CONSEJO
DE RECURSOS
MINERALES

SECRETARÍA DE ECONOMÍA | SE

TEXTO GUÍA

CARTA MAGNÉTICA "FRESNILLO" F13-3

ESCALA 1:250 000

Ings. Julio Vélez López
Israel Hernández Pérez
Ramón Mérida Montiel
Alejandro Cuevas Covarrubias

SECRETARÍA DE ECONOMÍA
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

- *Editada por el Consejo de Recursos Minerales. Primera Edición 1999.* *© Derechos Reservados.*
- *Segunda impresión 2001.*

Í N D I C E

RESUMEN

Página

INTRODUCCIÓN 1

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA 2

I.1.- Fuentes de información 2

I.2.- Parámetros y equipo utilizado en el levantamiento 2

I.3.- Procesamiento de datos 3
I.3.1.- Integración de la información magnética 3
I.3.2.- Obtención de datos corregidos por el campo geomagnético 3
I.3.3.- Generación del mapa 3
I.3.4.- Graficación 3

I.4.- Características de la carta magnética 3

II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA 4

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL 7

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 11

INTRODUCCIÓN

El Consejo de Recursos Minerales elabora cartas geofísicas aeromagnéticas, cuyo cubrimiento tiene prioridad en las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional. Estas se están realizando con base en la compilación de los trabajos que el Organismo ha realizado, así como a los levantamientos aerogeofísicos sistemáticos que lleva a cabo actualmente. Dicho material se está integrando para hacerlo del dominio público con el propósito de fomentar el aprovechamiento de los recursos minerales del país.

En virtud de la dificultad cada vez mayor para la localización de los yacimientos minerales, surge la necesidad de auxiliarse con técnicas indirectas de exploración, como son geofísica, geoquímica e imágenes de satélite; las cuales representan valiosas herramientas que deben utilizarse en conjunción para lograr exitosas campañas que conduzcan a encontrar yacimientos minerales susceptibles de ser explotados, así como investigar y evaluar minerales de utilización futura, cuyo potencial es actualmente desconocido.

Con esta finalidad se da a conocer la información aeromagnética que ha venido generando el Consejo de Recursos Minerales desde el año de 1964; donde la presente carta a escala 1:250 000 con formato cartográfico del INEGI, forma parte de una serie de publicaciones de este tipo las cuales aportarán información básica que permita fundamentar futuras exploraciones.

La carta magnética Fresnillo F13-3 contiene información en una superficie de 22,631 Km2 y corresponde a un mapa de intensidad de campo magnético total obtenido a partir de los vuelos aeromagnetométricos realizados durante los años 1974,1985 y 1996.

En una interpretación cualitativa de la presente carta se pudieron enmarcar a nivel regional las expresiones magnéticas más obvias como son: La distribución y configuración de las rocas intrusivas sepultadas, rocas volcánicas ácidas y básicas, importantes espesores de rocas sedimentarias y volcanosedimentarias, contactos litológicos ocultos y zonas de falla profundas. En mapas a escala 1:50 000 de la misma zona se podrán interpretar rasgos más detallados y acorde a los objetivos de cada explorador.

En la presente carta se definieron zonas de interés geológico-minero, destacando por su marco geológico-estructural favorable las siguientes:

Al norponiente de la carta, en la región minera de Chalchihuites, Zac. se interpretan dos dipolos magnéticos de grandes dimensiones que se atribuyen a dos cuerpos intrusivos magnéticos mayormente sepultados por rocas sedimentarias mesozoicas y rocas volcánicas terciarias, estan asociados a mineralización polimetálica en su porción norte, las zonas de interés geológico-minero se localizan en la periferia del contacto marginal de este gran intrusivo magnético sepultado. Se recomienda la exploración del contacto marginal interpretado de este intrusivo magnético.

En la porción centro-poniente de la carta interpreta un intrusivo magnético sepultado bajo una cubierta de rocas volcánicas terciarias. Resulta de interés la exploración en superficie de la zona del contacto marginal del cuerpo intrusivo interpretado.

Con base a la interpretación del mapa de continuación de campo magnético a 2000 m sobre el nivel del terreno, se definieron las siguientes zonas de interés Geológico-Minero

En la porción occidental de la carta, en el extremo norponiente de un tren magnético delimitado por dos lineamientos magnéticos NW-SE, se presenta un extenso monopolo magnético alargado en la misma dirección y con 85 Km. de longitud, atribuible a un intrusivo granitoide.

Hacia el surponiente de este gran monopolo se localizan las regiones mineras de San Martín y Sombrerete, Zac., es de interés la exploración del contacto marginal interpretado al nororiente y en general de toda la periferia de este contacto marginal de un probable cuerpo intrusivo magnético sepultado y emplazado dentro de un gran fallamiento regional de origen profundo que delimita la Cuenca Mesozoica del Centro de México y la Provincia de la Sierra Madre Occidental.

En el extremo sur del tren magnético NW-SE, al oriente del distrito minero de Fresnillo, Zac., se detecta a profundidad un monopolo magnético sepultado por sedimentos clásticos recientes, el cual se atribuye a un intrusivo granitoide. Es de interés la exploración del contacto marginal interpretado.

Al norte del poblado de Villa de Cos, Zac., se detecta a profundidad un dipolo magnético cubierto mayormente por sedimentos clásticos recientes, se correlaciona al norte y al sur con afloramientos de rocas volcanosedimentarias del Cretácico Inferior (Formación Chilitos) y mineralización asociada de manganeso y mercurio. Se sugiere la posibilidad de un intrusivo magnético interpretado, el cual pudo haber removilizado el manganeso de las rocas sedimentarias triásicas.

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA

I.1.- Fuentes de información

Para la elaboración de esta carta, los datos fueron obtenidos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales en los años de 1974, 1985 y 1996.

La información cartográfica básica fue proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1992).

I.2.- Parámetros y equipo utilizado en el levantamiento

Para los objetivos mineros a los cuales nuestro Organismo está dedicado, durante el año 1974 se efectuaron los levantamientos aeromagnéticos siguiendo vuelos de contorno con una altura promedio sobre el terreno de 300 m., en líneas con rumbo N7ºE y separación de 1000 m. En los vuelos realizados en 1985, se utilizaron los mismos parámetros a excepción del rumbo N-S de las líneas de exploración, en el año 1996 se llevó a cabo el vuelo de la mayor superficie faltante de la carta magnética Fresnillo F13-3, con líneas de rumbo N-S, altura promedio de 450 m y la misma separación de líneas. La identificación de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo, en los años setenta y ochenta, mediante el sistema de navegación visual; en 1996 la identificación de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el sistema de navegación por satélite (GPS), utilizando el módulo PNAV 2001 y Procesador Novatel.

El equipo utilizado en el levantamiento del año 1974 consistió de un magnetómetro Varían V-85, con sensibilidad de 0.1 nT., un radioaltímetro Collins ALT-50 y una cámara fotográfica GEOCAM de 35 mm, estos instrumentos estuvieron instalados en un avión Twin Pioneer.

En el año 1985, el levantamiento se realizó con un avión Islander bimotor, utilizando un magnetómetro Geometrics G-803 con sensibilidad de 0.25 nT con sensor móvil; en el posicionamiento de las líneas de vuelo se empleó una cámara de cuadro fijo de 35mm. y la altura de vuelo se controló con un radioaltímetro Sperry. En 1996, el levantamiento se realizó con el mismo avión utilizando un sensor magnético de Cesio marca Scintrex CS-2, con resolución de 0.001 nT y una tarjeta procesadora marca PICODA (magnetómetro).

