Meas
18	-8.051	0.166	0.018	238
19	-4.137	0.302	0.021	115
22	-2.069	0.534	0.012	278
25	-5.008	0.857	0.034	108
28	-9.029	0.759	0.033	114
29	0.982	0.150	0.012	282

SV	Amb.	Sigma	Fit(m)	# Meas
18	-4.304	0.000	0.017	238
19	-7.377	0.000	0.031	113
22	-4.727	0.000	0.016	278
25	-0.844	0.000	0.036	108
28	-3.416	0.000	0.031	112
29	0.481	0.000	0.013	282

## 6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El resultado del procesamiento entre una sesión y otra nos arroja una diferencia de 0.001 en Latitud y 0.004 m en Longitud, esto significa una diferencia total de 0.004 m aproximadamente.

Considerando que tenemos una distancia aproximada de 15.803 mts entre un punto y otro, tenemos una precisión estimada de 1 : 3,832,790 aproximadamente.

Se proceso la primer sesión de 1.5 hrs en dos bandas ( WIDE LN ).

Se proceso la segunda sesión de 1.5 hrs en dos bandas ( WIDE LN ).

El resultado final es la posición de la segunda sesión ya que se considero que es la mas confiable por tener resultados mas optimos, se concluye por tanto que es la solución mas adecuada y que cumple con los estándares fijados para el trabajo.

El resultado final del procesamiento se obtiene en WGS 84 por lo que se realizó la transformación a NAD 27.

Sistema de Referencia : WGS 84			
Punto : PP PALMITA			
Lat N :	30° 59'	22.43183°	
Lon W :	106° 20'	53.41829°	
Elev :	1353.278 mts		

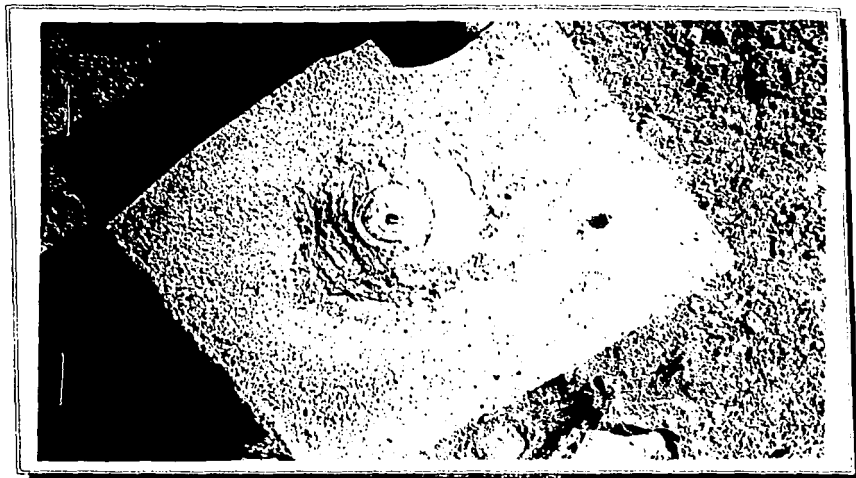
Sistema de Referencia : NAD 27			
Punto : PP PALMITA			
Lat N :	30° 59'	21.92286°	
Lon W :	106° 20'	51.60556°	
Elev :	1353.009 mts		

Este mismo resultado en la Proyección  
Universal Transversa de Mercator

COORDENADAS U.T.M.			
E =	371,320,940		
N =	3,429,025,130		
Z =	1378,025 mts s.n.m.		
MERIDIANO CENTRAL : 105 WG			
ZONA : 13			

Se concluye que en las diversas etapas del trabajo realizado se obtuvieron resultados satisfactorios, y que se cumplieron con éxito los requerimientos del contratista.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

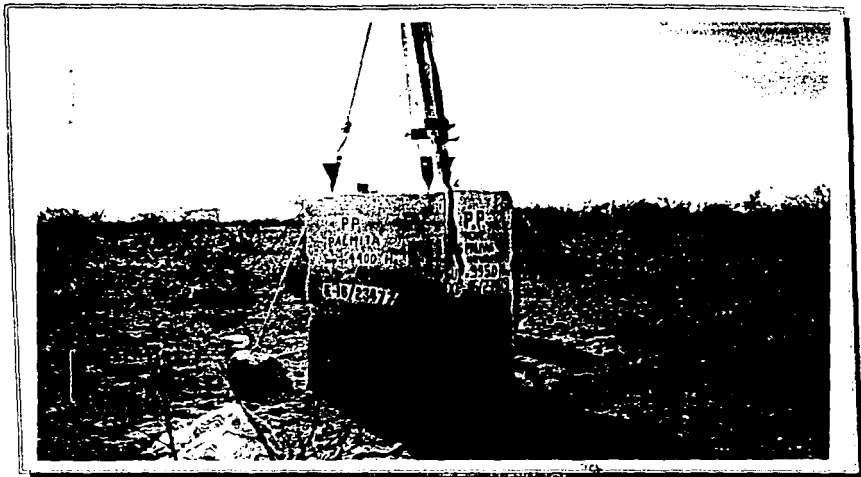




TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MAR. 22 1965  
GEOLOGICAL SURVEY





TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

INSTRUMENTOS  
MAR. 22 1985  
ESTACIONES





### TEMA III

## MÉTODOS TOPOGRÁFICOS Y GEODÉSICOS DE LEVANTAMIENTOS

## POLIGONACIÓN

Como antecedente al método de Poligonación vamos a dar una pequeña introducción acerca del instrumental topográfico necesario para realizar los trabajos periciales:

El Teodolito representa en todo trabajo "el alma del topógrafo" ya que este instrumento le permite trazar líneas, determinar linderos, nivelar, seccionar, configurar, orientar astronómicamente, efectuar triangulaciones, trazar caminos, alinear construcciones y estructuras, comunicar obras minera, etc. siendo utilizado con toda regularidad antes, durante y al final de cualquier proyecto minero ya sea de exploración o de explotación.

En levantamientos que no requieren precisión, se determinan las distancias por medio de un ESTADAL y generalmente se emplea un teodolito convencional (tránsito) de 1' de aproximación, lecturas por vernieres auxiliado por una lupa, y plomada metálica.

Para trabajos finos se utiliza un teodolito de 1" de aproximación, dotado de micrómetros ópticos o electrónicos para las lecturas angulares horizontales y verticales, y plomada óptica; pudiéndose controlar zonas de magnitud media, es decir, de 2,000 a 5,000 hectáreas, con un avance promedio diario de 2,000 metros de líneas medidas, puesto que las distancias por determinar deben ser de  $\pm 200$  metros para poder obtener la precisión indicada.

En la actualidad este instrumento ha caído en desuso con la aparición de los DISTANCIOMETROS ELECTRÓNICOS. El modelo más usual es el que opera basándose en rayos infrarrojos, los cuales son emitidos en la estación de observación en dirección al punto visado, de donde son reflejados por medio de unos prismas, y al ser recibidos nuevamente por la estación emisora, ésta los procesa y determina la distancia en función de la longitud de onda y velocidad del

rayo infrarrojo. El alcance de medición de estos instrumentos varía de unos cuantos metros hasta unos 5 kilómetros con un juego normal de tres prismas o más, siendo su grado de precisión mínima de 1 a 50,000, incrementándose ésta en función de la calidad del distanciómetro y las condiciones atmosféricas imperantes en el área de medición.

La tecnología actual ha desarrollado estos equipos con una sofisticación tal, que podemos encontrar en el mercado TAQUIMETROS INFORMATICOS, constituidos éstos por teodolito electrónico con distanciómetro integrado, conectado a una memoria enchufable que registra los ángulos y distancias medidas. Esta memoria tiene un modulo de programa que prácticamente es una computadora de campo, y que con el microprocesador del teodolito realiza todos los cálculos y las correcciones, presentando en pantalla distancia horizontal, desnivel y coordenadas de cada línea medida. Asimismo puede conectarse a una terminal de datos (ordenador) para su registro.

Finalmente, mencionaremos en una forma muy somera y rápida ya que se ampliara la información más adelante de los instrumentos denominados POSICIONADORES SATELITARIOS, cuya función es determinar la posición tridimensional de un punto sobre la superficie de la tierra, para tal efecto, el instrumento recolecta datos de múltiples pasadas de satélites en una ubicación dada, conjuntamente con una efeméride. Los satélites tienen un sistema de coordenadas que le son transmitidas desde una estación conocida, por lo que, el método consiste en operar simultáneamente los receptores de señales en ambas estaciones, con lo cual se logra obtener las coordenadas del punto por posicionar; en términos comunes, se hace un desplazamiento de coordenadas o traslocación. La precisión que otorgan estos instrumentos está, entre otras cosas, en función del tiempo de exposición de los satélites por las estaciones, la cual podría llegar a ser milimétrica.

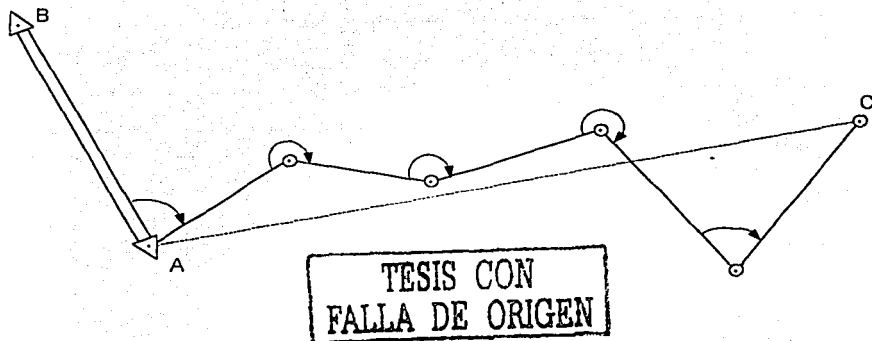
**POLIGONACIÓN.** El método de Poligonación se define dentro del ambiente minero como la medición directa a partir de una línea base de los ángulos y distancias entre puntos consecutivos que forman una poligonal; esta puede ser cerrada o abierta, en este trabajo de tesis describir la técnica sería redundar en el tema, ya que se da por entendido que forma parte de un estudio básico y preliminar en cualquier proyecto de ingeniería. Por tal motivo mostrare solamente trabajos reales donde se muestra cómo se utiliza este método en la minería.

Este método es el mas simple para extender un sistema de coordenadas, es similar al de navegación a estima en donde se miden distancias y direcciones. En una poligonación se inicia el levantamiento en un punto con posición y acimut a otro punto conocido y se hacen medidas en serie de ángulos y distancias a través de todos los puntos de la poligonal. Las mediciones angulares sirven para calcular la dirección de cada línea y las mediciones de las distancias completan la información para determinar la posición de los puntos.

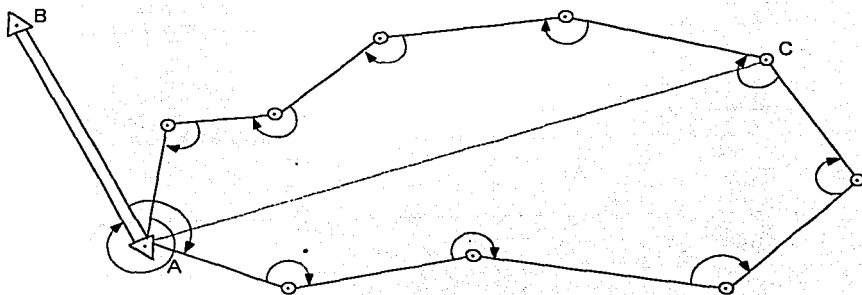
Cuando la poligonal termina en otro punto de posición conocida y regresa al punto de partida se dice que es una poligonal cerrada; de lo contrario, si termina solamente en el punto de posición conocida se dice que es una poligonal abierta.

Se considera frecuentemente que la poligonal es un sustituto adecuado y económico para la triangulación si se desean, se afirma, precisiones menores al segundo orden. Esto no es completamente cierto. Si el terreno es plano, una poligonal con observaciones astronómicas convenientemente intercaladas puede ser tan precisa como una triangulación. Además, de que los métodos celestes de triangulación permiten extender grandes arcos a través de los océanos o terrenos inaccesibles. Estos métodos tienen la característica de que los datos observados no son afectados por la dirección de la vertical en el punto de observación y por tal motivo determinamos que de las técnicas celestes, la de observación y rastreo de satélites artificiales de la tierra son las más promisorias para la obtención de datos geodésicos.

GRÁFICA DE UNA POLIGONAL ABIERTA



GRÁFICA DE UNA POLIGONAL CERRADA



DATOS CONOCIDOS

Latitud y longitud del punto A  
Azimut de la línea AB

DATOS MEDIOS

Distancia de los lados de la poligonal  
Ángulos entre los lados de la

poligonal

DATOS CALCULADOS

Latitud y longitud del punto C y de los demás puntos  
Distancia y Azimut de la línea AC  
Distancia y Azimut de la línea entre cualquier par de puntos.

## POSICIONAMIENTO POR SATÉLITES.

Dentro de la minería como en otras áreas de las ciencias de la tierra, la utilización de los satélites artificiales para posicionamientos se ha hecho por demás indispensable, por su alta precisión, por su rapidez y su confiabilidad ha demostrado ser la herramienta con mayor alcance para realizar los trabajos périciales y de campo de las compañías mineras nacionales y de todo el mundo. Además de la Geodesia o Topografía, se han ido buscando y encontrando aplicaciones, incluso diferentes de las originales, como posicionamiento en: vigilancia, comunicaciones, meteorología, teledetección y geofísica.

Los primeros satélites se derivan de un simposium celebrado en Toronto, Canadá. En 1957 donde se presentó una exposición sobre posibles aplicaciones geodésicas de hipotéticos satélites artificiales. Idea que se manifestó en una realidad cuando días más tarde la antigua URSS pusiera en órbita el primer satélite artificial de la Tierra: el SPUTNIK 1. Y la historia de la Geodesia espacial comenzó, porque pronto pudieron observar que, analizando el corrimiento Doppler de las señales radiodifundidas desde el Sputnik 1 y recibidas en estaciones de posición conocida, era posible establecer la órbita del satélite. Una vez establecida, podía volverse la órbita pasiva y obtener la posición de un receptor en distinta localización, después de la recepción y análisis de las señales recibidas durante diferentes y suficientes pasos del satélite. A partir de aquí, se desarrollan los posicionamientos vía satélite: posicionamiento Doppler y hoy en día el sistema GPS (Sistema Global de Posicionamiento) el cual como sabemos calcula las coordenadas cartesianas geocéntricas (X,Y,Z); se desarrolla en la década de los setenta en los EEUU como medida de defensa y para proveer posicionamiento geográfico preciso en cualquier parte del mundo.

Funciona basándose en las señales de radiofrecuencia que transmite una constelación de 24 satélites denominada NAVSTAR, dichos satélites transmiten información de muy alta precisión acerca de sus órbitas y del registro del tiempo, a

partir de la cual puede calcularse la distancia entre los satélites y un receptor para deducir finalmente las coordenadas geográficas del receptor (de las cuales hablaremos más adelante), en el transcurso de unos minutos a partir de que éste comenzó a rastrear satélites.

El GPS es un sistema de recepción pasiva para posicionamiento y navegación. Los satélites transmiten información a los usuarios en tierra pero no reciben información proveniente de los usuarios, esto significa que los satélites de esta constelación no funcionan como enlace de comunicación entre el usuario y alguna estación base por ejemplo. También significa que no hay suscripción o cuotas a pagar por el acceso a las señales GPS, y que no hay límite en cuanto al número de usuarios que simultáneamente pueden aprovecharlas.

El sistema GPS se compone a su vez de tres subsistemas: el satelitario, de control y del usuario. El subsistema satelitario lo constituyen los 24 satélites operativos de la constelación NAVSTAR, los cuales se hallan distribuidos en 6 órbitas elípticas, cada una con 55° de inclinación con respecto al Ecuador, los satélites tienen un período de casi 12 horas y orbitan aproximadamente a 30,000 Km de altitud.

La configuración de la constelación asegura que, con pocas excepciones, siempre haya un mínimo de cuatro satélites visibles desde cualquier punto de la tierra. Estos satélites están equipados con relojes atómicos activados por osciladores de Cesio o Rubidio, que permiten al satélite transmitir ondas electromagnéticas en dos frecuencias distintas, L1 con  $\nu_1=1575.42$  MHz, y L2 con  $\nu_2=1227.6$  MHz. Indicando su tiempo exacto de transmisión, mismas que son captadas por los receptores utilizados para la observación.