I.3 Procesamiento de datos

Para la integración de datos y la generación de los mapas, se llevaron a cabo las siguientes etapas:

I.3.1.- Integración de la información magnética

Los datos de los mapas magnetométricos digitalizados y los datos de los vuelos recientes, se exportaron a una estación de trabajo SUN SPARC 10 donde fue procesada para obtener el mapa aeromagnético.

La información quedó almacenada a lo largo de las líneas de vuelo, constituyendo la unidad básica del banco de datos magnetométricos, en esta etapa mediante desplegados gráficos del mapa se revisó que la digitalización fuera correcta.

.

I.3.2.- Obtención de datos corregidos por el campo geomagnético

Según los datos del Observatorio de Teoloyucan, Méx., obtenidos en el período de 1923 a 1987, el campo geomagnético en la República Mexicana ha decrecido en ese período aproximadamente 48.07 nT. por año (Urrutia y Campos, 1993), lo que nos da una idea de la magnitud del cambio en el campo geomagnético que debe corregirse.

En nuestro caso, a los datos aeromagnéticos se les substrajo el valor del campo geomagnético tomando en cuenta la posición geográfica del área, las fechas del levantamiento y la altura de vuelo. Esta corrección se realizó utilizando el valor del IGRF95 (Campo Geomagnético de Referencia Internacional) adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, División V, Working Group 8, 1992).

I.3.3.- Generación del mapa

Con la finalidad de obtener el mapa a escala 1:250 000, los datos de la carta magnética Fresnillo se integraron en un archivo de coordenadas X, Y, Z se utilizó el algoritmo de interpolación de mínima curvatura (Briggs, 1974) para la generación de curvas de contorno cada 10 nanoteslas (nT). El equipo utilizado fue una estación de trabajo SUN SPARC 10.

I.3.4.- Graficación

El desplegado gráfico se realizó en un graficador Houston Instruments modelo DMP-162. Este mapa preliminar se utilizó para la interpretación y revisión de los valores magnetométricos, previos a la edición e impresión final.

I.4.- Características de la carta magnética

La carta magnética Fresnillo F13-3, escala 1:250 000 con formato cartográfico del INEGI contiene información aeromagnética que abarca una superficie de 22,631 km2 (Figura No. 1).

La edición cartográfica se efectuó con el paquete ARC/INFO, los intervalos de color de las curvas isomagnéticas se seleccionaron cada 50 nanoteslas (nT), indicando los bajos magnéticos en tonos de azul y verde y los altos magnéticos en tonos rojos como se indica en la gama de valores; para visualizar fácilmente las anomalías dipolares, monopolares y los gradientes magnéticos.

Con color negro se indica la interpretación cualitativa de carácter regional en donde se representan los límites de las unidades litomagnéticas con trazos punteados y los lineamientos magnéticos asociados a fallas con líneas interrumpidas.

En la base cartográfica se indican las principales carreteras, ríos y ciudades. La carta está referida a la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM).

II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA

La carta Fresnillo F13-3 se ubica en la parte centro norte del estado de Zacatecas, también cubre parcialmente los estados de San Luis Potosí y Durango.

En ella se presentan tres ambientes geológicos bien definidos: los Terrenos Guerrero, Parral y Sierra Madre o Cuenca Mesozoica del Centro de México, él limite entre ellos se infiere tectónico.

En la porción sur de la carta, en Fresnillo y Villa de Cos, el Terreno Guerrero esta representado por una secuencia de metabasalto intercalados con metareniscas y metalutitas muy deformados, (Formación Chilitos) de edad Jurásico superior-cretacico inferior que corresponden a un arco de islas toleitico, se considera una unidad aloctona. Le sobreyace por relación tectónica una secuencia de lutitas calcáreas carbonosas y areniscas, del Valanginiano (Grupo Proaño).
Le sobreyace por relación tectónica, en la región de Monte Mariana, Porvenir y Plateros, una secuencia calcareo-arcillosa considerada del Cretacico inferior-Cretacico superior.

El Terreno Parral esta delimitado en la porción centro-noroeste de la carta, distribuido en las sierras de Santa Lucia, Sombrerete, Chalchihuites, Plateros y Arroyo Hondo. Esta constituido por una secuencia flyschoide calcareo-arenosa con niveles de lutita, nódulos, lentes y bandas depedernal negro. Se observan cambios de facies hacia el limite con el Terreno Sierra Madre haciéndose arenoso-pelitico e intensamente deformado con corrimientos tectónicos. La fauna reportada va del Cretacico inferior al Cretacico superior.

La estratigrafia del Terreno Sierra Madre o Cuenca Mesozoica del centro de Medico se distribuyen la porción centro noreste de la carta. Esta formada por sedimentos calcáreo-arcillosos mesozoicos. En la carta, la base de la columna la constituye una secuencia calcárea marina, de ambiente neritico (Formación Zuloaga); se le asigna una edad Oxfordiano-Kimmeridgiano. La suprayacen concordantemente, una secuencia calcareo-arcillosa con facies fosforiticas depositadas en un ambiente de escasa energía correspondiente a la formación.

La Caja del Kimmeridgiano-Tithoniano. Encima de esta unidad aparentemente se presenta un hiatus ya que la Formación Taraises no aflora. Acordantemente la cubren rocas calcáreo-arcillosas con bandas y nódulos de pedernal de las formaciones Cupido, Peña y Cuesta del
Cura del Hauteriviano al Cenomaniano. Afloran en la Sierra de Guadalupe de las Corrientes y Felipe Carrillo Puerto. A las unidades anteriores las sobreyace por relación concordante y transicional la Formación Indidura, la cual esta constituida por una alternancia de caliza y lutita de edad Turoniano depositada en agua tranquila poco profunda; encima transicionalmente afloran lutitas y areniscas de la Formación Caracol del Coniaciano al Maestrichtiano.

Las unidades Cenozoicas cubren a los tres terrenos tectonoestratigraficos por discordancia erosional. Estan representadas por rocas clasticas continentales, rocas volcánicas felsicas y maficas, intrusivos plutonicos y subvolcanicos de composición cida a intermedia. En la base del Terciario se deposita discordantemente un conglomerado polim¡ctico, Formación Ahuichila, constituido por fragmentos de calizas y rocas volcánicas, aflora en el área de Sombrerete y Fresnillo.

La actividad volcánica más antigua esta representada por tobas traquiticas a rioliticas, cuya edad es de 58.1 a 38 m.a., cubren por discordancia a los conglomerados de la Formación Ahuichilaen el área de Chalchihuites. Un segundo evento volcánico dio origen a

potentes paquete de ignimbritas, tobas, derrames rioliticos y basálticos, de edad de 38 a 24 m.a. Son reconocidos en la parte occidental de la carta en las Sierras de Chapultepec, Valparaiso y Fresnillo. En los distritos de Fresnillo, Sombrerete y Villa de Cos, afloran cuerpos estratiformes de jasperoides, interpretados como la copula de sistemas hidrotermales fósiles,en un intervalo de tiempo de 35-29 m.a., relacionados con esta actividad volcánica.

Durante el Oligoceno-Mioceno se emplazaron rocas intrusivas, formando troncos y apofisis alineados a las zonas de debilidad NW-SE. La composición varía granito-granodiorita-cuarzomonzonita-diorita de afinidad calcoalcalina, con edades de 46-32 m.a. Estan relacionados a mineralizacion polimetalica en Chalchihuites, San Martin-Sabinas, Fresnillo, Plateros, Jiménez de Teul y Cerro de Sacrificios. En Fresnillo, Chalchihuites, Sombrerete, González Ortega y Cerro las Tetillas, existen pórfidos de composición riolitica, monzonitica, granodioritica y andesitica, presentándose diques de la misma composición orientados NW-SE, intrusionando a los sedimentos mesozoicos.

En la porción oriente y noreste de la carta, existen evidencias de vulcanismo básico alcalino,
representado por derrames y cuellos volcánicos relacionados al campo volcánico Los Encinos, de edad de 10-12 m.a. (Aranda, 1996). Otros derrames de basaltos de olivino de edad Pliocuaternaria, estan asociados a conos cineriticos que cubren a las rocas volcánicas ácidas que afloran en las regiones de Fresnillo, Francisco R. Murguia, Río Grande, Sain Alto, Milpillas de la Sierra y Jiménez del Te£l. Del Neogeno se tiene un conglomerado polimictico constituido por fragmentos subarredondeados de areniscas y rocas volcánicas de composición riolitica, areniscas, calizas y limos semiconsolidados. El cuaternario est representado por sedimentos lacustres, conglomerados, abanicos y terrazas aluviales que rellenan cuencas endorreicas.

El marco estructural es definido por los contactos tectónicos de los Terrenos Guerrero, Parral y Sierra Madre. Dichos limites se caracterizan por presentar sistemas complejos de plegamiento asociado a cabalgaduras en un régimen de deformación dactil. Se interpreta que el evento ocurrió durante la Orogenia Laramide en donde el Terreno Guerrero cabalgó sobre los Terrenos Sierra Madre y Parral. Hasta deformación, al interior del Terreno Sierra Madre, causó plegamiento formando anticlinales y sinclinales de rumbo NW-SE, con apilamiento decabalgaduras en la Sierra de Guadalupe de las Corrientes, en un estilo de deformación contrastante al que existe hacia el SW de la carta. Posterior al evento laramidico se desarrolló un evento distensivo con componente lateral izquierda, que causó zonas de cizallamiento que sirvieron para la inyección de intrusiones multifasicas de granitoides hipoabisales y domos, así como la extrusion de rocas volcánicas félsicas.

Los yacimientos minerales presentes en la carta se pueden agrupar en seis regiones: Fresnillo, San Martin-Sabinas, Chalchihuites, Plateros, Cerro Sacrificios y Jiménez del Teul.
Geneticamente se asocian a cuerpos intrusivos de composición cida a intermedia, generando una aureola de metamorfismo en los sedimentos calcareo-arcilloso del Cretacico, dando origen
a yacimientos polimetalicos en forma de mantos, chimeneas, vetas, diseminados y skarn. Otras localidades con mineralizacion de vetas epitermales son: Sombrerete, Sain Alto, Río Grande,Francisco R. Murguia, Guadalupe de las Corrientes y Fresnillo-Plateros, así como cuerpos irregulares de reemplazamiento por jaspes y manganeso en Villa de Cos, sin evidencias superficiales de intrusivos.

El distrito de Fresnillo, con mas de 400 años de producción de plata ha explotado mas de 30 millones de toneladas y la mineralizacion esta

en forma de vetas, chimeneas, mantos y diseminados con Pb, Zn, Cu, escasa Ag, emplazados en los sedimentos arenoso-peliticos del Grupo Proaño, explotados hasta 1.100 m. de profundidad (rea La Fortuna-Cueva Santa), la dirección de las estructuras es NW-SE, con espesores de 1.5 m. En el rea de San Luis hay un sistema paralelo de vetas ricas en plata, bajos valores de Pb, Zn y Cu, con orientación de NE 80§ SW, y espesores de 1 a 1.5 m.a., encajonados en las andesitas de la Formación Chilitos y el Grupo Proaño. Existe una zonificación lateral de la mineralizacion respecto al intrusivo (Rubalcava y Thompson, 1981); la edad de la mineralizacion es de 29.1 +/- 0.6 m.a. (Lang et. al., 1978).

En el distrito de San Martin-Sabinas los cuerpos mineralizados ocurren en forma de vetas,mantos, chimeneas, diseminados con reemplazamiento de sulfuros de Cu, Pb, Zn, Ag y Au, emplazados dentro de la aureola de skarn generados por un intrusivo granítico afectando a las rocas calcáreas del Cretacico.

En la Región de Chalchihuites existen importantes depósitos minerales asociados a la zona de skarn del tronco granítico que intrusiona a calizas del Cretacico, con mineralizacion polimetalica en mantos, vetas y chimeneas. IMMSA en el rea de Cronos-Guantes cubicó 12 millones de toneladas con valores económicos de Pb, Zn, Cu y Ag. En el Distrito de la Colorada al SE de la Sierra Prieta ocurren vetas epitermales, con sulfuros de Pb, Zn, Cu, y Ag, chimeneas polimetalicas y brechas explosivas con sulfuros emplazado en rocas calcareas-arcillosas del Cretacico y traquitas del Terciario.

En Sombrerete, Zac., existe un sistema de vetas epitermales con sulfuros de Ag, Pb y Zn, de dirección NW-SE, desarrollados hasta 600 m de profundidad; la mineralizacion esta emplazada en los sedimentos calcareo-arcillosos del Cretacico. La zona mineralizada de Jiménez de Teul, al SE de la Carta, tiene dos sistemas de vetas epitermales con Ag, Pb y Zn, emplazadas encalizas del Cretacico, además existen vetillas de óxidos de estaño emplazadas en las rocas volcánicas Terciarias.

El área de Cerro de Sacrificios, Dgo. al noroeste de la carta, se encuentra un yacimiento de skarn con sulfuros de Cu y Au asociado a rocas graníticas y calizas del Cretacico. Al sur de Río Grande (Cazaderos) aflora un sistema de vetas NW-SE y NE-SW, con mineralizacion de Au y Ag emplazadas en el flyschoide Cretacico superior.

En la zona mineralizada de Santa Rita al SW de Francisco R. Murguia se explotaron minerales de plata, plomo, zinc con Sb en vetas epitermales orientadas NE-SW dentro de la secuencia calcareo-arcillosa del Cretacico superior.

La Sierra de Guadalupe de las Corrientes cuenta con gran potencial minero en minerales de mercurio, antimonio y ónix de calidad de explotación, en una franja orientada NW-SE, de varios Km. de longitud emplazadas en calizas del Cretacico inferior.

En la región de Villa de Cos existe una franja regional con Ag asociados con minerales de Mn, con manifestaciones de Sb, orientados E-W, alojados en zonas de cizalla posiblemente asociados a un intrusivo sepultado.

Depósitos de fosforita asociados con uranio se encuentran al NE de Cañitas, Felipe Pescador y NE de Felipe Carrillo Puerto. Ocurren en vetillas irregulares en el contacto entre pórfidos rioliticos y sedimentos areno-arcillosos del Cretacico superior.

Depósitos de fluorita se emplazan en vetas lentiformes orientadas NE-SW, localizadas en Estación Frío en Sombrerete. La región mineralizada de Sn se encuentra en la sierra de Valparaiso, Fresnillo y Chapultepec.

En el área de El Astillero-Escritorio al SE de Sierra Prieta existen depósitos de Hg con presencia de Au en zonas sinter.
En la zona del Bañon se explotan bancos de caliza para elaborar cal hidratada. Al poniente de esta rea existe un banco de mármol sin explotar. En Santa María se extraen sales de Na y K de lagunas de agua salada.