En la minería, para determinar las coordenadas de los Puntos de partida, los levantamientos con GPS pueden ser de dos tipos: Lectura Autónoma de Satélites y Lectura de Satélites para Translocalización; dos métodos de los cuales se hablará más adelante y en forma más detallada.



## MÉTODO TOPOGRÁFICO PARA DETERMINAR LAS COORDENADAS DEL PUNTO DE PARTIDA.

En este trabajo de tesis, voy a exponer el método que utilizo para realizar los levantamientos topográficos y en particular para determinar las coordenadas de un punto de partida, y que desde mi punto de vista, es el que tiene mayor facilidad en su desarrollo, el método es el de **conservación de acimutes**, ya que tiene la particularidad y la ventaja de elegir una dirección de referencia, ya sea la meridiana magnética o la astronómica y a partir de ella medir directamente los acimutes de los siguientes lados de la poligonal.

Matemáticamente es un solo método, pero según el tipo de instrumentos que se empleen, se divide en dos métodos:

- 1º. Cuando se emplean las posiciones directa e inversa del telescopio, es decir, cuando se utiliza un tránsito o teodolito convencional y,
- 2º. Cuando se utiliza únicamente la posición directa del instrumento, es decir cuando se usa un instrumento cuyo telescopio no da una vuelta completa alrededor del eje de alturas.

El desarrollo del trabajo en campo se efectúa de acuerdo al sentido y al tacto de cada individuo, esto además de utilizar los principios elementales de las matemáticas en la topografía.

En cuanto a la tolerancia angular, es el error máximo que se puede admitir, por la tanto:

$$T = \pm \alpha \sqrt{n}$$

En la cual T: tolerancia

$\alpha$ : aproximación del instrumento

n: número de ángulos observados

Enseguida mostraré, como lo había mencionado antes, algunos ejemplos de trabajos de levantamientos reales con el **método de conservación de acimutes**.



LADO	DISTANCIA	RUMBO	COORDENADAS		PTO
			Y	X	
PPSTROSA-LB	518.219	S 84° 23' 53.32 E	2,236,321.982	513,838.794	PPSTROS
L.B.-A	1193.359	S 75° 34' 00.06 E	2,236,271.396	314,354.538	L.B.
A - B	1207.134	N 75° 12' 16.86 W	2,235,973.449	515,512.170	A
B-PPSTROSA	507.864	N 85° 27' 07.08 W	2,236,281.711	514,345.059	B
A-PPHGO 2	829.799	N 71° 07' 55.42 W	2,236,241.796	514,726.959	PPHGO2

= 2,236,500

P.P. SANTA ROSA

P.P. HIDALGO 2

B  
L.B.

A

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

AL P.C. 5137 UTILIZADO EN LA TRANSLOCALIZACION  
PARA LA DETERMINACION DEL P.P. SANTA ROSA  
S 57° 50' 46.89 E y 21,598,748 m<sup>2</sup>

= 2,235,000

X = 514,000

X = 515,500

DESCRIPCION:

POLIGONAL TOPOGRAFICA PARA DETERMINAR EL PPD HIDALGO 2

ETIPO:

CONSERVACION DE AZIMUTES

OM. DE PROYECTO:

HIDALGO 2

LEVANTO Y CALCULO:

ING. GUSTAVO GUERRERO M.

DIBUJO:

DAVID COLLADO R.

ESCALA:

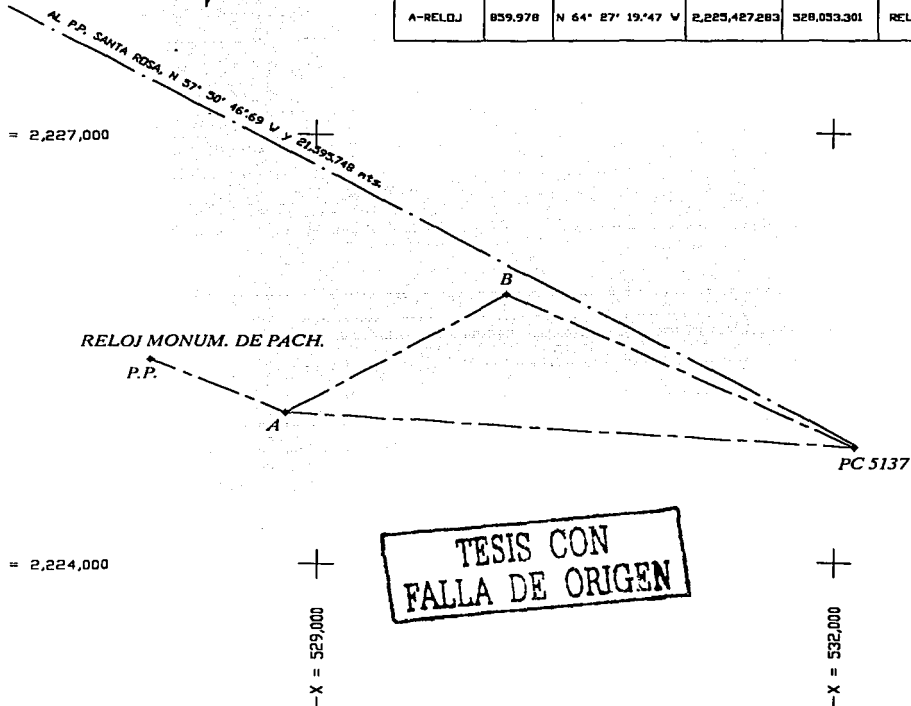
1 : 15,000

FECHA:

MAYO DE 1999



LADO	DISTANCIA	RUMBO	COORDENADAS		PTO
			Y	X	
PC - A	3302.401	N 85° 41' 11.19" W	2,224,808.060	532,122.262	PC
A - B	1531.373	N 57° 34' 08.13" E	2,225,056.449	529,829.216	A
B - PC	2268.518	S 61° 52' 02.24" E	2,225,877.701	530,121.752	A
A-RELOJ	859.978	N 64° 27' 19.47" W	2,225,427.283	528,053.301	RELOJ



DESCRIPCIÓN: POLIG. TOPOG. P/ DETERM. EL P.P. UBICADO EN EL RELOJ MONUMENT.

ETODO: CONSERVACIÓN DE AZIMUTES

DM. DE PROYECTO:

LEVANTÓ Y CALCULÓ :

DIBUJÓ :

ESCALA :  
1 : 30,000

HIDALGO 2

ING. GUSTAVO GUERRERO M.

DAVID COLLADO R.

FECHA :  
MAYO DE 1999

# DIAGRAMA DE POLIGONACION

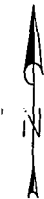
Y = 2.840.000

LOTE: SAN PABLO  
Exp:

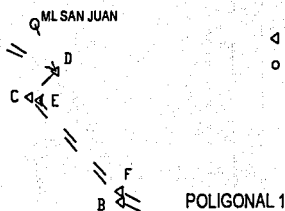
SIMBOLOGIA

- ◄ VERTICE DE POLIGONAL
- PUNTO RADIADO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



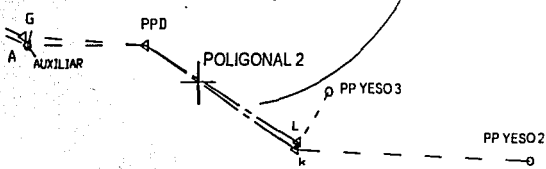
PP JULIA  
○  
ML SAN JAVIER  
ML SAN JUAN



POLIGONAL 1

LAND	RANCHO	SISTEMA	ACTUAL	ANG. TUP.	PERIMETRO
198-4	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753
1-4	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753
1-499	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753

Y = 2.837.500



POLIGONAL 2

LAND	RANCHO	SISTEMA	ACTUAL	ANG. TUP.	PERIMETRO
1-499	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753
198-4	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753
1-4	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753
1-499	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753
1-4	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753
1-499	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753
1-4	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753
1-499	2 50° 50' 00" S	0.361.504	119° 40' 00" S	0.807.476.888	304.449.753

Y = 2.840.000  
x

Y = 2.837.500  
x

Escala 1 : 25,000

## MÉTODO GEODÉSICO PARA DETERMINAR LAS COORDENADAS DEL PUNTO DE PARTIDA.

Como he mencionado anteriormente, dentro de la minería y por especificaciones de la Ley Minera hay dos métodos para determinar las coordenadas de un punto de partida mediante levantamientos GPS: Lectura Autónoma de Satélites y Lectura de Satélites para Translocalización.

La Lectura Autónoma de Satélites o Posicionamiento Satelitario Autónomo se define como la determinación directa de las coordenadas geográficas y U.T.M. de un P.P. mediante el uso de un solo receptor G.P.S. sin apoyo de un Punto de Control y.

La Lectura de Satélites para Translocalización o Posicionamiento Satelitario Diferencial se define como la obtención de las coordenadas geográficas y U.T.M. de un P.P. con dos o más receptores G.P.S. mediante lecturas simultaneas con apoyo en un Punto de Control.

Los métodos descritos anteriormente deben sujetarse a las especificaciones siguientes:

- 1º. Los levantamientos con el método de lectura autónoma de satélites únicamente se admitirán cuando el punto o puntos de control más cercanos estén ubicados a una distancia mayor de 50 Km del punto de partida origen.
- 2º. Los trabajos periciales correspondientes a las solicitudes de asignación minera del Consejo de Recursos Minerales deberán ejecutarse por medio del método de lectura de satélites para Translocalización con precisión de primer orden.

De ser el caso, el perito minero determinará las ligas topográficas del P.P.D. del lote; al P.P.O. del lote de la concesión de que deriva; los P.P. de los lotes vigentes interiores, colindantes y vecinos y no vigentes cuyo terreno no sea libre; y al P.C. y/o L.B. que se utilice.

## CUADRO DE PRECISIONES Y MÉTODOS

MÉTODO	ORDEN Y CLASE	PRECISION LINEAL MINIMA	PRECISION ANGULAR MINIMA	NUMERO DE LECTURAS MINIMO	DISTANCIA MAXIMA DESDE EL PUNTO DE CONTROL	INSTRUMENTOS RECOMENDADOS
I - Poligonacion	2	11	1" 10 000	5 segundos por estacion	4 series	15 Km Teodolito de 20" y Distancio metro
II - Triangulacion	3	11	1" 10 000	5 segundos por setena	8 series	15 Km Teodolito de 20"
III - Lectura autonoma de satelites		De 40 a 10 m segun disponibilidad		1 50 horas		Receptor G P S
IV - Lectura de satelites para translocalizacion	1	11	1" 10 000	1 a 5 minutos de la linea base en Km	1 50 horas	L-1_50 Km/est n Receptor G P S de 8 a 10 canales de 1 Cm +/- 2 ppm
	2		De 2 a 5 m		1 50 horas	50 Km Receptor G P S de 3 a 6 canales
	2	11	De 5 a 10 m		1 50 horas	50 Km Receptor G P S de 1 a 3 canales

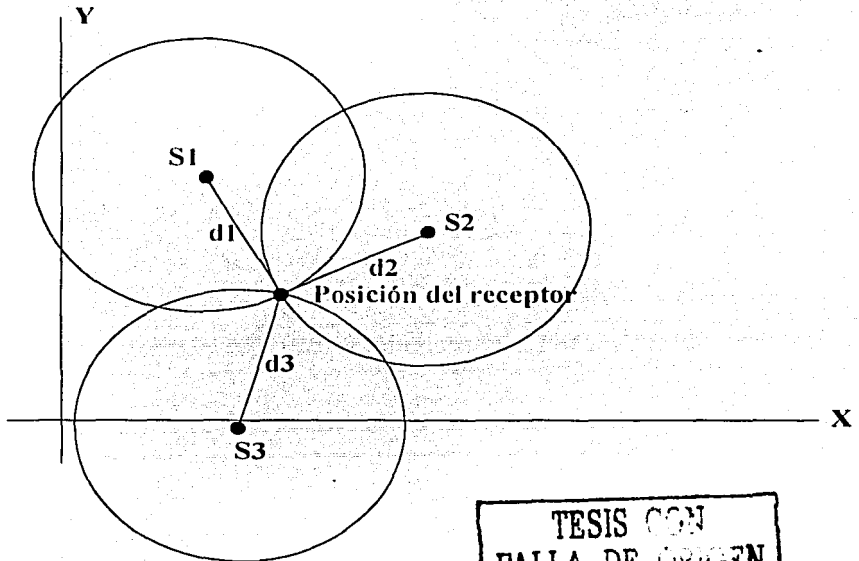
Cuadro que muestra, según la ley minera, las precisiones que deben tener los levantamientos de acuerdo al método para el posicionamiento de los puntos de partida.

La información del posicionamiento se proporciona con señales de acceso abierto a los civiles todo el tiempo. Existe sin embargo una limitante en estas señales. Los militares se han reservado el derecho de controlar el funcionamiento del sistema para los usuarios civiles, introduciendo errores que degradan la precisión del posicionamiento en un radio de hasta 100 m, esto se lleva a cabo mediante un error intencionado en la información del tiempo que transmiten los satélites, y se conoce como disponibilidad selectiva (SA). En ausencia de disponibilidad selectiva, las imprecisiones obtenidas con receptores comunes sería típicamente de 5 m a 10 m, en presencia de SA, dichas imprecisiones pueden llegar al rango de 100 m. Esta degradación así como la originada por los efectos atmosféricos pueden ser corregidas por medio de una técnica llamada corrección diferencial.

Explicar el funcionamiento del G.P.S. no es tan sencillo pero el planteamiento se basa en saber que una señal electromagnética viaja a la velocidad de la luz ( $C=300,000 \text{ Km/s}$ ) en el vacío, determinando cuanto tiempo ( $\Delta t$ ) toma a la señal viajar desde el satélite al receptor, puede calcularse la distancia (d) que existe

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

entre ambos. La posición del receptor en un plano cartesiano (X,Y) podría obtenerse por intersección cuando se tengan calculadas las distancias precisas hacia por los menos tres satélites de posición conocida.



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

La posición de (s1), (s2) y (s3) es un dato conocido. Al calcularse la distancia (d1) entre el receptor y (s1), se define una circunferencia con centro en (s1) y radio (d1), lo mismo tendremos con la distancia (d2) y el punto (s2). Estas circunferencias se interceptan en dos puntos, que se pueden obtener resolviendo las ecuaciones de ambas circunferencias como simultaneas, sin embargo para precisar la posición del receptor hace falta intervenir la distancia (d3) a un tercer punto referencia (s3); solo uno de los puntos satisface las ecuaciones de las tres

circunferencias en el plano X,Y, ese punto es la posición del receptor. Podemos entonces decir que con tres satélites a la vista del receptor puede estimar su posición en el plano.

Las señales que emiten los satélites NAVSTAR y que son fundamentales para obtener la precisión requerida en el levantamiento de un P.P. son ondas electromagnéticas que entran en la banda L del espectro electromagnético, entre las microondas, las ondas de radio y de radar, se emiten en frecuencias L1 y L2 son moduladas por los códigos P y C/A de acuerdo a la siguiente tabla:

FRECUENCIA FUNDAMENTAL:	$F_0 = 10.23 \text{ MHz}$
FRECUENCIAS PORTADORAS:	$L1 = 154 * F_0 = 1575.42 \text{ MHz}$
	$L2 = 120 * F_0 = 1227.60 \text{ MHz}$
CODIGO C/A:	$C/A = F_0/10 = 1.023 \text{ MHz}$
CODIGO P:	$P = F_0 = 10.23 \text{ MHz}$
CODIGO Y:	Código P encriptado
Mensaje de navegación:	1500 bit a 50 bit por segundo (bps)

El código de acceso claro (C/A) está sobrepuesto en la banda L1 únicamente.

El código de precisión (P) aparece sobrepuesto tanto en L1 como en L2.

La función de los códigos es por un lado establecer una diferencia entre los usuarios, pero primordialmente sirven como marcas de tiempo. La parte más difícil de medir el tiempo que tomó a las señales viajar desde el satélite al receptor es determinar cuando la señal salió del satélite. El sistema G.P.S. logra esto por medio de la sincronización de los satélites y los receptores, para generar el mismo código al mismo tiempo, es decir, el receptor genera una replica del código generado por el satélite. Una vez que el receptor capta la señal del satélite, compara el código que acaba de recibir con un código idéntico generado por el propio receptor. La diferencia en tiempo entre una sección particular del código recibido y el generado por el receptor es el tiempo que requirió la señal en su viaje  $\Delta t$ . Como el ejemplo que muestro enseguida por el método de translocalización.