Como infraestructura minera existen 9 plantas de beneficio, 7 por flotación con capacidad de 80 a 6800 ton/día, localizadas en Chalchihuites, Sombrerete y Fresnillo. Las procesadoras de minerales no metálicos son una de calcinación en el Cerro Las Pintas en la zona de Bañon y una de trituración de 25 ton/día en Francisco R. Murguia.

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

En la presente carta se realizó una interpretación cualitativa de carácter regional en donde se indican los rasgos magnéticos principales, estos resultados están a discusión y se proporcionan como una base para análisis más profundos, de acuerdo con el objetivo y el uso de la información.

Para obtener una información con más detalle en áreas específicas de interés que hayan sido seleccionadas de esta carta; se requiere llevar a cabo una interpretación cuantitativa, realizando cálculos y modelados que proporcionen datos de profundidad a la cima de los cuerpos magnéticos y espesores de las unidades más importantes, trabajando a escalas 1:50 000 ó 1:20 000, seleccionando sucesivamente áreas más reducidas en las cuales habrá que realizar trabajos de campo geológicos, geoquímicos y geofísicos a detalle.

En la carta Fresnillo F13-3 se identificaron cinco unidades magnéticas indicadas con las letras: A1, A2, B1, B2 , C1 y C; diferenciadas de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar (figura No.2).

Para la identificación y discriminación entre la respuesta magnetométrica de las rocas volcánicas e ígneas intrusivas; se realizó la verificación en campo de las localidades en donde se interpretó la presencia de rocas intrusivas y las localidades que presentaban ambigüedad en la interpretación de gabinete. Del análisis de los datos aeromagnéticos y su verificación de campo, se explican los siguientes rasgos geológicos interpretados.

Las unidades magnéticas identificadas como A1 y A2 se atribuyen a rocas intrusivas de composición félsica a intermedia e intermedia a máfica respectivamente.

Dada la ambigüedad que se obtuvo en la identificación litológica de las unidades A1 y A2 que pueden confundirse con las unidades B1 y B2, fue necesario realizar algunas verificaciones de campo para corroborar rasgos litológicos o evidencias estructurales que indiquen la presencia de cuerpos intrusivos ocultos o aflorando parcialmente.

La unidad magnética A1 se caracteriza por su respuesta en forma de monopolos y dipolos magnéticos, su intensidad varía de -20 a +50 nT. Esta unidad se presenta en las porciones norponiente y centro-sur de la carta.

En la porción norponiente, se detectan dos cuerpos magnéticos A1, los cuales se encuentran emplazados dentro del lineamiento magnético con rumbo NW-SE.

Dos pequeñas unidades magnéticas A1 son correlacionables con afloramientos de rocas intrusivas, en los distritos mineros de San Martín y Sombrerete, Zac., también en la porción norponiente de la carta.

Hacia la porción centroponiente, se presenta un pequeño monopolo magnético alargado en

dirección E-W, que se correlaciona con rocas subvolcánicas, no existen evidencias superficiales de mineralizacion.
Hacia la porción centro-sur, se detectan dos unidades A1, cubierta por sedimentos clásticos recientes. Se interpreta la presencia de un pequeño stock intrusivo de composición félsica.

La unidad magnética A2 está representada por dipolos y monopolos bien definidos, con intensidades magnéticas que varían de -160 a +330 nT. Se detectaron 5 unidades A2 localizadas en las porciones poniente, sur y oriente de la carta.

En el extremo poniente se detectan dos unidades magnéticas A2, la primera está constituida por una amplia respuesta magnética de forma dipolar, el distrito minero de Chalchihuites, Zac. se ubica en la porción norte; la anomalía se extiende hacia el suroriente con una longitud de 20 Km y 8 Km de ancho promedio. Se correlaciona con afloramientos de intrusivo y se extiende en el subsuelo cubierto por rocas sedimentarias mesozoicas. Es de interés la exploración en superficie del contacto marginal del cuerpo magnético interpretado. La mina aurífera La Colorada también se ubica en el borde de esta anomalía.
Otra anomalía A2 se ubica al suroriente de la anterior descrita, está representada por un dipolo magnético, con orientación E-W. Se encuentra cubierta por rocas volcánicas riolíticas y andesíticas; se atribuye a un cuerpo intrusivo sepultado, por lo que es conveniente la exploración de las evidencias superficiales de los efectos de este cuerpo magnético interpretado.

Al suroriente de Fresnillo se detectaron dos anomalías de pequeñas dimensiones, interpretadas como A2 y asociadas a los lineamientos magnéticos de rumbo NE-SW y muy próximas al distrito minero de Fresnillo, Zac. Esta zona se encuentra cubierta por sedimentos elásticos y rocas volcánicas riolíticas.

Otra anomalía A2 de regulares dimensiones, se ubica en la porción oriental de la carta. Se interpreta como la respuesta de un intrusivo máfico, cubierto por aluvión.
Para apoyar la interpretación de las unidades A1, y A2 como intrusivos magnéticos, a los datos magnetométricos se les realizó una continuación de campo a 2000 m sobre el nivel del terreno, con esto se eliminó la respuesta magnética de las capas superficiales de rocas volcánicas, dando por resultado en algunos casos la integración de las anomalías magnéticas a profundidad; correlacionándose con los intrusivos interpretados en el mapa original, lo que confirma la interpretación (Figura No. 3).

La continuación de campo magnético a 2000 m, permite definir a profundidad dos grandes dominios magnéticos, uno situado en la mitad poniente de la carta y el otro en la mitad oriente.

El basamento magnético correspondiente a la porción occidental está constituido por dos trenes magnéticos con rumbo NW-SE con longitudes hasta de 120 Km, que se ubican en el límite de la Provincia de la Sierra Madre Occidental y la Cuenca Mesozoica del Centro de México.

Por otro lado el basamento magnético de la porción oriental es más profundo y sólo se manifiesta como una baja respuesta magnética atribuible al gran espesor de sedimentos no magnéticos de la Cuenca Mesozoica del Centro de México.

En el extremo norponiente de la carta, se interpreta a profundidad un extenso monopolo magnético delimitado por dos lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, el monopolo tiene unos 85 Km de longitud y 20 Km de ancho promedio. Su respuesta magnética indica bloques emplazados a diferente profundidad; en superficie está mayormente cubierto por sedimentos clásticos recientes, lo que sugiere que este gran monopolo magnético es atribuible a un cuerpo intrusivo que se encuentra

emplazado a lo largo de una falla regional de rumbo NW-SE y de origen profundo.

En el margen oriente del distrito minero de Fresnillo, Zac., se detecta un monopolo magnético sepultado por rocas sedimentarias mesozoicas, sedimentos clásticos recientes y rocas volcánicas terciarias. Es de interés para la exploración en proyección a la superficie del contacto marginal de este dipolo magnético interpretado.

En el extremo occidental se detecta a profundidad un dipolo magnético de alta intensidad, delimitado por dos lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, cubre una superficie de unos 200 Km2 y se correlaciona en superficie con rocas intrusivas emplazadas dentro un grueso paquete de rocas sedimentarias mesozoicas, este intenso dipolo magnético está asociado con la región polimetálica de Chalchihuites, Zac. Esta zona anómala es de interés para la exploración en superficie del contacto marginal interpretado.

Al suroriente del distrito minero La Colorada en el extremo surponiente de la carta, se detecta otro dipolo magnético, atribuible a un cuerpo intrusivo emplazado a profundidad y cubierto principalmente por rocas volcánicas terciarias. Esta zona también resulta prospectiva para realizar estudios en la superficie anómala.

En el extremo oriental de la carta, al nororiente del poblado de Villa de Cos, Zac., se detecta a profundidad un dipolo magnético cubierto predominantemente por sedimentos clásticos recientes y relacionado en sus extremos norte y sur con afloramientos de rocas volcanosedimentarias de edad cretácica y evidencias de mineralización de manganeso y mercurio. Se requieren estudios adicionales para definir la naturaleza de esta anomalía, así como una exploración minera en la superficie anómala y alrededores.

Las unidades magnéticas B1 y B2, se atribuyen a rocas volcánicas de composición félsica a intermedia e intermedia a máfica respectivamente, estas unidades B1 y B2 se encuentran distribuidas en toda la superficie de la carta y principalmente en la porción occidental. La unidad magnética B1 está representada por altos, bajos y tendencias magnéticas irregulares con intensidades que varían entre -100 y +50 nT.

La unidad magnética B1 se localiza en las porciones norponiente centro y suroriente de la carta. Se correlaciona con afloramientos de rocas volcánicas félsicas terciarias y rocas volcanosedimentarias mesozoicas (Formación Chilitos).

La unidad B1 tiene su mayor extensión en la porción occidental de la carta, se correlaciona con rocas volcánicas félsicas terciarias y se encuentra cubierta parcialmente por sedimentos clásticos recientes, la respuesta magnética también se atribuye a la presencia de rocas volcánicas de composición intermedia a máfica que se encuentran en alternancia o subyaciendo al paquete de rocas volcánicas félsicas pertenecientes a la Provincia de la Sierra Madre Occidental.

Hacia el extremo suroriental la unidad B1 también tiene una importante extensión, se atribuye a la respuesta magnética de las rocas andesíticas basálticas y basaltos de la Formación Chilitos de origen volcanosedimentario, los cuales se encuentran en su mayor parte ocultos por sedimentos recientes.

En la porción central y centro sur, se presentan varias unidades magnéticas B1 aisladas que se encuentran cubiertas parcialmente por sedimentos clásticos recientes y se correlacionan con rocas volcánicas de composición félsica y máfica.

La unidad magnética B2 se caracteriza por un agrupamiento de anomalías dipolares y

monopolares de alta intensidad que alcanzan grandes dimensiones y tienen una distribución caótica, con intensidades magnéticas que varían de -350 a +170 nT.

Las unidades magnéticas B2 se presentan distribuidas en toda la carta, predominando por su extensión en las porciones noroccidental y suroccidental, se correlacionan con rocas volcánicas máficas y basaltos interestratificados con rocas volcánicas félsicas en ocasiones están cubiertas parcialmente por sedimentos clásticos recientes.

Hacia las porciones surponiente y sur la unidad B2 también se presenta ampliamente distribuida. Se atribuye a la respuesta magnética de un mayor volumen de rocas volcánicas y/o subvolcánicas máficas. La unidad B2 que se localiza en la porción norponiente se encuentra cubierta parcialmente por sedimentos clásticos recientes y se correlaciona con afloramientos de rocas volcánicas félsicas.

La presencia de abundantes aparatos volcánicos, en las porciones norponiente y sur, sugiere la posibilidad que la respuesta magnética esté asociada a rocas subvolcánicas máficas que constituyen la fuente de un gran volumen de las rocas volcánicas terciarias en estas porciones.

En las porciones central y oriental, las respuestas magnéticas de la unidad B2 son de dimensiones reducidas,se atribuyen a rocas basálticas de poco espesor que constituyen pequeños aparatos volcánicos, los cuales pueden estar relacionados con sistemas de fracturamiento de rumbo NW-SE y NE-SW.

La unidad magnética C se caracteriza por un dominio magnético que presenta anomalías de bajo gradiente y gran extensión, las intensidades magnéticas varían de -20 a +20 nT. Esta unidad tiene una amplia distribución, predominando su presencia en la mitad oriental de la carta, define el límite entre la Cuenca Mesozoica del Centro de México y la Provincia de la Sierra Madre Occidental.

La unidad C se correlaciona con la potente secuencia de sedimentos de la Cuenca Mesozoica del Centro de México; también se correlaciona con potentes espesores de sedimentos detritícos que rellenan las depresiones Plio-cuaternarias, producto de la tectónica distensiva de sierras y valles, incluyendo rocas volcánicas terciarias poco magnéticas.

Se interpretaron dos sistemas de lineamientos magnéticos principales con rumbos NW-SE y NE-SW, se atribuyen a fallas de origen profundo que no siempre tienen manifestación superficial.

Los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, se localizan principalmente en las porciones centro y poniente de la carta, tienen extensiones que varían entre 30 y 90 Km y 60 Km de ancho. Estos lineamientos se orientan paralelamente a la Provincia de la Sierra Madre Occidental y se sugiere controlan el volcanismo de la región.

Este sistema de fallamiento parece estar relacionado con los intrusivos de la región de Chalchihuites por la orientación de estos cuerpos magnéticos y a nivel regional corresponde a rumbo con la provincia metalogenética polimetálica del centro de México.

Los lineamientos magnéticos de rumbo NE-SW, se presentan ampliamente distribuidos en la porción centro-sur de la carta, interceptan y desplazan a los lineamientos magnéticos NW-SE. Se definen cinco lineamientos magnéticos NE-SW que se interpretaron como una serie de magnético a 2000 m sobre el nivel del terreno, se definen las siguientes zonas prospectivas:
pilares y fosas tectónicas que alcanzan longitudes hasta de 40 Km.

En base a la continuación de campo magnético a 2000 m sobre el nivel del terreno, se

interpretaron a profundidad lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW.

Los lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE se detectan a profundidad en longitudes del orden de 120 Km, están ampliamente distribuidos en la mitad occidental de la carta y se interpretan como los conductos por donde se emplazaron grandes cuerpos magnéticos intrusivos asociados con las principales regiones mineras conocidas a la fecha.

Estos lineamientos magnéticos NW-SE, conforman dos extensos trenes magnéticos que resultan de gran interés para la exploración regional ya que dentro de ellos se definen nuevas zonas prospectivas cubiertas por rocas volcánicas, sedimentarias y sedimentos clásticos recientes.

Los lineamientos magnéticos NE-SW, que se localizan en la porción sur se detectan en longitudes que varían de 20 a 40 Km y se interceptan a profundidad con los lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE. Los lineamientos NE-SW localizados al norponiente de la ciudad de Fresnillo, Zac., se interpretan como los límites de una fosa tectónica con dimensiones de 40 Km de longitud y 15 Km de ancho.

Las principales zonas prospectivas por mineralización polimetálica definidas a partir de la presente interpretación regional, se asocian con las unidades magnéticas A1 y A2 ubicadas dentro de un tren magnético con orientación NW-SE, localizado en la porción occidental de la carta.

Los cuerpos intrusivos magnéticos interpretados, sepultados total o parcialmente, se asocian con los distritos mineros de Chalchihuites, San Martín, Mineral de Sabinas, Sombrerete y La Colorada, en el estado de Zacatecas.

Además en base a la interpretación del mapa de continuación de campo En la porción occidental de la carta, en el extremo norponiente de un tren magnético delimitado por dos lineamientos magnéticos NW-SE se ubica un extenso monopolo magnético alargado en la misma dirección y con 85 Km de longitud. Hacia el surponiente de este gran monopolo se localizan las regiones mineras de San Martín y Sombrerete, Zac., es de interés la exploración del contacto marginal nororiente y en general toda la periferia de este contacto marginal de un probable cuerpo intrusivo magnético sepultado y emplazado dentro de un gran fallamiento regional de origen profundo que delimita la Cuenca Mesozoica del Centro de México y la Provincia de la Sierra Madre Occidental.