## EJEMPLOS DE POSICIONAMIENTOS

## Posición del Punto de Control

SESSION 1

Horizontal Coordinate System:	World Geodetic Sys. 1984	Date:	05/15/02
Height System:	Ellips. Ht.	Project file:	SESSION 1.spr
Desired Horizontal Accuracy:	0.005m + 1 ppm		
Desired Vertical Accuracy:	0.010m + 1 ppm		
Confidence Level:	95 Err.		
Linear Units of Measure:	Meters		

Site ID	Control Site Descriptor	Position	95% Error	Control Type	Fix Estado
1 7103	P.C.	Lat. 27° 55' 48.28177"	0.000	Hor/Ver	Fijado
		Lon. 101° 21' 27.45236"	0.000		Fijado
		Elv. 376.815	0.000		Fijado
2 7113	P.C.	Lat. 27° 43' 03.95248"	0.000	Hor/Ver	Fijado
		Lon. 100° 58' 35.02881"	0.000		Fijado
		Elv. 312.675	0.000		Fijado

Site ID	Control Site Descriptor	Elevation Factor
1 7103	P.C.	0.99994081
2 7113	P.C.	0.99995089

## Análisis del Punto de Control

SESSION 1

Coordinate System:	World Geodetic Sys. 1984	Date:	05/15/02
Height System:	Ellips. Ht.	Project file:	SESSION 1.spr
Desired Horizontal Accuracy:	0.005m + 1 ppm		
Desired Vertical Accuracy:	0.010m + 1 ppm		
Confidence Level:	95% Err.		
Linear Units of Measure:	Meters		

Site ID	Control Site Descriptor	Control Type	Misclosure	Relative Accuracy	Control QA
1 7103	P.C.	Hor/Ver	Lat Fijado		
			Lon Fijado		
			Elv Fijado		
2 7113	P.C.	Hor/Ver	Lat Fijado		
			Lon Fijado		
			Elv Fijado		

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

# Resumen de la Definición del Sistema de Coordenadas

SESSION 1

Linear Units of Measure: Meters

Date: 05/15/02  
Project file: SESSION 1.spr

## Ground System

System Name:

Origin: Latitude = 0° 00' 00.00000" S  
Longitude = 0° 00' 00.00000" W  
Ground Northing = 0.000m  
Ground Easting = 0.000m

Orientation: Angle = - 0° 00' 00.00000"

## Local Grid System

Name:

Transformation Parameters: E Translation = 0.000m  
N Translation = 0.000m  
Z Rotation = 0.000000"  
Scale Diff. (ppm) = 0.000000  
Centroid Easting = 0.000m  
Centroid Northing = 0.000m

Note: Parameters define transformation from BASE GRID SYSTEM to LOCAL GRID SYSTEM

## Geodetic Datum

Name:

World Geodetic Sys. 1984

Reference Ellipsoid:

WGS84  
a = 6378137.000m  
1/f = 298.257224000

Transformation Parameters:

X Translation = 0.000m  
Y Translation = 0.000m  
Z Translation = 0.000m  
X Rotation = 0.000000"  
Y Rotation = 0.000000"  
Z Rotation = 0.000000"  
Scale Diff. (ppm) = 0.000000

Note: Parameters define transformation from LOCAL SYSTEM to WGS84

## Utm System

Name:

Projection Type:

Zone Name:

Zone Parameters:

Longitude of Central Meridian = 000°00'00.00"W

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Información de la Observación  
SESSION 1

Time System: Local Time (UTC-6.0)  
Linear Units of Measure: Meters

Date: 05/15/02  
Project file: SESSION 1.spr

	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>	<u>File Name</u>
1	30	1.245	0.100	0.000	12:11:15 p.	02:04:15 p.	B30_B02.116
2	4340	1.333	0.100	0.000	03:41:15 p.	05:02:15 p.	B4340C02.116
3	7103	1.359	0.100	0.000	08:10:45 a.	07:38:15 p.	B7103A02.114
4	7113	1.544	0.100	0.000	05:59:45 a.	03:41:45 p.	B7113A02.115
5	7113	1.505	0.100	0.000	08:49:45 a.	06:19:15 p.	B7113A02.116
6	HARO	1.310	0.100	0.000	01:41:15 p.	03:05:15 p.	BHAROB02.114
7	LUPE	1.322	0.100	0.000	09:51:45 a.	11:38:15 a.	BLUPEA02.116
8	MUPT	1.322	0.100	0.000	01:03:15 p.	02:39:00 p.	BMUPTB02.115
9	RIOS	1.232	0.100	0.000	11:02:15 a.	12:46:45 p.	BRIOSAA02.115
10	RIVA	1.315	0.100	0.000	04:36:15 p.	05:51:45 p.	BRIVAC02.114

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Archivos de Proyecto**  
SESSION 1

Time System: 1984

Date: 05/15/82  
Project file: SESSION 1.spr

<u>File Name</u>	<u>Start Date &amp; Time</u>	<u>End Date &amp; Time</u>	<u>Recording Intrvl (sec)</u>	<u>Epochs</u>	<u>File Size (bytes)</u>	<u>Type</u>
B30_B02.116	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	42694	LI/LI .SP3
B4340C02.116	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	42694	LI/LI .SP3
B7103A02.114	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	42694	LI/LI .SP3
B7113A02.115	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	118859	LI/LI .SP3
B7113A02.116	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	2002767	LI/LI .SP3
BHAROB02.114	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	155281	LI/LI .SP3
BLUPEA02.116	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	316789	LI/LI .SP3
BHUPTE02.115	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	389023	LI/LI .SP3
BRIOSAO2.115	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	127708	LI/LI .SP3
BRIVAC02.114	05/15/82 11:00:00	05/15/82 11:00:00	15.0	100	332440	LI/LI .SP3

**Resumen del Proyecto**  
SESSION 1

Project file: SESSION 1.spr

Date: 05/15/82

Client Name:

Project Name:

SESSION 1

Project Comments:

Desired Horizontal Accuracy:

0.005m + 1 ppm

Desired Vertical Accuracy:

0.010m + 1 ppm

Confidence Level:

95% Err.

Horizontal Coordinate System:

World Geodetic Sys. 1984

Height System:

Ellips. Ht.

Linear Units:

Meters

Number of Sites:

9

Number of Vectors:

7

Survey Company Name:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Proceso de Vectores  
SESSION 1

Vector Stage: 1  
Horizontal Coordinate System: WGS 84  
Night System: WGS 84  
Required Horizontal Accuracy: 0.10000000  
Required Vertical Accuracy: 0.10000000  
Confidence Level: 95.00000000  
Linear Units of Measure: Meter

Date: 05/15/06  
Project file: SESSION 1.mpr

Vector Identifier	Vector Length	95% Error	Vector Components	95% Error	Process QA	SVs	PDOP	Meas. Type
7103-NARO 4/24 19:41	14211.700	0.111	13895.115 -3904.425 -1525.172	0.075 0.076 0.076		11	1.1	L1/L2 GPS
7103-RIVA 4/24 22:36	9120.721	0.116	8196.147 -2409.185 -2409.185	0.075 0.075 0.075		11	1.1	L1/L2 GPS
7113-MUPT 4/25 19:03	20009.409	0.091	19829.482 -11092.800 -10721.218	0.065 0.065 0.065		11	1.1	L1/L2 GPS
7113-RIOS 4/25 17:02	18397.130	0.091	17991.987 -41264.748 -18132.156	0.065 0.065 0.065		11	1.1	L1/L2 GPS
7113-30 4/26 18:11	20002.949	0.093	19841.629 -11262.972 -10726.000	0.065 0.065 0.065		11	1.1	L1/L2 GPS
7113-4340 4/26 21:41	10160.745	0.057	11170.191 -5200.786 -4348.724	0.033 0.033 0.033		11	1.0	L1/L2 GPS
7113-LUPE 4/26 15:51	27346.851	0.097	27833.975 -10563.192 -11677.391	0.056 0.056 0.056		8	1.4	L1/L2 GPS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Site Positions

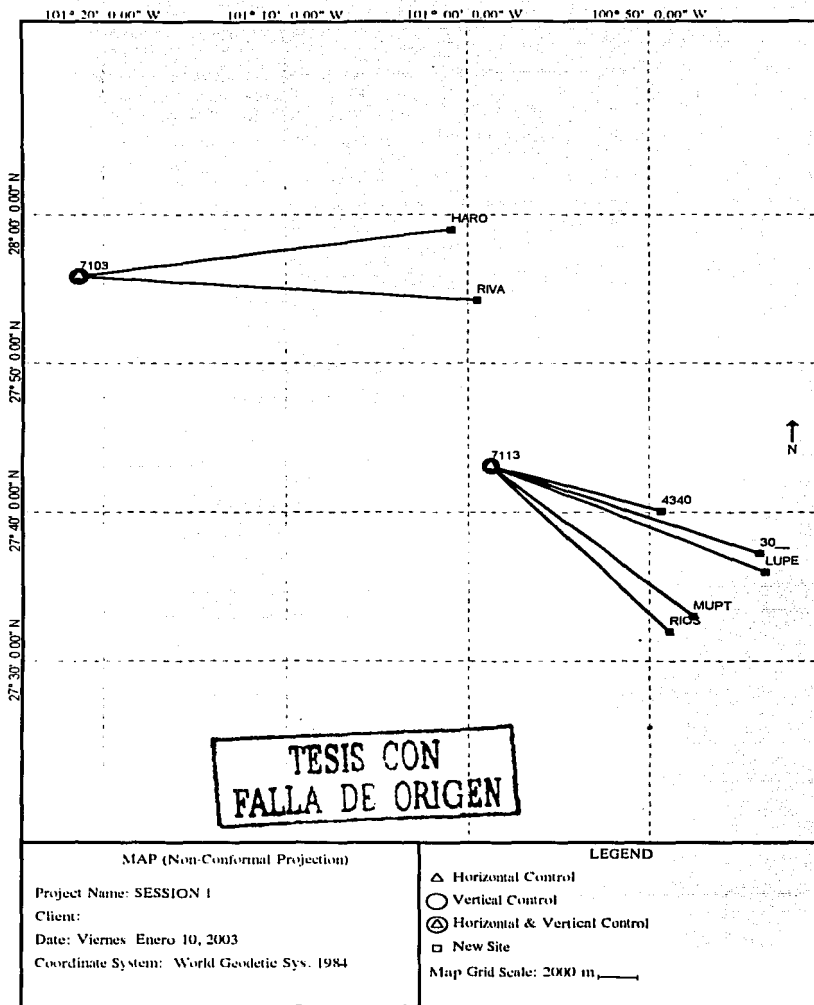
### SESSION 1

Horizontal Coordinate System: World Geodetic Sys. 1984      Date: 05/15/02  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: SESSION 1.spr  
 Required Horizontal Accuracy: 0.005m + 1 ppm  
 Required Vertical Accuracy: 0.010m + 1 ppm  
 Confidence Level: 95 % Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

Site ID	Site Descriptor	Position	95% Error	Fix Status	Position Status
1 30	P.P.	Lat. 27° 37' 11.81155" N	0.041		Processed
		Lon. 100° 44' 00.60558" W	0.055		
		Elev. 277.087	0.063		
2 4340	P.P.	Lat. 27° 40' 02.95992" N	0.022		Processed
		Lon. 100° 49' 21.43211" W	0.031		
		Elev. 301.102	0.043		
3 7103	P.C.	Lat. 27° 55' 48.28177" N	0.000	Fijado	Processed
		Lon. 101° 21' 27.45236" W	0.000	Fijado	
		Elev. 376.815	0.000	Fijado	
4 7113	P.C.	Lat. 27° 43' 03.95248" N	0.000	Fijado	Processed
		Lon. 100° 58' 35.02881" W	0.000	Fijado	
		Elev. 312.675	0.000	Fijado	
5 HARO	P.P.	Lat. 27° 58' 57.03386" N	0.053		Processed
		Lon. 101° 00' 54.09211" W	0.065		
		Elev. 418.485	0.086		
6 LUPE	P.P.	Lat. 27° 35' 56.34624" N	0.035		Processed
		Lon. 100° 43' 44.30354" W	0.055		
		Elev. 272.858	0.071		
7 MUPT	P.P.	Lat. 27° 32' 58.47423" N	0.035		Processed
		Lon. 100° 47' 33.32924" W	0.051		
		Elev. 293.620	0.067		
8 RIOS	P.P.	Lat. 27° 31' 55.99940" N	0.035		Processed
		Lon. 100° 48' 52.30428" W	0.051		
		Elev. 281.212	0.067		
9 RIVA	P.P.	Lat. 27° 54' 09.04515" N	0.049		Processed
		Lon. 100° 59' 25.35459" W	0.071		
		Elev. 375.762	0.092		

Site ID	Site Descriptor	Elevation Factor
30	P.P.	0.000000
4340	P.P.	0.000000
7103	P.C.	0.000000
7113	P.C.	0.000000
HARO	P.P.	0.000000
LUPE	P.P.	0.000000
MUPT	P.P.	0.000000
RIOS	P.P.	0.000000
RIVA	P.P.	0.000000

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**





## COORDENADAS U.T.M.

Los mapas o planos son básicamente representaciones planas de una parte o de toda la superficie de la tierra. El problema básico en la confección de mapas es la imposibilidad de desarrollar una superficie con doble curvatura, tal como una esfera o un elipsoide, en una superficie plana sin que se produzcan distorsiones de alguna naturaleza. Se han diseñado diferentes proyecciones de mapas para mantener algunas propiedades de la superficie elipsoidal sin distorsión. La propiedad mantenida "verdadera", o sin distorsión, dependerá del propósito para el cual el mapa ha sido diseñado. Las diferentes posibilidades son:

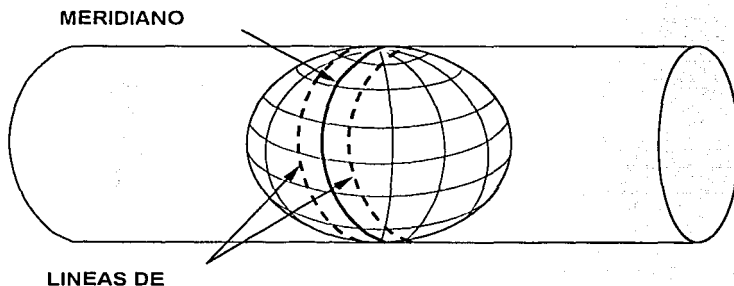
- a. Area – la relación entre varias áreas sobre el elipsoide y de la proyección no cambia. *Proyección de área igual.*
- b. Distancia – las distancias sobre el elipsoide son proyecciones sin distorsión. *Proyección equidistante.*
- c. Forma – las pequeñas formas son representadas correctamente sobre la proyección. *Proyección conforme.*

El logro de cualesquiera de las propiedades mencionadas arriba se obtiene al costo de distorsionar las otras propiedades. Por ejemplo: en una proyección de igual área, con el objeto de mantener la representación correcta de un área, se deben distorsionar las formas.

Las proyecciones también se clasifican de acuerdo con el tipo de superficie de proyección utilizada. Las tres superficies de proyección más usadas son: el plano, el cono y el cilindro. Para nosotros los geodestas, las proyecciones de mapas más significativas y útiles son las proyecciones conformes. En dichas proyecciones, el hecho que las pequeñas formas estén correctamente representadas, significa que la escala en todas las direcciones desde un punto es independiente del acimut, y es constante para una pequeña distancia. Se desprende entonces, que las relaciones angulares en un punto son correctas; es decir, los ángulos medidos o trazados sobre una proyección conforme son iguales a los que podrían ser

medidos o fijados sobre la superficie de la tierra. Las proyecciones conformes más utilizadas son la Universal Transversa de Mercator y la Lambert Cónica Conforme. En este capítulo solo me dedicare al estudio y análisis de la proyección U.T.M. ya que por ley, es la proyección que se tiene que utilizar para realizar toda la cartografía minera.

La U.T.M. es una proyección cilíndrica conforme y puede ser utilizada como un cilindro envuelto alrededor de la Tierra orientado de tal forma que su eje esté en plano del ecuador. El cilindro tiene generalmente un radio poco menor que el de la Tierra y la intercepta a lo largo de dos elipses paralelas a un meridiano central de longitud e igualmente espaciadas de él.



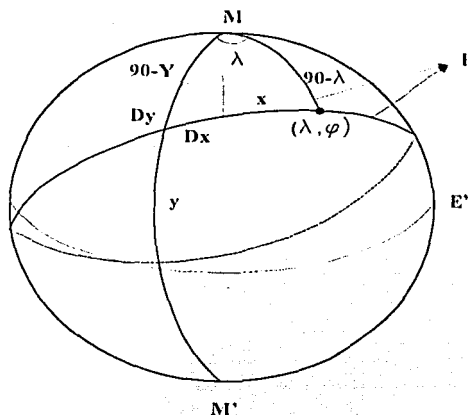
De la figura anterior podemos decir que el meridiano central es una línea recta y los meridianos cercanos son líneas casi rectas (ligeramente cóncavas con respecto al meridiano central), las paralelas son líneas curvas, cóncavas con respecto al polo más cercano.

El radio del cilindro se escoge de tal manera que la distorsión de escala, dentro de los límites de la superficie del mapa, sea mantenida dentro de un mínimo. El valor

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

del factor de escala sobre el meridiano central, es dependiente del ancho, o de la extensión este – oeste y de la precisión requerida. La U.T.M. tiene zonas de 6° de ancho en longitud y usa un factor central de escala de 0.9996. En el hemisferio norte esta limitada a 84° de latitud y en el hemisferio sur a 80° de latitud. La formula para obtener las coordenadas U.T.M. se determinan de la sig. manera.

De la figura:



Perpendicular

R = radio de la esfera en metros.

y = distancia en arco del Ecuador a la perpendicular.

Dy = distancia en metros del Ecuador a la perpendicular.

x = distancia en arco de la perpendicular al punto.

Dx = distancia en metros de la perpendicular al punto.

Del sistema de coordenadas, CASSINI, SORNER.

$$\text{Sen } \lambda = \text{Sen } 90$$

$$\text{Sen } x = \text{Sen } (90 - \varphi)$$

$$\text{Sen } x = \text{Sen } \lambda \text{ Cos } \varphi$$

$$Dx = Rx \pi/180$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para Dy;

De la ley del coseno de la trigonometría esférica:

$$\text{Cos}(90-\varphi) = \text{Cos } x \text{ Cos}(90-y) + \text{Sen } x \text{ Sen}(90-y) \text{ Cos } 90^\circ$$

$$\text{Sen } \varphi = \text{Cos } x \text{ Sen } y \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$\text{Sen}(90-\varphi) \text{ Cos } \lambda = \text{Sen}(90-y) \text{ Cos } x - \text{Sen } x \text{ Cos}(90-y) \text{ Cos } 90^\circ$$

$$\text{Cos } \varphi \text{ Cos } \lambda = \text{Cos } y \text{ Cos } x \quad \text{-----} \quad (2)$$

Dividiendo las ecuaciones 1 y 2

$$\frac{\text{Sen } \varphi}{\text{Cos } \varphi \text{ Cos } \lambda} = \frac{\text{Cos } x \text{ Sen } y}{\text{Cos } y \text{ Cos } x}$$

$$\boxed{\text{Tan } \varphi \text{ Sec } \lambda = \text{Tan } y}$$

(y, en arco y medido en metros)

$$Dy = R y \pi/180$$

Para que la proyección sea conforme afectamos y por la  $\boxed{\text{Sec } \varphi}$  que es el factor de escala para los paralelos.

$$dy = a \text{ Sec } \varphi d\varphi$$

$$y = a \int_0^{\varphi} \text{Sec } \varphi d\varphi$$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Desarrollando la secante de  $\varphi$  para la serie de McLAURENT.

$$F(x) = f(0) + f'(0)x + \frac{1}{2}! f''(0) x^2 + \frac{1}{3}! f'''(0) x^3 + \dots$$

$$f(x) = \text{Sec } \varphi$$

$$f(0) = 1$$

$$f'(X) = \text{Sec } \varphi \tan \varphi$$

$$f'(0) = 0$$

$$f''(X) = \text{Sec } \varphi \text{ Sec}^2 \varphi + \text{Tan } \varphi \text{ Sec } \varphi \text{ Tan } \varphi$$

$$= \text{Sec}^3 \varphi + \text{Tan}^2 \varphi \text{ Sec } \varphi$$

$$f''(0) = 1$$

Sec  $\varphi = 1 + \frac{1}{2} \varphi^2$ , por lo tanto:

$$y = a \int_0^{\varphi} [1 + (\varphi^2/2)] d\varphi$$

$$y = a [\varphi + (\varphi^3/6)]_0^{\varphi} = a \varphi + a \varphi^3/6$$

Si  $a\varphi = S$ , entonces:

$$y = S + (S^3/6a^2) \quad \text{esto deriva de: } (a\varphi)^3 = a\varphi^3/6$$

como la proyección es transversa por lo tanto:

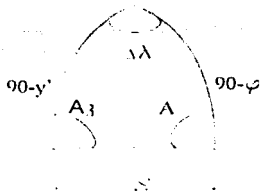
$$x = S + (S^3/6a^2)$$



$$\text{Tan } y = \text{Tan } \varphi \text{ Sec } \Delta \lambda$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Sí:



$r$  = distancia en

Entonces:

$$\frac{\text{Sen } \Delta\lambda}{\text{Sen } \sigma} = \frac{\text{Sen } A_z}{\text{Cos } \varphi}$$

$$\text{Sen } \sigma = \frac{\text{Sen } A_z}{\text{Cos } \varphi}$$

$$\text{Sen } \Delta\lambda = \text{Sen } \sigma (\text{Sen } A_z / \text{Cos } \varphi)$$

De donde:  $\sigma = (S' / N) / (180/\pi)$

$$\text{Sen } \Delta\lambda = \text{Sen} [(S' / N) / (180/\pi)] \frac{\text{Sen } A_z}{\text{Cos } \varphi}$$

$$\text{Sen} [(S' / N) / (180/\pi)] = \frac{\text{Sen } \Delta\lambda \text{ Cos } \varphi}{\text{Sen } A_z}$$

$$\frac{S'}{N} = \frac{\pi}{180} \frac{\text{Sen}^{-1} (\text{Sen } \Delta\lambda \text{ Cos } \varphi)}{\text{Sen } A_z}$$

$$S' = N \frac{\pi}{180} \frac{\text{Sen}^{-1} (\text{Sen } \Delta\lambda \text{ Cos } \varphi)}{\text{Sen } A_z}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Si  $A_z = 90^\circ$ , entonces:

$$S' = N \frac{\pi}{180} \text{Sen}^{-1} (\text{Sen } \Delta\lambda \text{ Cos } \varphi)$$

$$x' = S' + S'' \quad \text{de donde: } \rho^2 = N * R_m \quad (\rho^2 = \text{radio medio, } R_m = \text{radio meridiano})$$
$$6\rho^2$$

por lo tanto:  $y' = S'' + \Delta\varphi$  de donde  $y'$  = distancia en metros.

Por otro lado tenemos que:

$$-\Delta\varphi'' = B \cdot S' \cdot \cos^2 \alpha + C \cdot S'^2 \cdot \text{Sen}^2 \alpha + (\delta\varphi'')^2 \cdot D - hE \cdot \text{Sen}^2 \alpha$$

pero  $\alpha = 90^\circ$  y  $\text{Cos } 90^\circ = 0$ , por lo tanto:

$$-\Delta\varphi'' = C \cdot S'^2 \quad \text{de donde: } C = \frac{\text{Tan } \varphi}{2 N R_m \text{ Sen } 1''} \quad \text{desarrollando tenemos que:}$$

$$\begin{aligned} : C &= \frac{\text{Tan } \varphi \cdot 206,265}{2 \rho^2} \quad \text{y:} & k &= 0.9996 \\ & & x &= 0.9996 x' \\ & & y &= 0.9996 y' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= k x' + 500,000 \\ Y &= k y' \end{aligned}$$

que son los parámetros de transformación  
en la proyección U.T.M.

### COORDENADAS GEOGRAFICAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

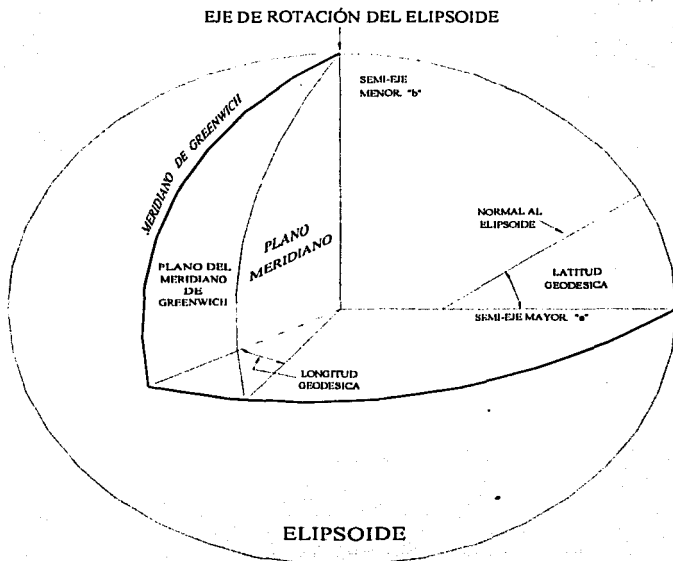
Al igual que otros temas su estudio requiere de varios capítulos, por lo cual, solo mencionare la parte fundamental del tema. He hablado ya de las coordenadas geográficas conocidas también como coordenadas geodésicas y es sabido que se definen como la posición de un punto sobre la superficie terrestre dado por su latitud y su longitud.

La latitud ( $\varphi$ ) de un punto P es el ángulo entre la normal al elipsoide a través del punto P y el plano ecuatorial, la latitud es cero en el Ecuador y aumenta hacia los polos (norte y sur) hasta un valor máximo de  $90^\circ$ .

La longitud ( $\lambda$ ) es simplemente el ángulo entre la elipse meridiana que pasa a través de Greenwich y la elipse meridiana que contiene el punto en cuestión. Ella

es medida a lo largo del Ecuador, desde el meridiano de Greenwich (0°) ya sea desde el Este en 360° o bien 180° en dirección Este y 180° en dirección Oeste. Tal y como lo podemos apreciar en la sig. figura:

### COORDENADAS GEODÉSICAS



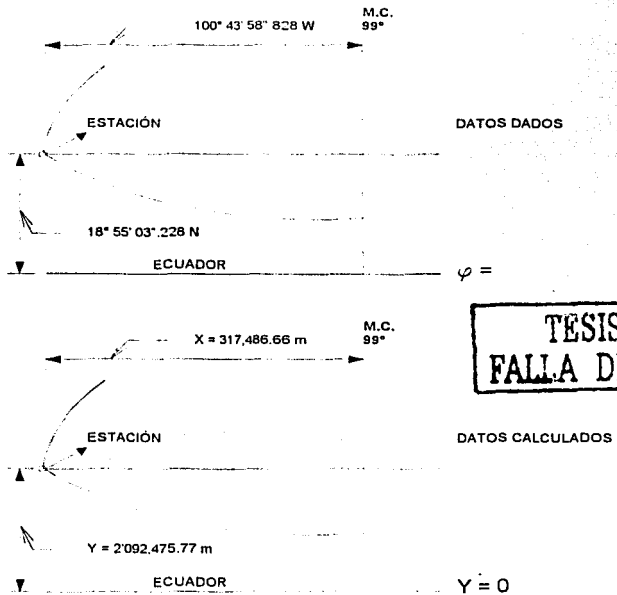
Antes de calcular la latitud y la longitud partiendo de un punto de control es necesario conocer las dimensiones del esferoide que se va a tomar como modelo representativo de la figura de la tierra, además, es conveniente fijar otro punto (LB) con latitud, longitud y acimut para constituir lo que llamamos dato geodésico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



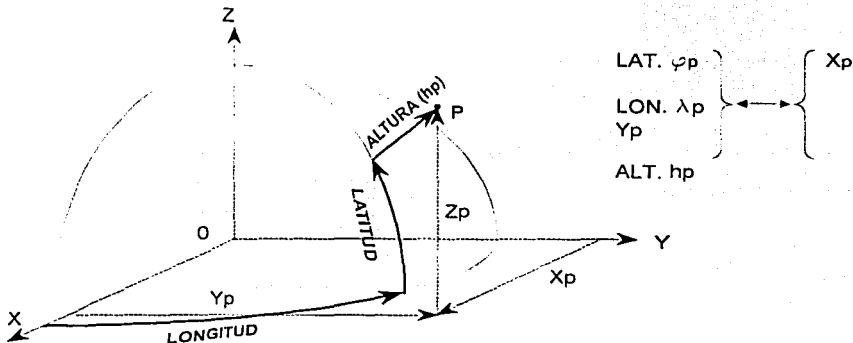
El esferoide adoptado para México es el de Clarke de 1886 que tiene su punto origen en el condado de MEADES RANCH ubicado en el estado de Kansas U.S.A., del cual se da su posición geodésica ( $\phi, \lambda$ ) y la altura geoidal (N), éste tema lo trataré más adelante con mayor detalle ya que en la actualidad existen otros tipos de esferoides y algunos ya se están utilizando en nuestro país para referenciar todos nuestros mapas.

Las coordenadas geográficas como datos, son susceptibles de ser transformadas en cualquier sistema de referencia, de acuerdo a las necesidades requeridas; pero en México, la base cartográfica todavía esta conformada en su mayoría en la proyección U.T.M. por lo cual se requiere hacer la transformación directa Geográficas – U.T.M. hacer el desarrollo para encontrar las formulas de ésta transformación es muy amplia y es tema de otra disciplina, por tal motivo he omitido esta parte y solo mostraré un pequeño diagrama de conversión.

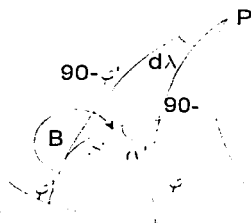


## COORDENADAS ORTOGONALES

Un método alternativo, y a menudo más conveniente para definir posición, es el empleo de coordenadas ortogonales. Existe una estrecha relación entre las coordenadas geográficas ( $\phi, \lambda, h$ ) y las coordenadas ortogonales ( $x, y, z$ ) de un punto P. El sistema tiene su origen al centro de la tierra con los ejes  $x, y, z$  en el plano del ecuador formando un sistema que se puede designar como de "mano derecha", ya que, el eje  $x$  pasa a través del meridiano de Greenwich y el eje  $z$  coincide con el eje de rotación de la tierra. Como se muestra en la sig. figura.



Las coordenadas ortogonales se definen como los valores rectangulares topográficos derivados de un punto de control. Las coordenadas ortogonales, así como las coordenadas U.T.M. o geográficas se pueden proporcionar dentro de los informes de los trabajos periciales y se derivan de la siguiente forma:



De donde:

$$\alpha' = 180 + \alpha + d\alpha$$

$d\alpha$  = es la corrección por convergencia de meridianos.