En el extremo sur del tren magnético NW-SE, al oriente del distrito minero de Fresnillo, Zac. se detecta a profundidad un monopolo magnético sepultado por sedimentos clásticos recientes.

En la porción surponiente de la carta, se detectan a profundidad dos amplios dipolos magnéticos asociados a las regiones mineras de Chalchihuites, Zac. y la Colorada, están delimitados por dos lineamientos magnéticos NW-SE.

Al norte del poblado de Villa de Cos, Zac. se detecta a profundidad un dipolo magnético cubierto mayormente por sedimentos clásticos recientes, se correlaciona al norte y al sur con afloramientos de rocas volcanosedimentarias del Cretácico Inferior (Formación Chilitos) y mineralización asociada de manganeso y mercurio, se sugiere la posibilidad que este intrusivo magnético interpretado removilizó el manganeso de las rocas sedimentarias triásicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albinson, F.T.,1988. Geologic reconstruction of paleosurfaces in the Sombrerete, Colorada and Fresnillo districts, Zacatecas state, Mexico. Economic Geology Vol. 83. P. 1647-1667.

Anderson, T.H., and Silver, L.T. 1979. The role of the Mojave-Sonora Megashear in the Tectonic Evolution of Northern Sonora. Guidebook No. 27 Geol. Soc. Am. Annual Meeting. P. 59-68.

Aranda, G.J.J., Aranda, G.J.M. y Nieto, S.A.F., 1989. Consideraciones acerca de la evoluciòn tectónica durante el Cenozoico de la Sierra de Guanajuato y la parte meridional de la Mesa Central. UNAM. Inst. de Geología Revista, Vol. 8 Núm. 1 P. 33-46.

Aranda, G.J.J., Luhr, J.F. y Pier, J.G. 1993.Geología de los volcanes cuaternarios portadores de xenolitos del manto y de la base de la corteza en el estado de San Luis Potosí, México. UNAM. Inst. de Geología. Boletín 106. Parte 1. P. 1-22.

Araujo, M.J. y Arenas, P.R., 1986. Estudio tectónico-sedimentario en el Mar Mexicano, estados de Chihuahua y Durango. Bol. Soc. Geol. Mexicana. Tomo 47. Vol. 2. P. 43-87.

Burckhardt, C., 1906. Sobre el descubrimiento del Trias marino en Zacatecas. Bol. Soc. Geol. Mex. V. 2. P. 43-45.

Briggs, I.C., 1974. Machine contouring using minimun curvature (spline). Geophysics. Vol. 39. No. 1. P. 34-42.

Cantú, Ch. C.M., 1974. Una nueva localidad del Cretácico Inferior en México. Rev. Inst. Mexicano del Petróleo. Vol. VI. No. 4. P. 51-55.

Carrillo, B.J., 1982. Exploración petrolera de la Cuenca Mesozoica del Centro de México. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petroleros. Vol. 34. No. 1. P. 21-46.

Clark, K.F., Foster, C.T., and Damon, P.E.; 1982. Cenozoic mineral deposits and subduction-related magmatic arcs in Mexico. Geol. Soc. of America. Bull. V. 93. P. 533-544.

Consejo de Recursos Minerales, 1991. Monografía geológico-minera del estado de Zacatecas. SEMIP. Publicación M-2e. 154p.

Consejo de Recursos Minerales, 1992. Monografía geológico-minera del estado de San Luis Potosí. SEMIP. Publicación M-7e. 218p.

Cuevas, P.E., 1980. Geología de la región San Martín-Sombrerete, estados de Durango y Zacatecas, México. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petr. Vol. 32. No. 2. P. 59-74.

Cuevas, P.E., 1982. Geología de la Hoja Estación La Colorada (Detenal, 1971, Esc. 1:50 000). México. Soc. Geol. Mexicana. 12p.

Cuevas, P.E., 1983. Evolución geológica mesozoica del Estado de Zacatecas, México. ZbI. Geol. Palaont. Teil I, 1983 (3/4) Stuttgart. P. 190-201.

Cumming, G.L., Kesler, S.E., and Krstic, D., 1979. Isotopic composition of lead in Mexican mineral deposits. Economic Geology. V. 74. P. 1395-1407.

Damon, P.E., Shafiqullah, M., and Clark, K.E., 1983. Geochronology of the porphyry cooper deposits and related mineralization of Mexico. Canadian Jour. Earth Sci. V. 20. P.1052-1071.

Dávila, A.V.M., 1983. Radiolarios del Cretácico Inferior de la Formaciòn Plateros, Distrito Minero de Fresnillo, Zacatecas. UNAM Instituto de Geología. Revista Vol. 5. No. 1. P. 119-120.

De Cserna, Z., 1976. Geology of the Fresnillo area, Zacatecas, Mexico. Geol. Soc. America Bull. V. 87. P. 1191-1199.

Escamilla, H.A., González, R.L., Alanís, J.L., Quintanar, N., Ramos, R., Zamudio, M.A.,

1986."Prospecto Felipe Pescador, Semidetalle Geológico". Inf. Geol. No. 655. Pemex (Inédito).

Grajales, N.M., Terrell, D.J., and Damon, P.E., 1992. Evidencias de la prolongación del Arco Magmático Cordillerano del Triásico Tardío-Jurásico en Chihuahua, Durango y Coahuila. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petroleros. Vol. 42. No. 2. P. 1-18.

Henry, C.D., and Aranda, G.J.J., 1992.The real southern Basin and Range: Mid-to late Cenozoic extension in Mexico. Geology. V. 20. P. 701-704.

IAGA. Division V. Working Group 8 (R.A. Langel, Chairman), 1992. International Geomagnetic Reference Field. Revision 1991. Geophysics. Vol. 57. P. 956-959.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1992.Carta Topográfica Fresnillo (F13-3), esc. 1:250 000. 4a. Impresión.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1979.Carta Geológica Fresnillo (F13-3), esc. 1:250 000. 1a. Impresión.

Lang, B., Steinitz, G., Sawkins, F.J., and Simmons, S.F., 1988. K/Ar age studies in the Fresnillo silver district, Zacatecas, Mexico. Economic Geology. V. 83. P. 1642-1646.

López-Infanzón, M., 1986. Estudio petrogenético de las rocas ígneas en las formaciones Huizachal y Nazas. Bol. Soc. Gol. Mexicana. Tomo 47. Vol. 2. P. 1-42.

Macdonald, A.J., Kreczmer, M.J., and Kesler, S.E., 1986. Vein, manto, and chimney mineralization at the Fresnillo silver-lead-zinc mine, Mexico. Can. J. Earth. Sci. Vol. 23. P. 1603-1614.

McDowell, F.W. and Keizer, R.P., 1977. Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlan, Mexico. Geol. Soc. of America. Bull. V.88. P. 1479-1487.

Monod, O., and Calvet, P.H., 1992. Structural and stratigraphic re-interpretation of the Triassic units near Zacatecas (Zac.), Central Mexico: Evidence of a Laramide nappe pile. Zbl. Geol. Palaont. Teil I, 1991 (6) Stuttgart. P. 1533-1544.

Ruiz, J., Patchett, P.J., and Ortega, G.F., 1988. Proterozoic and Phanerozoic basement terranes of Mexico from Nd isotopic studies. Geol. Soc. of America. Bull. V. 100. P .274-281.

Ruvalcaba, R.D.C., and Thompson, T.B., 1988. Ore deposits at the Fresnillo Mine, Zacatecas, Mexico. Economic Geology. Vol. 83. P. 1583-1596.