$S$  = longitud de la línea geodésica.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Por otro lado:

$$\tan \frac{1}{2}(A+B) = \frac{\cos \frac{1}{2}(a-b) \cot \frac{1}{2} c}{\cos \frac{1}{2}(a+b)}$$

Haciendo:

$$A = 180 - \alpha \quad y \quad B = \alpha' - 180 = 180 + \alpha + d\alpha - 180$$

$$B = \alpha + d\alpha$$

$$A + B = 180 + d\alpha$$

$$\frac{1}{2}(A+B) = 90 + \frac{1}{2}d\alpha$$

Por otro lado:

$$a = 90 - \varphi \quad y \quad b = 90 - \varphi'$$

$$a + b = 180 - (\varphi + \varphi')$$

$$\frac{1}{2}(a+b) = 90 - \frac{1}{2}(\varphi + \varphi')$$

$$(a-b) = \varphi - \varphi'$$

$$\frac{1}{2}(a-b) = \frac{1}{2}(\varphi - \varphi')$$

$$\cot \frac{1}{2} d\alpha = \frac{\cos \frac{1}{2}(\varphi' + \varphi) \cot \frac{1}{2} d\lambda}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \varphi')}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$\tan \frac{1}{2} d\alpha = \frac{\text{Sen } \frac{1}{2} \varphi m}{\text{Cos } \frac{1}{2} d\varphi} \tan \frac{1}{2} d\lambda$$

$$-d\alpha = \frac{\text{Sen } \frac{1}{2} \varphi m}{\text{Cos } \frac{1}{2} d\varphi} d\lambda$$

$$\alpha' = 180 + \alpha - \frac{\text{Sen } \frac{1}{2} \varphi m}{\text{Cos } \frac{1}{2} d\varphi} d\lambda$$

Así obtenemos 3 formulas:

$$-d\varphi = B \text{ Sen } \alpha + c \cdot \text{Sen}^2 \alpha + D d\varphi - h E \cdot \text{Sen}^2 \alpha$$

$$d\lambda = A \cdot \text{Sen } \alpha \text{ Sec } \varphi'$$

$$\alpha' = 180 + \alpha - \frac{\text{Sen } \frac{1}{2} \varphi m}{\text{Cos } \frac{1}{2} d\varphi} d\lambda$$

Sustituyendo tendremos que:

$$-d\varphi = B \cdot \text{Cos } \alpha + c \cdot \text{Sen}^2 \alpha + D (d\varphi)^2 - h E \cdot \text{Sen}^2 \alpha$$

$$d\lambda = A \cdot \text{Sen } \alpha \text{ Sec } \varphi'$$

$$-d\alpha' = \frac{\text{Sen } \varphi m}{\text{Sec } \frac{1}{2} d\varphi} d\lambda$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Desprendemos que:

Geodésicas:

$$\varphi = \text{Sen } \alpha$$

$$\lambda = \text{Cos } \alpha$$

topográficas:

$$y = - \text{Sen } \alpha$$

$$x = - \text{Sen } \alpha$$

sustituyendo en  $-d\varphi$

$$-d\varphi = -By + cx^2 + D (d\varphi)^2 - h Ex^2$$

$$By = d\varphi + cx^2 + D (d\varphi)^2 - h Ex^2$$

De donde:

$$y = 1/B [d\varphi + cx^2 + D (d\varphi)^2 - h Ex^2]$$

$$d\lambda = - \Delta x \operatorname{Sec} \varphi'$$

$$x = \frac{d\lambda}{\Delta \operatorname{Sec} \varphi'}$$

Formulas para determinar las proyecciones topográficas del lado geodésico

De las cuales podemos determinar las formulas para convertir coordenadas geodésicas en coordenadas ortogonales.

$$N' = \frac{y}{\operatorname{Cos} \alpha} = \frac{x}{\operatorname{Sen} \alpha}$$

y

$$\operatorname{Tan} \varphi = \frac{x}{y}$$

Y en forma inversa se pueden derivar la formulas para convertir coordenadas ortogonales en geodésicas.

$$-d\varphi = -By + cx^2 + D (d\varphi)^2 - h Ex^2$$

$$d\lambda = - \Delta x \operatorname{Sec} \varphi'$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS

Ya he hablado de cómo se determina la posición de un punto con los métodos técnicos más modernos como son los posicionadores satelitales, pero algo que es muy importante y no puedo dejar pasar aunque sea en forma breve, es el mencionar la técnica de observaciones astronómicas para posicionamientos, y es justamente uno de los propósitos de la geodesia el determinar la posición precisa de puntos sobre la superficie terrestre. Los procedimientos seguidos para alcanzar tal propósito pueden agruparse como sigue:

1. Posicionamiento astronómico.
2. Procedimiento técnico para la obtención del control horizontal.
3. Procedimiento técnico para la obtención del control vertical y,
4. Observaciones Gravimétricas.

**Posicionamiento astronómico.-** La posición de un punto puede obtenerse directamente observando las estrellas o al sol. El posicionamiento astronómico es el método de posicionamiento más antiguo, exploradores, marinos y geodestas han usado frecuentemente este método para orientarse en áreas sin apoyo cartográfico. Para establecer posiciones precisas los geodestas requieren de posiciones astronómicas junto con posiciones determinadas con otros métodos tales como triangulaciones o trilateraciones.

Para obtener coordenadas geodésicas de puntos sobre la superficie de la tierra es necesario hacer observaciones astronómicas. En el origen o punto de partida del levantamiento, es necesario observar la latitud y la longitud de ese punto; además, un acimut o dirección a otro punto del levantamiento debe determinarse para proporcionar control direccional a la red general del trabajo. Además, cuando se combinan con otras medidas geodésicas, las observaciones astronómicas proporcionan un método para determinar la desviación relativa de la vertical y ayudar, por lo tanto, a la determinación de la figura de la tierra.

Las observaciones astronómicas se hacen normalmente con instrumentos ópticos que tienen un sistema de nivelación. Cuando éste se encuentra correctamente en posición y ajustado, el eje vertical del instrumento es perpendicular al geode o en otras palabras, coincide con la dirección de la fuerza de gravedad o línea de la plomada en el lugar de observación. En consecuencia, las posiciones astronómicas están referidas al geode; puesto que el geode es una superficie irregular no – matemática, las posiciones astronómicas son completamente independientes unas de otras.

Es de interés advertir que las observaciones astronómicas proporcionan solamente relaciones angulares y, en consecuencia, ellas pueden suministrar con respecto a la forma de la tierra, pero no con respecto a su dimensión. A fin de determinar distancias entre estaciones astronómicas, es necesario determinar la dimensión de la Tierra mediante algún medio de levantamiento técnico horizontal.

Se usan técnicas muy elaboradas y muy precisas para la determinación de la latitud astronómica. Sin embargo, el método más simple es medir el ángulo entre la estrella polar y el horizonte del observador. La latitud astronómica se define como la elevación de la polar sobre el horizonte o como el ángulo entre la perpendicular al geode y el plano del ecuador.

La longitud astronómica es el ángulo entre el plano del meridiano de Greenwich (primer meridiano) y el meridiano astronómico del punto. La longitud astronómica se mide determinando la diferencia en tiempo – la diferencia en horas, minutos y segundos – entre el tiempo en que una estrella específica está directamente sobre el primer meridiano y el tiempo en que esa misma estrella está sobre el punto. Se usan radios de onda corta para obtener señales de tiempo que pueden referirse al tiempo medio de Greenwich. La diferencia entre el tiempo en el punto y el tiempo en Greenwich, se usa para calcular la longitud astronómica del punto. Puesto que en el punto sobre la tierra rota  $360^\circ$  en 24 hrs., la diferencia en tiempo local entre dos puntos puede convertirse fácilmente en diferencia de longitudes.

**Procedimiento técnico para la obtención del control horizontal.** Este procedimiento consiste como ya se ha explicado muy ampliamente, en construir poligonales para la extensión del control horizontal o en su defecto redes de triangulaciones o trilateraciones dependiendo de la precisión que se quiera obtener. El control horizontal por medio de poligonales, con propósitos geodésicos, también necesita de observaciones astronómicas para el control de los acimutes.

**Procedimiento técnico para la obtención del control vertical.** Control vertical o nivelación geodésica, son los términos que se aplican a la operación que permite determinar las deferencias de nivel entre puntos de la superficie de la Tierra.

Existen tres técnicas de nivelación: diferencial, trigonométrica y barométrica. Cada una da una precisión diferente. La *nivelación diferencial* es la más precisa de las tres; con el instrumento puesto en "estación" se hacen lecturas en dos "miras" calibradas, en posición vertical, colocadas atrás y adelante del instrumento. La diferencia de lecturas es la diferencia en elevación entre los puntos donde están las miras. La *nivelación Trigonométrica* consiste en medir un ángulo vertical desde una distancia conocida utilizando un teodolito y calculando la elevación del punto con este método se pueden hacer mediciones simultaneas de ángulos verticales y horizontales de un poligonal o de una triangulación. Es un método más económico pero menos preciso que la nivelación diferencial. En la *nivelación barométrica* se determinan diferencias de alturas de alturas midiendo diferencias de presión atmosférica en varios puntos. La presión del aire se mide con barómetros mercuriales o aneroides o con un termometro con punto de vapor. Aunque el grado de precisión no es tan grande como en los otros dos, es el método con el que se pueden obtener rápidamente alturas relativas de puntos muy distantes entre sí.

**Observaciones Gravimétricas.** La determinación de la aceleración de la gravedad sobre la superficie de la Tierra proporciona un método para establecer la

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



posición de puntos y con esto determinar la forma de ésta. La Tierra no es un elipsoide perfecto y como existen variaciones en las densidades de los materiales de la corteza, así como variaciones del terreno, la gravedad observada de la Tierra varía de un punto a otro, estableciéndose así la "ondulación del geoide" que es la distancia entre el elipsoide matemático y el geoide real. Como el geoide es muy irregular, las ondulaciones del mismo no pueden calcularse directamente, sino que deben de observarse punto por punto. Las observaciones de gravedad nos permiten determinar estas ondulaciones.

Generalmente, los levantamientos de gravedad se dividen en absolutos y relativos, en los levantamientos absolutos se mide la magnitud total de la gravedad en un punto. En las mediciones relativas se detecta la variación en la intensidad de la gravedad entre un punto y otro.

En los tipos de mediciones se requieren de meses de observación con equipos complejos, delicados y muchas veces difíciles de manejar. Las mediciones pendulares obtienen el valor de la gravedad absoluta con una exactitud de 3 a 5 mgal, esto es de 3 a 5 ppm.

Debido a lo largo y complejo de las mediciones de gravedad absoluta, ésta solo se determina en un número limitado de estaciones de referencia que se conocen como estaciones base. Las mediciones relativas relacionan entonces el campo de gravedad circundante con esas estaciones bases. Las mediciones relativas de la gravedad usualmente se realizan con péndulos relativos o con gravímetros. Las observaciones con péndulos relativos son mucho más simples de hacer que las observaciones absolutas y la mayoría de las veces solo toman unas cuantas horas por punto. Estas mediciones se basan en el principio de que la diferencia en el periodo del mismo péndulo en dos estaciones se debe directamente al cambio de gravedad entre las dos estaciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **TEMA IV**

### **SISTEMA DE REFERENCIA CONSIDERADO EN LOS LEVANTAMIENTOS GEODESICOS**

## EL GEOIDE Y EL ELIPSOIDE

La idea primordial de este capítulo es presentar en forma simple una de las aplicaciones de la geodesia, y es dentro de la minería una de las muchas facetas en donde la práctica de los principios básicos de las matemáticas, de la astronomía y la física, ciencias con las que ya estamos familiarizados, se entrelazan dentro de los límites de tecnología y de la ingeniería moderna para el desarrollo de los trabajos periciales.

En la minería como en la geodesia, los cálculos de precisión se llevan a cabo utilizando un elipsoide. Lastimosamente las mediciones sobre la superficie de la tierra no se efectúan sobre un elipsoide matemático, sino que están referidas a una tercera superficie llamada geoide.

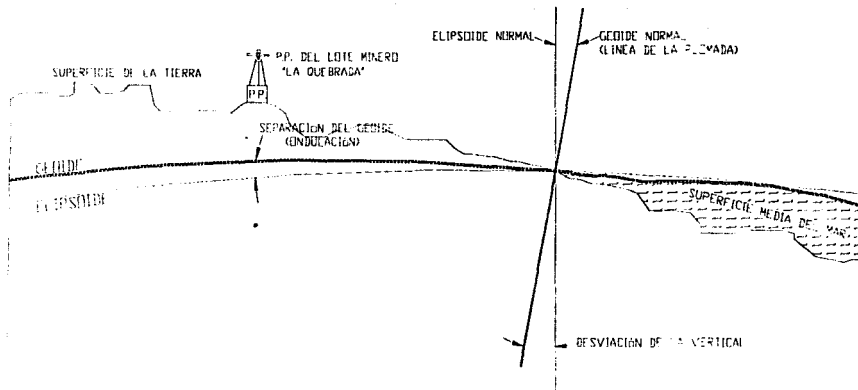
La superficie conocida como **geoide** es aquella superficie hacia la cual tienden a conformarse las aguas de los océanos ya que tienen la libertad de ajustarse a las fuerzas que actúan sobre ellas. Bajo los continentes, es la superficie a la cual las aguas de los océanos tendrían a adaptar sus formas si pudieran fluir dentro de muy angostos y poco profundos canales. Las fuerzas que actúan sobre los océanos incluirían la atracción real de la masa de la tierra, la fuerza centrífuga debido a la rotación de la misma y otras atracciones debidas a diferencias de densidad en la corteza terrestre. Las características del terreno, tales como montañas, valles e islas oceánicas también ejercen fuerzas de gravedad que a su vez afectan la forma del geoide. En pocas palabras, el **geoide** es la forma real de una superficie en la que el potencial de gravedad en cada uno de sus puntos es constante; la superficie es más lisa que la topográfica pero todavía tiene abultamientos y hundimientos.

Hay dos características muy importantes del **geoide**, que deberíamos distinguir. Primero, como acabamos de decir, el potencial gravimétrico es el mismo en todos los puntos del **geoide**. Segundo, la dirección de la gravedad es perpendicular al

**geoide.** Este segundo hecho es importante porque define la dirección de la plomada que usa el topógrafo. Así pues, toda vez que se utilice un instrumento con nivel de burbuja, éste quedará tangente a la superficie geoidal en el punto donde se halle establecido el instrumento.

Como el geoide es una superficie irregular y el elipsoide es una superficie regular, es claro que las dos superficies no coincidirán; las dos figuras pueden intersectarse, en cuyo caso se formará un ángulo entre las dos superficies. El ángulo entre las dos superficies es también el ángulo formado entre las perpendiculares al elipsoide y al geoide. Este ángulo es conocido como la desviación de la vertical.

**FIGURA DE LA TIERRA**



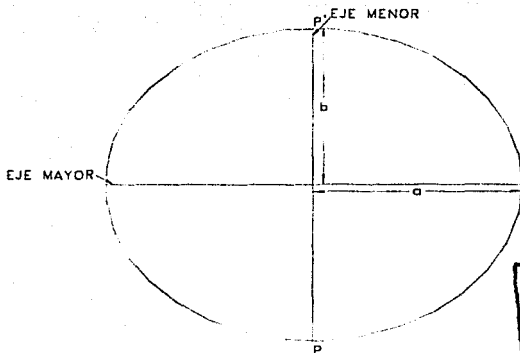
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Las separaciones entre el **geoide** y el **elipsoide** se llaman ondulaciones del geoide, o alturas del geoide. Si las curvas de igual altura geoidal fueran dibujadas sobre un mapa, tendrían mucha semejanza en su trazo con las curvas de nivel de una configuración orográfica, el valor de las alturas del geoide muestra el grado o medida en que el elipsoide coincide con el geoide y esto ayuda, por lo tanto, a determinar el elipsoide que mejor se adapta a la forma de la tierra.

La expresión "figura de la tierra" puede tener varias interpretaciones, de acuerdo con el sentido en que se use y el grado de precisión con que se trate de definirla. La superficie más aparente para nosotros, es la superficie topográfica real de la tierra, con sus montañas, valles y otras formas terrestres continentales y oceánicas. Esta es la superficie sobre la cual se hacen realmente las mediciones, pero debido a las irregularidades que presenta su forma, esta no se presta para los cálculos matemáticos. Con el objeto de simplificar el cálculo de las posiciones sobre la superficie de la tierra se ha adoptado una superficie matemática simple que se parece mucho a la real de la tierra, y ya que esta no es exactamente una esfera por que está ligeramente achatada en sus polos y se abulta cerca del ecuador. La forma de la tierra se representa matemáticamente con más precisión por un **elipsoide de revolución** que se genera al hacer girar una elipse alrededor de su eje menor. El tamaño de un elipsoide se designa generalmente por el radio del ecuador. Este radio se llama semieje mayor y se designa con la letra **a**, el semieje menor con la letra **b** y el achatamiento con la letra **f**. El achatamiento indica en que medida el elipsoide se acerca a la esfera, siendo la diferencia real con respecto a la esfera, muy pequeña.

Para orientar el **elipsoide**, su eje de rotación se define siempre como paralelo al eje de rotación de la tierra; sin embargo, permanece indefinido al centro del elipsoide. Idealmente, el centro del elipsoide debería coincidir con el centro de la gravedad de la tierra. El topógrafo que utiliza instrumentos con nivel de burbuja, tiene una idea general sobre la dirección en que se encuentra el centro de gravedad de la tierra.

## ELEMENTOS DE UNA ELIPSE



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$a$  = UNA MITAD DEL EJE MAYOR = SEMIEJE MAYOR

$b$  = UNA MITAD DEL EJE MENOR = SEMIEJE MENOR

$f$  = ACHATAMIENTO =  $\frac{a - b}{a}$

$PP'$  = EJE DE REVOLUCION DEL ELIPSOIDE TERRESTRE

En la siguiente tabla se muestran algunos ejemplos de elipsoides de referencia.

NOMBRE	RADIO ECUATORIAL	ACHATAMIENTO	EN DONDE SE USAN
Hough (1956)	6.378,270	1/297	NUEVA SOLUCIÓN DEL A.M.S.
Krassowsky (1940)	6.378,245	1/298	Rusia
Internacional(1924)	6.378,388	1/297	Europa
Clarke (1866)	6.378,206	1/295	Norte América
Clarke (1880)	6.378,249	1/293	Francia
Everest (1830)	6.377,276	1/300	India
Bessel (1841)	6.377,397	1/300	Japón
Helmert (1907)	6.378,200	1/298	Egipto

El hecho significativo acerca del **elipsoide** que debe recordarse, es que esta

superficie de referencia es considerada la más conveniente, bajo el punto de vista matemático, para representar la figura de la Tierra. Los puntos sobre el **elipsoide** pueden definirse por la longitud y latitud, denominadas **latitud geodésica** y **longitud geodésica** (explicadas en el capítulo anterior, ver figura anexa). Estas coordenadas son las mismas que aparecen en las cartas y mapas y por tal motivo hay solamente un valor para la latitud geodésica y un valor para la longitud geodésica que pueden situar un punto sobre el **elipsoide**.

En resumen, lo que queremos dar a entender por "figura de la Tierra", depende del tipo de superficie que estamos tratando de describir. Hemos examinado tres distintos tipos de superficie:

1. La superficie topográfica, con las montañas, valles y fondo de los océanos.
2. La superficie matemática, que es la de un elipsoide de revolución escogido para representar el verdadero tamaño y forma de la Tierra y adoptada como la más conveniente para los cálculos matemáticos.
3. Superficie potencial, o geode, a la cual están referidas las medidas hechas sobre la superficie terrestre.

Conservando estas ideas en mente, ahora estamos preparados para examinar algunas de las "herramientas" de la geodesia. Y como ya hemos mencionado antes, el propósito es el determinar la posición precisa de puntos sobre la superficie de la Tierra.

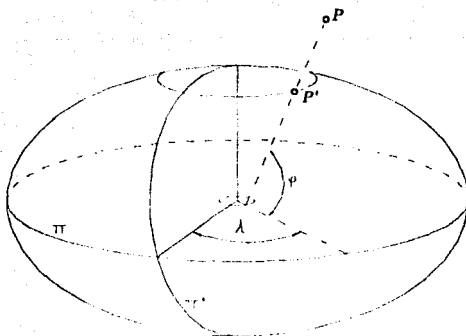
## SISTEMA ELIPSOIDAL

Todos los datos observados por los distintos métodos geodésicos deben ser referidos a por lo menos un sistema de referencia, en los que se llevarán a cabo los cálculos necesarios para correlacionar todas las observaciones entre sí. En el caso de levantamientos con GPS para obtener las coordenadas geográficas de los puntos de partida de cualquier lote minero se utiliza un sistema de referencia tridimensional que es el **sistema elipsoidal** y tenemos que:

Si se toma como aproximación de la figura de la tierra un elipsoide de dos ejes, la situación de un punto  $P$  sobre la superficie terrestre quedará definida por coordenadas,

$$(\varphi_p, \lambda_p \text{ y } h_p)$$

donde  $h$  es la altitud sobre la superficie del elipsoide.



Sean:

Plano del Ecuador.

Plano que contiene al meridiano de Greenwich.

$P'$  = Punto en que corta al elipsoide la normal a éste que pasa por  $P$ .

$\varphi$  = Ángulo que forma la normal al elipsoide con el plano del Ecuador.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



$\lambda$  = Angulo que forma el meridiano que pasa por  $P'$  con el meridiano origen en sentido dextrógiro ( $0 \leq \lambda \leq 360^\circ$ ).

$h$  = Módulo del vector  $PP'$ , es decir, distancia sobre la normal al elipsoide.

El primer problema que se plantea es encontrar la relación entre  $(X, Y, Z)$  y  $(\varphi, \lambda, h)$ , para lo cual hacemos la siguiente hipótesis:

El centro del elipsoide coincide con el centro de masas de la Tierra y el eje  $Z$  coincide con el eje de revolución del elipsoide. Se tiene que las coordenadas  $P'$  del elipsoide vienen dadas por :

$$\begin{aligned} X &= v \cos \varphi \cos \lambda \\ Y &= v \cos \varphi \sin \lambda \\ Z &= v(1 - e^2) \sin \varphi \end{aligned}$$

Luego las coordenadas de  $P$  serán:

$$\begin{aligned} X &= (v + h) \cos \varphi \cos \lambda \\ Y &= (v + h) \cos \varphi \sin \lambda \\ Z &= [v(1 - e^2) + h] \sin \varphi \end{aligned}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

(1)

Siendo  $v$  el radio de curvatura del primer vertical que pasa por el punto cuya expresión es:

$$v = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}}$$

dadas  $(\varphi, \lambda, h)$  a partir de las expresiones (1) se determinan sin problemas  $(X, Y, Z)$ .

El problema inverso se resuelve por un proceso iterativo:

$$\begin{pmatrix} \varphi \\ \lambda \\ h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \arcc \operatorname{tg} \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} (1 - e^2 \frac{v}{v+h})^{-1} \\ \arcc \operatorname{tg} \frac{Y}{X} \\ \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos \varphi} - v \end{pmatrix} \quad (2)$$

A partir de estas expresiones podemos analizar como pequeñas variaciones de primer orden en  $(X, Y, Z)$  se escriben en función de variaciones infinitesimales de

$(\varphi, \lambda, h)$ :

$$\begin{pmatrix} (\rho + h)d\varphi \\ (v + h)\cos\varphi d\lambda \\ dh \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\operatorname{sen}\varphi \cos\lambda & -\operatorname{sen}\lambda & \cos\varphi \cos\lambda \\ -\operatorname{sen}\varphi \operatorname{sen}\lambda & \cos\lambda & \cos\varphi \operatorname{sen}\lambda \\ \cos\varphi & 0 & \operatorname{sen}\varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{pmatrix}$$

con  $\rho$  = radio de curvatura del meridiano que pasa por el punto cuya expresión es:

$$\rho = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi)^{3/2}}$$

### DATUM GEODÉSICO: ¿QUÉ ES? Y COMO SE CLASIFICA.

Como ya hemos visto hay dos figuras naturales de la tierra; la superficie topográfica o física incluyendo la superficie de los océanos (el terreno) y la superficie equipotencial del campo de gravedad de la tierra, la cual coincide con una superficie idealizada de los océanos (el geoide).

De acuerdo a esto podemos definir al **Datum Geodésico** como aquella cantidad numérica o geométrica o como un grupo de estas cantidades que sirven como referencia o base para otras cantidades, en otras palabras un **datum** es un **punto de partida**.

Este punto de partida debe tener características especiales, como el hecho de que debe estar constituido por una superficie de referencia (**el elipsoide**) y un punto en el que la vertical al elipsoide y al geoide sea común (**superficie equipotencial de cota cero o superficie de los mares en reposo**). De este punto se han de especificar longitud, latitud y el acimut de una dirección desde él establecida; en dicho punto las coordenadas geodésicas y astronómicas coinciden.

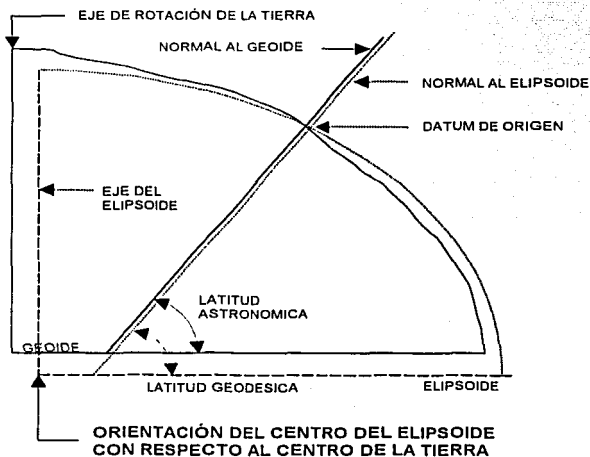
En geodesia hay que considerar dos tipos de datums: un datum horizontal, que forma la base de los cálculos para el control horizontal de los levantamientos, en los que se ha tomado en consideración la curvatura de la tierra, y un datum vertical para todo lo que se refiere a las elevaciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Un datum horizontal consta de las siguientes cantidades iniciales: la latitud y la longitud de un punto inicial (origen); el acimut de una línea (dirección); el radio y el aplastamiento del elipsoide seleccionado para los cálculos; y la separación geoidal en el origen (altura).

Cualquier cambio en estas cantidades afecta la posición de cada punto sobre el datum. Por esta razón, mientras que las coordenadas que pertenecen a un mismo datum se pueden relacionar entre sí en forma directa y exacta, las coordenadas o cantidades derivadas tales como distancias y acimutes basadas en datums diferentes, tendrán un error proporcional a la diferencia en las cantidades iniciales de los datums respectivos.

El datum vertical al que se refieren las elevaciones de los puntos, es generalmente la superficie del nivel medio del mar, aunque esta puede ser cualquier superficie de nivel arbitraria definida por una altura supuesta para alguna marca altimétrica.



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

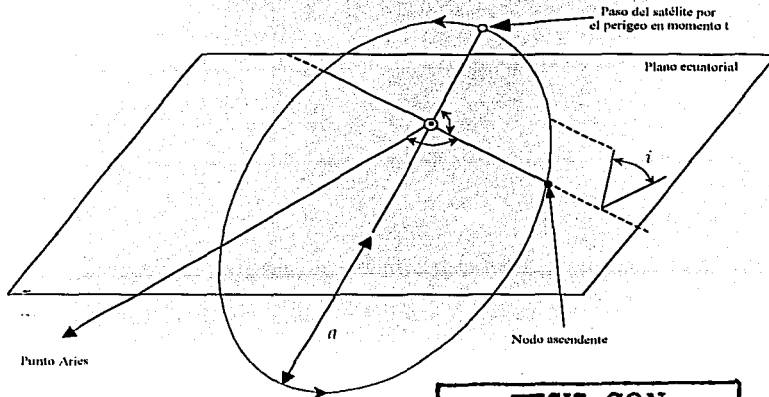
SISTEMA DE REFERENCIA GPS: ORBITAS, COORDENADAS EN EL PLANO ORBITAL, COORDENADAS EN EL SISTEMA RECTANGULAR INSTANTÁNEO.

ORBITAS. Consideraremos como órbita ideal de un satélite alrededor de la Tierra, la trayectoria que éste sigue en caída libre, si se cumplen las siguientes condiciones:

- A. La tierra se considera como una masa puntual.
- B. La masa del satélite es despreciable respecto a la de la tierra.
- C. El satélite se mueve en el vacío.
- D. No se considera la atracción gravitacional de tercer cuerpo (Sol, Luna u otros)

Con estas hipótesis estamos en el problema de los dos cuerpos y para resolver el problema de posicionamiento de un cuerpo en su órbita hacen falta siempre seis parámetros que definen una órbita ideal y el satélite en ella. Aunque pueden emplearse otros, los mas comúnmente usadas son los Keplerianos, cuyos elementos son:

**PARAMETROS ORBITALES KEPLERIANOS**



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

## ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA FIGURA ANTERIOR.

1.  $\Omega$ , Ascensión recta del nodo ascendente.
2.  $i$ , Inclínación.
3.  $\omega$ , Orientación.
4.  $a$ , semieje mayor.
5.  $e$ , Excentricidad.
6.  $t$ , Momento del paso por el perigeo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En virtud de la primera ley de Kepler: la órbita es una elipse contenida en un plano; uno de sus focos coincide con el centro de masas.

1°. Da la orientación y es el ángulo geocéntrico ( $\Omega$ ) que hay entre la dirección del punto Aries o Vernal y la dirección al punto en el que la órbita corta el plano ecuatorial cuando el satélite pasa por el hemisferio Sur al Norte, punto llamado nodo ascendente (la intersección de los planos ecuatorial y orbital se llama línea nodal). A este ángulo se le llama, con toda propiedad, ascensión recta del nodo ascendente.

2°. Fija al ángulo del diedro formado por el Ecuador y plano orbital visto desde el nodo ascendente, lo que justifica que puede haber valores desde  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$ . Se le llama *inclinación* ( $i$ ). Sobre el plano así establecido hemos de situar la elipse de la órbita. Por su puesto, el centro de gravedad de la Tierra ocupa un foco, en virtud de la primera ley de Kepler.

Con tres parámetros más su orientación y dimensiones:

3°. La orientación de la elipse se da como ángulo ( $\omega$ ) entre el nodo ascendente y el perigeo (punto en el que el satélite está más cerca de la Tierra) y se llama *argumento del perigeo*. Sería inexistente en órbitas rigurosamente circulares.

4° y 5°. Las dimensiones de la elipse se determinan con el *semieje mayor* ( $a$ ) (o

radio, en órbitas rigurosamente circulares) y la *excentricidad* ( $e$ ) (1 en órbitas rigurosamente circulares). Ya está definida la órbita elíptica en el espacio. La velocidad instantánea del satélite es determinable por la segunda ley de Kepler que dice: los radios vectores barren áreas iguales en tiempos iguales. Conociendo la masa de la tierra (la del satélite es despreciable), el período orbital queda fijado en virtud de la tercera ley de Kepler: el cuadrado del período es proporcional al cubo del semieje mayor) estableciendo con la constante de la gravitación universal el factor de proporcionalidad, en función de la acción gravitatoria del cuerpo alrededor del que orbita el satélite.

6°. Sólo queda establecer un último parámetro que nos fije el satélite en un punto concreto de la órbita en un momento dado, por ejemplo: el momento ( $t_0$ ) del *paso del satélite por el perigeo*, o por el nodo ascendente.

A este planteamiento ideal hay que añadir mucha más información para poder predecir la posición instantánea real del satélite, que es diferente de la teórica, calculada con los 6 parámetros básicos, por una serie de perturbaciones orbitales que alteran su trayectoria y que son:

- Anomalías gravitacionales originadas por: el efecto de terceros cuerpos, Luna, Sol, otros planetas e irregularidades y variaciones del campo gravitacional terrestre.
- Fricción atmosférica.
- Presión de la radiación y en general de la orientación, intensidad y distribución espacial y espectral de la radiación incidente y de las propiedades ópticas de la superficie. Las principales fuentes de radiación que generan presión en un satélite son: la solar directa, la solar reflejada por la Tierra y su atmósfera (albedo) y la térmica emitida por la Tierra y su atmósfera.

Todo ello hace que, si deseamos establecer la posición de un satélite con una gran precisión, las efemérides necesarias no puedan limitarse a las Keplerianas.

**COORDENADAS EN EL PLANO ORBITAL.** Veamos como obtenemos las coordenadas del satélite en su plano orbital. Para ello, consideramos una elipse, y sobre ella, un sistema cartesiano  $(x,y)$  cuyo origen es el geocentro, el eje  $x$  pasa por el nodo y el eje  $y$  es perpendicular a él, entonces tenemos que:

1°. Calculamos  $n$  a partir de  $a$ :

$$n = \sqrt{\frac{Gm}{a^3}} = \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}$$

2nd.  $M = n(t-t_0)$ .

3°. Calculamos

$$E - e \operatorname{sen} E = M$$

Siendo  $E$  = anomalía excéntrica.

La ecuación se resuelve por aproximaciones sucesivas:

$$E_1 = M$$

$$E_2 = M + e \operatorname{sen} E_1$$

$$E_3 = M + e \operatorname{sen} E_2$$

Y así sucesivamente hasta que

$$E_n = E_{(n+1)}$$

4°. Calculamos a continuación  $(X_p, Y_p)$ :

$$X_p = a(\cos E - e)$$

$$Y_p = a\sqrt{1-e^2} \operatorname{sen} E$$

ó

$$X_p = r \cos \varphi$$

$$Y_p = r \operatorname{sen} \varphi$$

Siendo  $\varphi$  = argumento de latitud.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS  
FALLA DE ORIGEN

## COORDENADAS EN EL SISTEMA RECTANGULAR INSTANTANEO. Este

sistema viene definido por la siguiente figura, en donde:

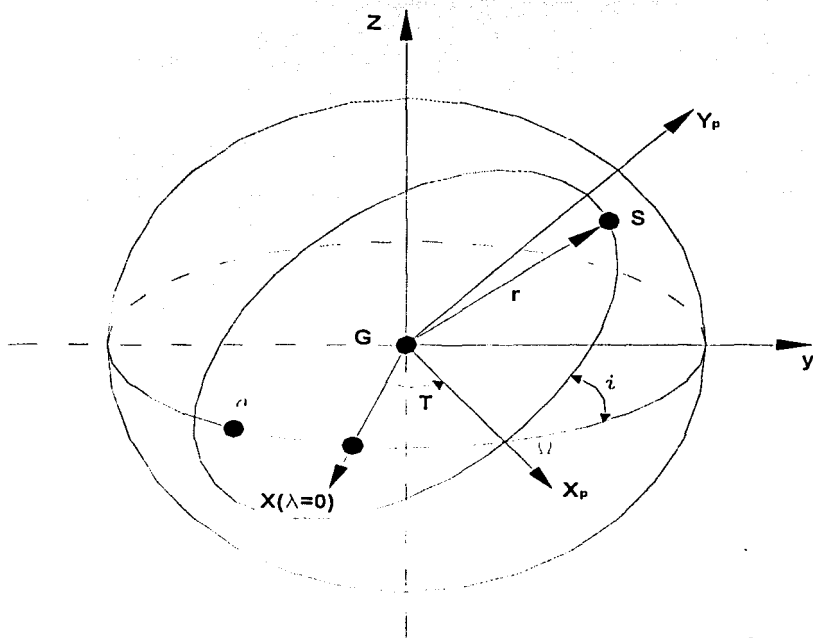
*Origen:* el geocentro.