Sedlock, R.L., Ortega-Gutiérrez, F., and Speed, R.C., 1993. Tectonostratigraphic terranes and Tectonic evolution of Mexico. Geol. Soc. of America. Special Paper 278. 153 P.

Shannon, S.S., and Kramer, W.V., 1973. Geology of Sierra Santa Lucia and Sierra Papanton, Durango and Zacatecas, Mexico. Soc. Geol. Mexicana. Bol. 341 y 2. P. 33-41.

Silva, R.G., Arellano, G.J. y Mendoza, R.C.C., 1994.El Abanico submarino Triásico de la Mesa Central. XII Conv. Geol. Nacional. Soc. Geol. Mexicana Resúmenes. P. 171-172.

Tardy, M., and Maury, R., 1973.Sobre la presencia de elementos de origen volcánico en las areniscas de los flyschs de edad cretácica superior de los estados de Coahuila y Zacatecas. Soc. Geol. Mexicana. Bo. 34. 1 y 2. P. 5-12.

Torres, H.J.R. y Tristán, G.M., 1994.La estratigrafía de la parte oriental del Altiplano Mexicano; el registro sedimentario de una margen pasiva (divergente) durante el Jurásico Superior-Cretácico Inferior. XXII Conv. Geol.

Nacional. Soc. Geol. Mexicana. Resúmenes. P. 186.

Urrutia, F.J., and Campos, E.J.Q., 1993. Geomagnetic secular variation central Mexico since 1923 AD and comparision with 1945-1990. IGRF. Models, Journal Geomag. Geoelect.,45 P. 1-7.

Yta, M., Lapierre, H., Monod. O., and De Wever, P., 1991.Magmatic and structural characteristics of the lower Cretaceous arc-volcanosedimentary sequences of Saucito-Zacatecas-Fresnillo (Central Mexico). 12 Geowiss. Lateinamerika-Koll; Munich

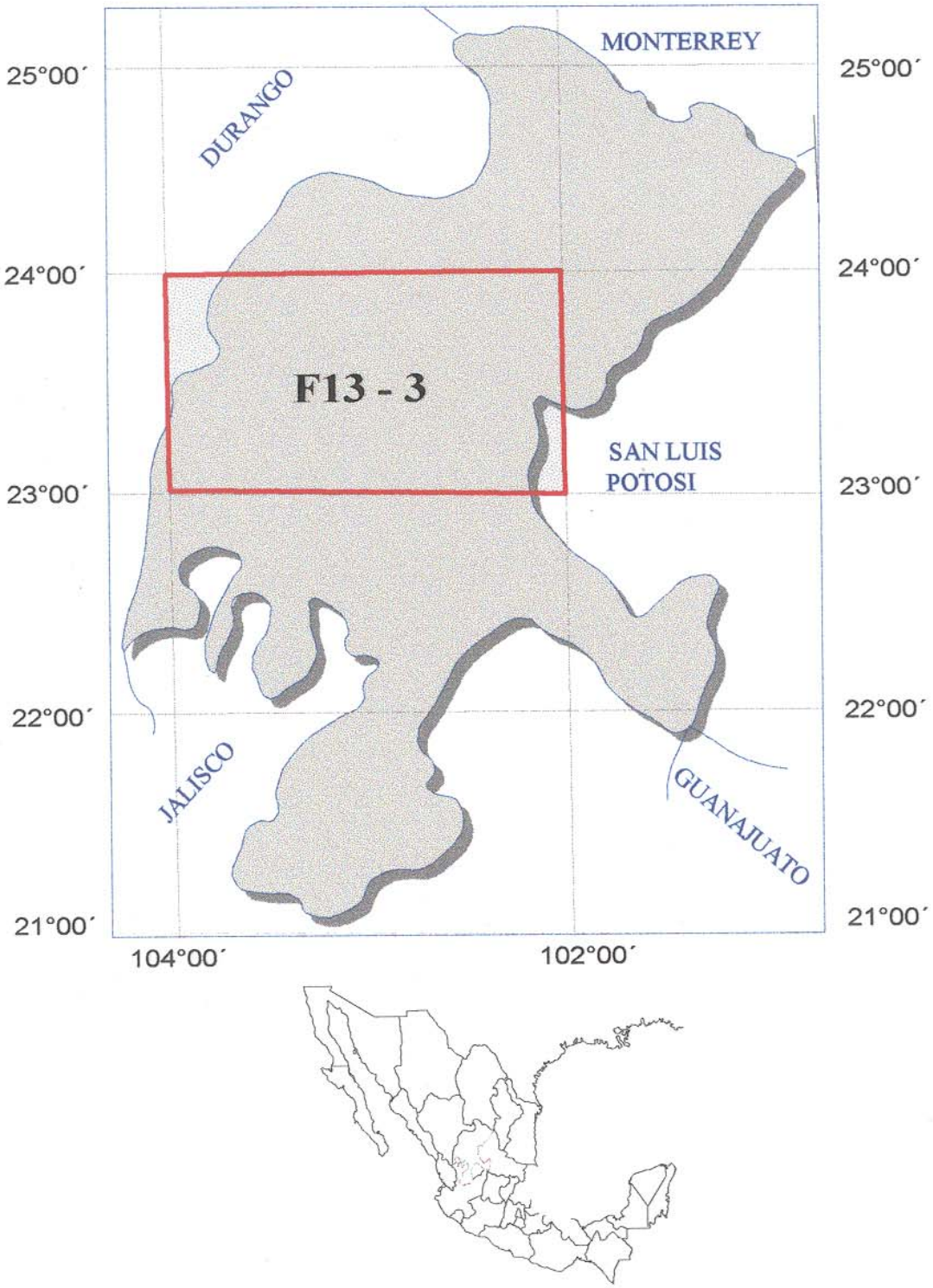
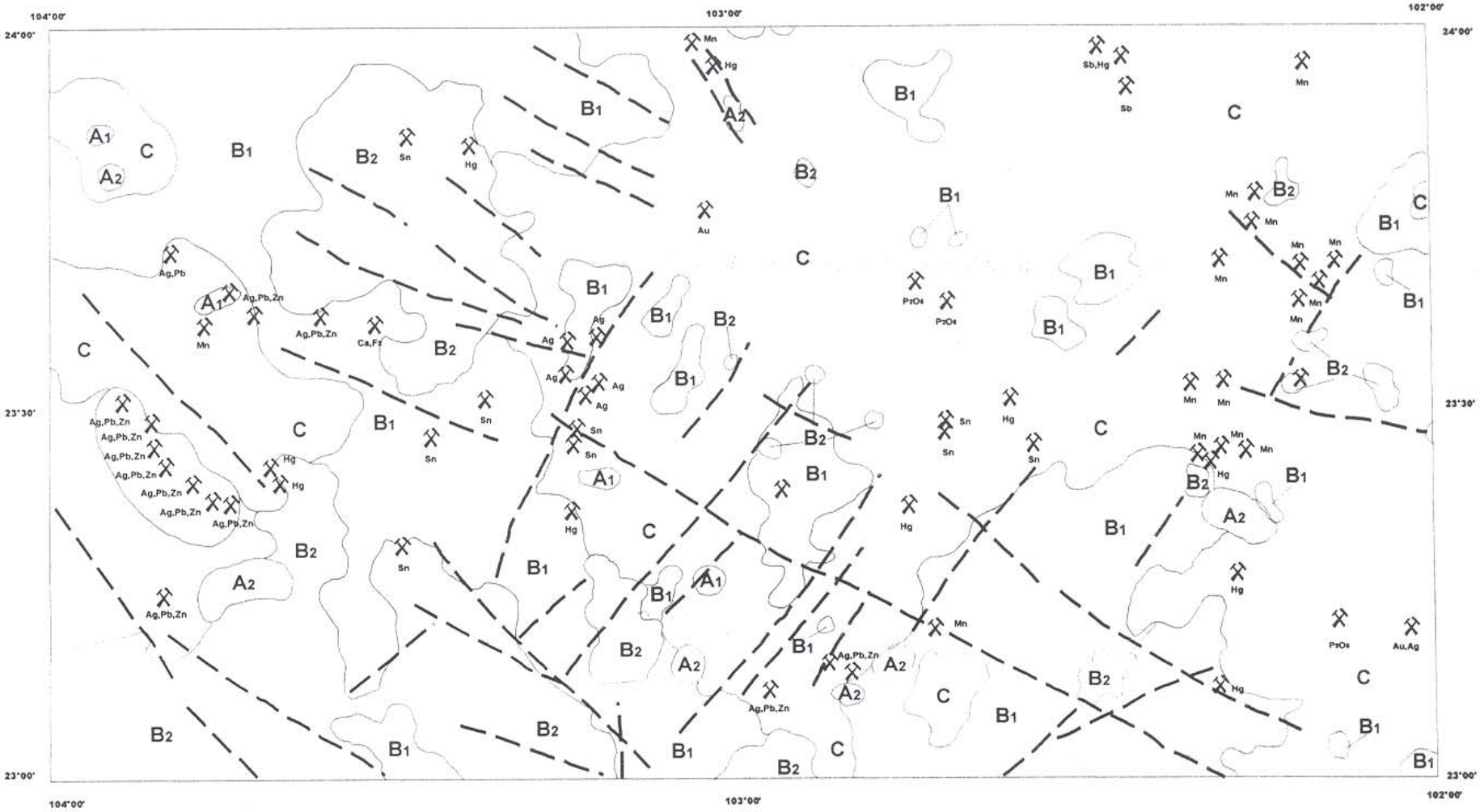