*Plano fundamental:* el Ecuador Instantáneo.

*Eje X:* la intersección del plano fundamental y el meridiano de Greenwich.

*Eje Y:* perpendicular al plano XZ.

### SISTEMA RECTANGULAR INSTANTANEO



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## INTRODUCCIÓN AL SISTEMA WGS84.

El sistema de referencia terrestre **WORLD GEODETIC SYSTEM 1984 (WGS84)**, son un sistema construido a partir de distintos datos u observaciones tales como: anomalías de la gravedad, desviaciones de la vertical, observaciones a satélites TRANSIT por técnicas Doppler, observaciones láser a satélites SLR (Satellite Láser Ranging) y observaciones VLBI (Interferometría de Bases Muy largas).

Desarrollado por el *Defense Mapping Agency* de los Estados Unidos de América esta definido en forma dinámica; esto es, el centro geométrico del elipsoide coincide con el centro de masa de la Tierra, y adicionalmente se tienen cuatro parámetros: semieje mayor ( $a$ ), velocidad angular de la Tierra ( $\omega$ ), constante gravitacional de Newton (GM), y factor dinámico de forma ( $C_{2,0}$ ), que representa el achatamiento de la Tierra sobre el campo gravitacional, a partir de los cuales se pueden derivar todas las constantes geométricas y físicas involucradas en los cálculos geodésicos. Es importante mencionar que las constantes que se utilizan en éste sistema son idénticas al que se utilizan en el sistema GRS80 excepto por una pequeña diferencia y del cual se deriva el sistema ITRF92 época 1988.0 seleccionado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), de México para ser el Nuevo Sistema Geodésico de Referencia (se hablará de ello más adelante); la diferencia estriba en que el WGS84 emplea para el factor dinámico de forma, el segundo coeficiente zonal armónico normalizado  $C_{2,0}$  truncado a ocho cifras significativas, en lugar de tomar la forma no normalizada  $J_2$  del GRS80.

Al considerarse un punto con coordenadas derivadas en ambos sistemas no existirá ninguna diferencia en longitud ( $\lambda$ ), mientras que para la latitud esta diferencia estará dada por  $\phi'' = f \sin \phi / \sin I''$ , la cual alcanza su valor máximo a los 45°, siendo la diferencia de 0.000003 segundos de arco ó 0.0001 metros, lo que desde el punto de vista cartográfico resulta despreciable.

Los parámetros que definen el elipsoide de referencia en el sistema WGS84 son:

- a. El semieje mayor del Elipsoide.

$$a = 6\,378\,137 \text{ m.}$$

- b. Velocidad angular terrestre.

$$\omega = 7\,292\,115 \times 10^{-11} \text{ radianes/segundo.}$$

- c. Constante gravitacional Newtoniana.

$$3\,986\,005 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{seg}^2$$

- d. El coeficiente zonal armónico normalizado, que también representa el achatamiento terrestre sobre el campo gravitacional ( $C_{2,0}$ ).

$$-484.16685 \times 10^{-6}$$

- e. Semieje menor y aplanamiento.

$$b = 356\,752.3 \text{ m.}$$

$$f = 0.003\,352\,810\,664\,74$$

El Servicio Internacional de Rotación de la tierra, el cual emplea las tecnologías VLBI y SLR, las cuales se basan en metodologías y equipamientos muy refinados y extremadamente complejos. Desarrolló el Sistema de Referencia denominado ITRF92 (International Terrestrial Reference Frame of 1992). Asociado al GRS80 para la época que se inicia a las 0 horas del 1° de enero de 1988 (1988.0) y definido en forma dinámica por cuatro parámetros, los cuales se determinaron a partir de la observación redundante de coordenadas cartesianas tridimensionales con técnicas globales en diferentes puntos de la Tierra, orientado de tal forma que se tenga un sistema Convencional Terrestre (CT). En adición a ser dinámico por la forma en que será definido, el ITRF92 lo es en el sentido de que varía con el tiempo por pequeños desplazamientos del centro de masa terrestre causados por efectos geodinámicos diversos, lo que en consecuencia da a lugar a movimientos comparativos del elipsoide asociado. Esto hace necesario que la forma de expresión vaya acompañado por la especificación del año en que se define la solución, válida para una época dada.

Por otra parte, se consideran también los desplazamientos relativos que tienen las estaciones de monitoreo del Servicio Internacional de Rotación de la tierra por movimientos de la corteza terrestre (actividad sísmica y la deriva continental). Los valores que definen a este sistema de referencia son:

- a. El semieje mayor del Elipsoide.

$$a = 6'378,137 \text{ m.}$$

- b. Velocidad angular terrestre.

$$\omega = 7\,292\,115 \times 10^{-11} \text{ radianes/segundo.}$$

- c. Constante gravitacional Newtoniana.

$$3\,986\,005 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{seg}^2$$

- d. Factor dinámico de forma, no normalizado.

$$108.263 \times 10^{-8}$$

### SISTEMA NAD27.

Desarrollado por el Dr. *William Bowie*, jefe de la División de Geodesia del USCGS (United States Coast and Geodetic Survey) el Datum Norteamericano de 1927 (NAD27), se diseñó pensando en ser el marco para Norteamérica, esto es continental, empleando para ello todos los recursos técnicos disponibles de la época, con la intención adicional de que los errores y distorsiones que se pudieran generar al extender desde el punto **datum** el control horizontal en distancias considerables, fueran mínimos. Con tal criterio, se decidió que el datum estuviera ubicado más o menos centrado en la extensión del territorio estadounidense.

Se escogió como punto origen o datum el vértice MEADES RANCH ubicado en el estado de Kansas, EEUU. Del cual se da su posición geodésica ( $\phi, \lambda$ ), la altura geoidal (N), la diferencia entre la inclinación de la vertical referida al geoide y al elipsoide asociado ( $\xi, \eta$ ), el acimut con respecto a la estación WALDO (Az), así como el tamaño y la forma del elipsoide sobre el que se trabaja, a través de los

semiejes del mismo ( $a$ ,  $b$ ) tomándose el de **Clarke de 1866**. Al estar definido localmente, el centro de masa de la tierra no es coincidente con el centro geométrico del elipsoide, y la orientación del sistema está de acuerdo al acimut MEADES RANCH a WALDO.

Conforme a lo expuesto en relación con los parámetros que definen el **NAD27**, puede verse que estos son de carácter puramente geométrico, que el datum es solamente bidimensional al no incluir la coordenada de altura y que pese a su pretensión de alcance continental, es por su propia naturaleza un datum local definido sobre la superficie del elipsoide de referencia, además de que la altura geoidal se definió arbitrariamente por el Servicio de Mapas de la Armada de U.S.A. en 1967 haciendo coincidir dicha superficie con el geoide en el punto datum, dándole como valor de  $N=0$ .

Los parámetros básicos adoptados para el punto datum (MEADES RANCH) del NAD 27 fueron:

- a. Semieje mayor del Elipsoide de Clarke de 1866.

$$a = 6'378,206.4 \text{ m.}$$

- b. Semieje menor del Elipsoide de Clarke de 1866.

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

- c. Latitud y Longitud del punto inicial en MEADES RANCH.

$$\varphi_0 = 39^\circ 13' 26.686'' \text{ N}$$

$$\lambda_0 = 98^\circ 32' 30.506'' \text{ W}$$

- d. Azimut del punto inicial (hacia WALDO)

$$\alpha_{00} = 75^\circ 28' 09.64'' \text{ (en el sentido de las manecillas del reloj; a partir del sur)}$$

- e. Componente Meridiana de la Desviación en el Punto Inicial.

$$\xi_0 = -1.02''$$

- f. Componente en el primer vertical de la Desviación en el Punto Inicial.

$$\eta_0 = -1.79''$$

- g. Altura Geoidal en el Punto Inicial.

$$N=0$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

A principios de siglo, al diseñarse el NAD27 se pretendió tener una precisión promedio de 1/25,000, sin embargo, debido a la inconsistencia en los métodos de observación, cálculos no rigurosos, no haber realizado un ajuste integral de los datos, distribución heterogénea de las observaciones, movimientos de la corteza terrestre, entre otras causas, este objetivo no fue alcanzado. La combinación de todos estos objetos, produjeron inconsistencias en el sistema que arrojan una precisión de tan solo 1 parte en 15,000.

En virtud de que el NAD27 es el sistema de referencia oficial para obtener las coordenadas geográficas de todo trabajo pericial dentro de la minería, según se estipula en el INSTRUCTIVO COMPLEMENTARIO DE LOS TRABAJOS PERICIALES DEL CAPITULO IV DEL MANUAL DE SERVICIOS AL PUBLICO EN MATERIA MINERA. No abrogado por el nuevo manual publicado el 28 de julio de 1999. Y que el NAD27 no es compatible con los modernos equipos de medición ya que sus cálculos se basan en otros sistemas como el WGS84, se han desarrollado nuevas herramientas de computo, nuevos programas de transformación y nuevos recursos técnicos para obtener resultados confiables y poder contar así con posiciones altamente precisas.

Sin embargo, en un futuro no muy lejano se tendrán que utilizar en forma directa los sistemas que por sus características geométricas y basadas en un diseño tridimensional se adecuen tanto en espacio y tiempo a los nuevos trabajos requeridos tanto en la minería, como en cualquier área en donde la geodesia sea la parte fundamental del desarrollo.

## CARTOGRAFÍA MINERA

He hablado ya de métodos topográficos, geodésicos y sistemas de referencia que se utilizan en los diferentes tipos de levantamientos, pero algo que es todavía más importante, es la construcción de la **cartografía minera** referida a un sistema homogéneo de coordenadas para poder establecer una única viabilidad en cuanto a manejo de información.

Es de gran importancia contar con un buen almanaque cartográfico minero, porque es la medula espinal de la ubicación y disponibilidad de los recursos naturales aprovechables de una región.

En resumen, la forma adecuada para establecer una buena cartografía minera, es contar con los datos ya descritos en los capítulos anteriores y que son indispensables para plasmar un croquis del perímetro del lote en una porción de una carta topográfica.

Un punto de partida que tenga coordenadas geográficas, U.T.M. u ortogonales, derivadas de cualquier método de levantamiento: poligonación, orientación astronómica o posicionamiento por satélites utilizando para esto, los sistemas elipsoidales y Datums geodésicos legalmente establecidos para nuestro país. Es requisito indispensable que la carta topográfica consigne los siguientes datos:

- I. Posición del P.P.D. dentro de un círculo, seguida de las iniciales "P.P.D."



- II. Croquis del perímetro del lote trazado con línea gruesa.



III. Línea auxiliar trazada con línea interrumpida.



IV. Posición del P.C. y de la L.B. dentro de un círculo, seguida de las iniciales "P.C." o "L.B." y unidas con línea punto y raya.



(La leyenda sobre la línea: liga efectuada por Translocalización o los datos de la liga obtenida por poligonación)

V. En su caso, liga del nuevo P.P. al P.P.O. de la concesión minera que sustituye, expresando su rumbo astronómico y distancia, trazada con punto y raya.

VI. Recuadro de identificación conteniendo:

- Nombre del lote.
- Número de expediente o de título.
- Superficie.
- Coordenadas del PPD expresadas con tres decimales, la elevación y zona.
- Nombre y número de las cartas que comprende.
- Fecha.
- Nombre completo, número de registro y firma del perito.

VII. Ruta de acceso del centro de población más cercano al punto de partida, trazada con línea gruesa a color.

Cuando la Secretaría requiera se complemente el levantamiento mediante ligas topográficas, deberán consignarse los datos señalados en las fracciones de I a VI de la disposición anterior en un plano a escala 1:5,000 o 1:10,000.

Así mismo, se indicara la posición de los puntos de partida de los lotes colindantes

o localizados en la misma área dentro de un círculo seguido de las iniciales "P.P."; croquis del perímetro de dichos lotes con la anotación del nombre y número de expediente o título, y ligas topográficas con expresión de su rumbo astronómico y distancia, trazada con punto y raya.

Si el P.P.O. cambia, dar liga al nuevo P.P. y obtener nuevas fotografías y nuevos Trabajos periciales.

Para percibir mejor los detalles de una cartografía que es abundante, se podrá anexar a los trabajos periciales un plano, elaborado a escala conveniente (1:10,000 o 1:20,000), donde aparezca el lote solicitado, sus colindantes, sus respectivos puntos de partida y ligas; en extremo inferior derecho, un recuadro de identificación que contenga los datos marcados en el párrafo VI arriba mencionado.

Ligado a la cartografía, en el informe pericial se consignará, además:

- a) Línea auxiliar, perímetro y colindancias del lote minero.
- b) Ampliación y precisión de las referencias que se indican en la solicitud, relativas a la ubicación del PPO, así como descripción detallada de la ruta de acceso al mismo, a partir, como mínimo, del último poblado que aparezca en la correspondiente carta topográfica editada por el INEGI.
- c) Las ligas topográficas obtenidas.

Para entender mejor este tema, anexo dos ejemplos de cómo se representa la cartografía minera en una porción de la carta topográfica y un plano anexo, adicional a los trabajos periciales.



# PLANO DE CONJUNTO DE LOTES MINEROS

**LOTE: " EL PANAL "**  
 Exp: 05/3.2/01  
 Sup: 16,594.6983 Has.  
 Mpio: Mineral del Chico  
 Pachuca, Hgo.  
 Ag : Pachuca, Hidalgo

**COORDENADAS U.T.M. DEL PC 5137 (origen de la cartografía)**

N = 2'224,808.060  
 E = 532,122.262

**P.P.D., COORDENADAS ORTOGONALES DEL P.P.**  
 (referidas al PC 5137)

Y = 2'225,692.543  
 X = 528,253.302

México D.F. a 30 de Octubre de 2000

EL PERITO:

ING. MARTIN GONZALEZ PEREZ  
 Reg. No. 120-7-IV

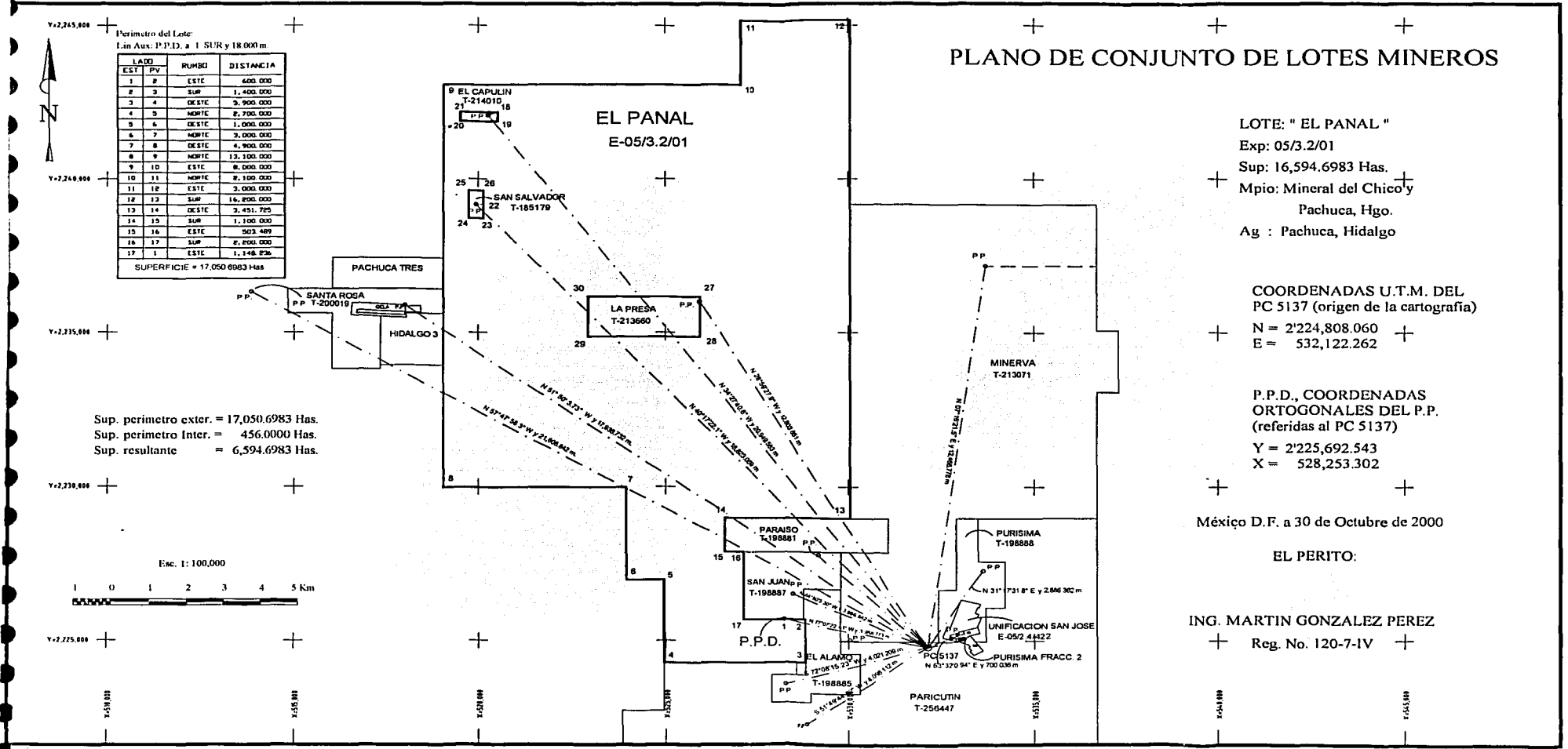
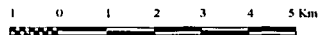
Perimetro del Lote:  
Lin Aux: P.P.D. a 1 SUR y 18.000 m