FIGURA 1.- MAPA DE LOCALIZACIÓN



INTERPRETACION A PARTIR DE DATOS MAGNETOMÉTRICOS

LÍMITE DE UNIDADES LITOMAGNÉTICAS — B2

LINEAMIENTO MAGNÉTICO ASOCIADO A FALLAS

LOCALIDAD MINERA

A 1.- CUERPOS INTRUSIVOS DE COMPOSICIÓN FÉLSICA
A 2.- CUERPOS INTRUSIVOS DE COMPOSICIÓN INTERMEDIA A MÁFICA
} ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

B 1.- ROCAS VOLCÁNICAS DE COMPOSICIÓN FÉLSICA
B 2.- ROCAS VOLCÁNICAS DE COMPOSICIÓN INTERMEDIA A MÁFICA
} ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS

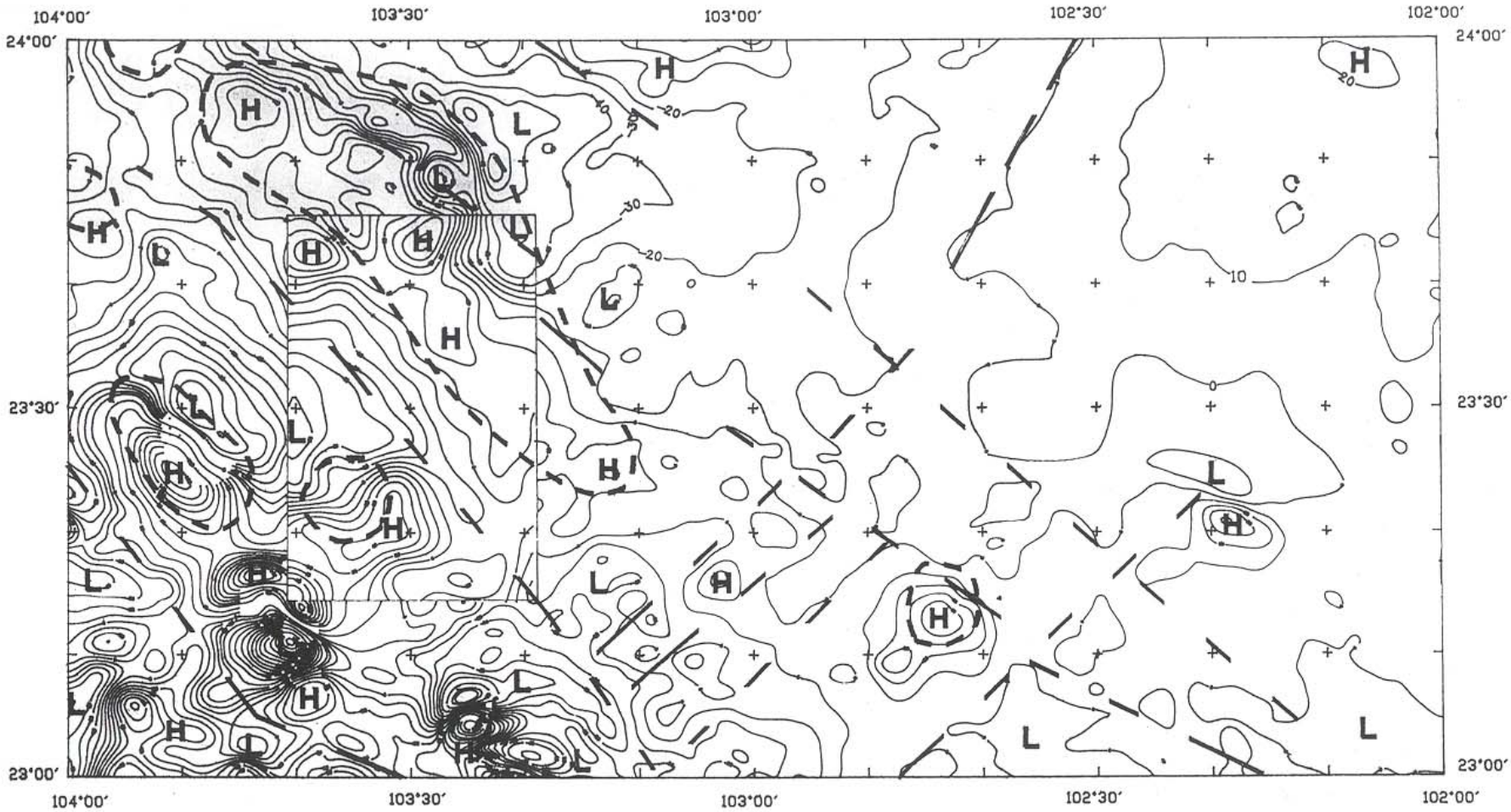
C ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCANOSEDIMENTARIAS, MESOZOICAS Y VOLCÁNICAS CENOZOICAS

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

CARTA MAGNÉTICA FRESNILLO F13 - 3

RASGOS MAGNÉTICOS PRINCIPALES

FIGURA 2



E X P L I C A C I O N

CURVAS DE CONTORNO A CADA 10nT..... 10 20

ALTO MAGNETICO ..... H

BAJO MAGNETICO L

ALTO DEL BASAMENTO .....

LINEAMIENTOS MAGNETICOS PROFUNDOS....

8 0 8 16 24

Kilómetros

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

CARTA MAGNETICA
HOJA FRESNILLO F13 - 3

CONTINUACION DEL CAMPO MAGNETICO
HACIA ARRIBA A 2000 m. SOBRE
EL NIVEL DEL TERRENO

FIGURA 3