LADO	EST	PUNTO	RUMBO	DISTANCIA
1	2		ESTE	400.000
2	3		SUR	1.400.000
3	4		OESTE	3.900.000
4	5		NORTE	2.700.000
5	6		OESTE	1.000.000
6	7		NORTE	3.000.000
7	8		OESTE	4.900.000
8	9		NORTE	13.100.000
9	10		ESTE	6.000.000
10	11		NORTE	9.100.000
11	18		ESTE	3.000.000
12	13		SUR	14.800.000
13	14		OESTE	3.451.795
14	15		SUR	1.100.000
15	16		ESTE	502.489
16	17		SUR	2.800.000
17	1		ESTE	1.148.836

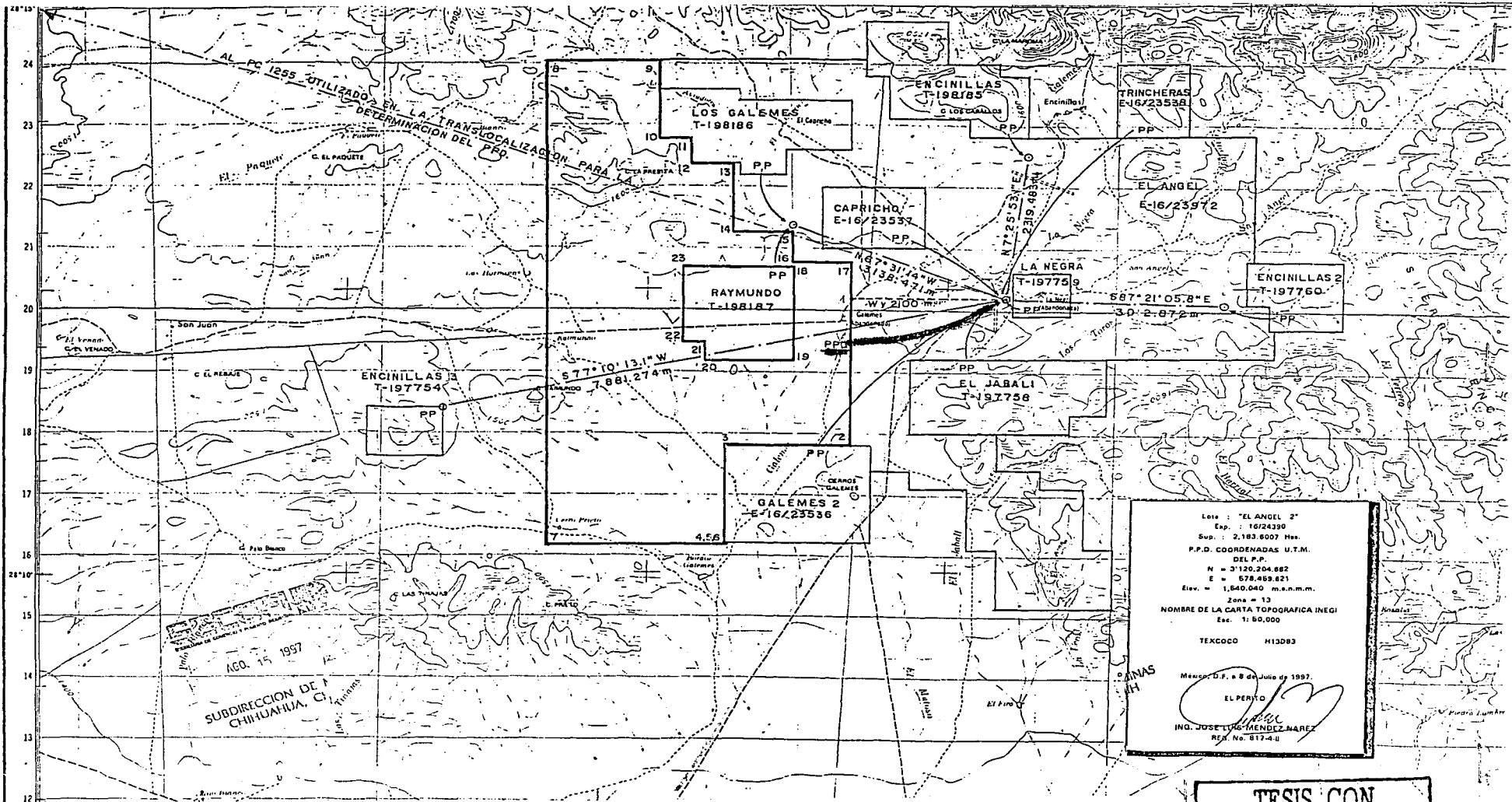
SUPERFICIE = 17.050.6983 Has

Sup. perimetro exter. = 17,050.6983 Has.  
 Sup. perimetro Inter. = 456.0000 Has.  
 Sup. resultante = 6,594.6983 Has.

Esc. 1: 100,000



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

## TEMA V

### CONCLUSIONES

## APLICACIÓN DEL GPS A LA GEODESIA Y LA TOPOGRAFÍA

Tanto la geodesia como la topografía que son la parte medular y vertebral de la minería, ofertan altas precisiones comparadas con los métodos clásicos de observación de ángulos, distancias, acimutes y diferencias de nivel; pero localmente, en el mejor de los casos, son de una parte por millón en trabajos geodésicos y 0.5 partes por millón en topografía de alta precisión, o de 10 a 50 partes por millón en la topografía convencional tomando en cuenta que una parte por millón equivale a tener un error de 1 metro por cada 1000 kilómetros. Normalmente estas altas precisiones no se conservan en el ámbito global; por ejemplo, una red de Triangulación de primer orden, (para determinar las coordenadas de un P.P.) debe de tener precisiones locales de 0.5 a 1 parte por millón pero en grandes distancias ya sea de cientos o miles de kilómetros, la propagación de errores sistemáticos y aleatorios, hace que se pierda dicha precisión a pesar de llevar buenos controles de orientación y escala con la observación de acimutes y distancias.

Una forma de evitar este problema de la geodesia clásica es la introducción de observaciones de carácter espacial. Doppler, GPS, SLR o VLBI en las redes fundamentales de medición. Ya que con las técnicas de observación GPS a satélites NAVSTAR en donde se pueden hacer observaciones durante las 24 horas de día y se pueden conseguir resultados mejores. Por otra parte, es aconsejable para trabajar con este orden de precisión, la incorporación de relojes atómicos en los receptores (explicado ya en los capítulos anteriores).

Por otra parte la aplicación del GPS a la topografía en la actualidad es una realidad de repercusión comparable a la que en su momento tuvo la electrodistanciometría respecto a los métodos tradicionales. Pensemos por ejemplo, en las redes de precisión para trabajos de minería (Subred Geodésica Minera), el apoyo fotogramétrico de vuelos altos, en proyectos de ingeniería como ferrocarriles, carreteras, redes de precisión para cartografía urbana y

establecimientos de bases de planteo de alta precisión etc.

En resumen, tenemos que la potencia del GPS en apoyo a los trabajos que se realizan en la minería y a redes de control topográfico como ha sido nuestro propósito exponer en este trabajo de tesis se consideran los siguientes puntos.

- A. No se necesita intervisibilidad entre los puntos, lo que supone que el usuario elige las estaciones con gran flexibilidad y según sus necesidades, y no en función de los condicionantes orográficos.
- B. En el apoyo a la minería, los puntos pueden casi siempre elegirse de antemano, quedando únicamente por realizar el estacionamiento del receptor en dichos puntos.
- C. La configuración de los puntos para control terrestre, puede ser de extraordinaria calidad al no tener condicionantes como la intervisibilidad, el arbolado, el propio terreno en sí, etc. El rendimiento de las observaciones es muy superior al obtenido con procedimientos clásicos. Con un receptor fijo y otro móvil, se pueden obtener rendimientos al menos tres veces superiores a los obtenidos actualmente por poligonación. Una aplicación del GPS de especial interés es el establecimiento de redes de control, pues elimina en gran medida la necesidad de colocar estaciones en partes altas, facilitando con esto los rellenos taquimétricos, que se seguirán haciendo con topografía clásica.

Digamos finalmente que el GPS no va a sustituir totalmente a los métodos topográficos clásicos, la topografía de obra, nivelación geométrica, control industrial, replanteo de túneles, puentes y mucho menos en la minería, donde es casi imposible todavía trabajar con GPS en el interior de una mina. La gran ventaja del sistema GPS es que las exigencias de estacionamiento de sus antenas son muy inferiores a las de los instrumentos de observación clásica: la altísima estabilidad, prescindible para estacionar un teodolito, ya no es necesaria, porque pequeños desplazamientos, vibraciones o torsiones, en nada afectan a la observación de las señales de los satélites.

## EL SISTEMA GEODESICO MUNDIAL

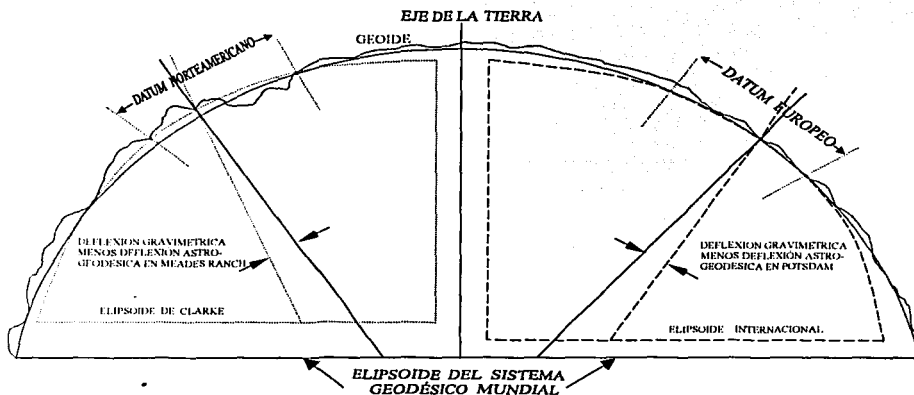
Debido a las limitaciones de los sistemas locales para proporcionar información geodésica intercontinental, es esencial contar con un sistema mundial unificado. Para desarrollo de tal sistema, diversas instituciones interesadas, principalmente del mundo Occidental, han participado activamente en un programa cuyo resultado ha sido un Sistema Geodésico Mundial. Para establecer este sistema, fue necesario considerar todos los datos observados disponibles y determinar el sistema de referencia absoluto que mejor se ajustara a toda la Tierra. Una vez que el sistema sea operativo, las principales redes geodésicas del mundo podrán unificarse para que de este modo sean compatibles las coordenadas de los puntos que se integran. La red de Triangulación **HIRAN** que cruza el Océano Atlántico Norte desde Canadá hasta Noruega, fue una base de trabajo preparatorio.

Como ya se indicó, esta liga permite la conexión de los datum de Norteamérica y Europeo. Dado que estos datum están basados en elipsoides ajustados a una región limitada que se vio sobre pasada por la liga **HIRAN**, los datums se orientaron a un elipsoide común, utilizando las ligas **HIRAN** para comprobación.

Otra área importante en la que se tuvo que trabajar con anticipación al establecimiento del Sistema Geodésico Mundial, fue al levantamiento y análisis de observaciones de gravedad. Miles de estaciones de referencia han sido interconectadas a través de todo el mundo usando gravímetros, las interconexiones permitieron reducir a un sistema común numerosas observaciones de gravedad, con lo que de hecho se estableció un sistema de gravedad a nivel mundial en el que se incluyen datos de gravedad observados con fines de prospección petrolera o fines geofísicos.

una fase adicional en lo referente a gravedad fue el cálculo de anomalías de gravedad en aquellos lugares que no contaban con observaciones de campo, ya

que los cálculos gravimétricos requieren el conocimiento de las anomalías de la gravedad en toda la Tierra. Algunas regiones están sin una sola observación de gravedad y el mejor sustituto encontrado consistió en considerar la topografía o batimetría cerca del punto en cuestión y aplicar ciertos conocimientos sobre la corteza terrestre. Aun cuando los cálculos para cada punto son tediosos e implican consideraciones sobre la tierra. Siempre es preferible contar con un valor aproximado para la anomalía que tener un sector en blanco en la carta de anomalías de la gravedad. En concreto tenemos que con las deflexiones de la vertical calculadas gravimétricamente se puede determinar un Sistema Geodésico Mundial, como se muestra en la sig. figura.



Al final tendríamos que las diferencias de las observaciones Gravimétricas menos las observaciones astrogeodésicas en las desviaciones de la vertical y en las ondulaciones geoidales se establecieron combinando las diferencias en todos los puntos de cada área. Las diferencias totales proveen las correcciones necesarias para convertir los orígenes de los sistemas geodésicos involucrados en un sistema geocéntrico, con un elipsoide de referencia cuyo centro y eje menor son coincidentes con el centro y el eje de rotación de la Tierra.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFÍA

- **Ley Minera, Reglamento de la Ley Minera y Manual de Servicios al Público en Materia Minera.**  
Editada por la Secretaría de Economía, Méx.  
Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de Junio de 1992, actualizada con las modificaciones publicadas el 24 de Diciembre de 1996
  
- **Instructivo Complementario de los Trabajos Periciales.**  
Publicado por la Dirección General de Minas y la Dirección de Catastro Minero.  
México, abril – 1996
  
- **Función de la Topografía en la Industria Minera.**  
Ing. Ramón Mendoza Lugo  
Apuntes, Méx. Febrero – 1990
  
- **La Geodesia al Alcance de Todos**  
Richard K. Burkard and Robert E. Herndon  
Ed. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, comisión de cartografía.  
Buenos Aires, Arg. 1992
  
- **Topografía de Minas**  
Ing. Ciro G. Robles Medina  
Ed. Universitaria de Zacatecas – 1984
  
- **Topografía, Geodesia y Proyecciones de Mapas**  
Gregory A. Hoar  
Manual, Santiago de Chile, septiembre – 1982
  
- **Proyecciones Cartográficas y Transformación de Coordenadas**  
Ing. Luis Hugo de la Torre León, Ing. María Salazar Soto, Ing. Raúl Gomez M  
Ed. U.N.A.M. Méx. Julio – Agosto, 1988



- **Manual de Uso del Receptor GPS z – x Treme**  
Magellan Corporation  
Sta. Clara, CA. – 1999
  
- **Introducción a la Geodesia Geométrica**  
Manuel Medina Peralta  
Ed. Limusa, 1994
  
- **La Nueva Red Geodésica Nacional**  
Una visión hacia el futuro  
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática  
Méx. D.F. 1994, nueva edición 1995
  
- **Guía Para Usuarios Externos de la Red Geodésica Nacional**  
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática  
Méx. D.F. 1995
  
- **Sistema de Coordenadas en Geodesia**  
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática  
Méx. D.F. 1979
  
- **Posicionamiento Satelitario para la Navegación**  
Ing. Federico Alonso Lerch  
Revista de Ingeniería Topográfica  
Re – edición Méx. D.F. 1998
  
- **G.P.S. la Nueva Era de la Topografía**  
Jesús Velasco Gomez, Alfonso Nuñez – García del Pozo, Jose Luis Valbuena  
Ed. Isidoro Sanchez Durán S.A.  
Madrid, España Julio – 1992