CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

TEXTO GUÍA

CARTA MAGNÉTICA
"HOJA SIERRA LIBRE" H12-11

ESCALA 1:250 000

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

MÉXICO, 1995

SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
COORDINACION GENERAL DE MINERÍA

- Editada por el Consejo de Recursos Minerales Primera Edición 1995. © Derechos Reservados
- *ISBN 968-6710-20-5 (SERIE COMPLETA) ISBN 969-6710-48-5 (SIERRA LIBRE H12-11)*

INDICE

PRESENTACIÓN:

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II GENERALIDADES

II.1.- FUENTES DE INFORMACIÓN

II.2.- PARÁMETROS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LOS LEVANTAMIENTOS

II.3.- PROCESAMIENTO DE DATOS

II.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA CARTA

CAPÍTULO III SÍNTESIS GEOLÓGICA

CAPÍTULO IV DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

P R E S E N T A C I Ó N

Una de las funciones del Consejo de Recursos Minerales, es generar y difundir la información geológico-minera básica con el fin de apoyar el desarrollo minero nacional, para lo cual se ha realizado la integración de la información geofísica existente, al mismo tiempo que se continúa generando ésta información en zonas en donde no existe cubrimiento aerogeofísico.

Como parte de este inventario de información geológico-minera, en lo que respecta a las cartas básicas, se ha iniciado la integración de los levantamientos aeromagnéticos generados por este organismo, con la finalidad de que los exploradores de los recursos del subsuelo puedan disponer de esta información en una serie de cartas geofísicas escala 1:250 000 con formato cartográfico internacional, que se va publicando conforme al avance en los cubrimientos aerogeofísicos del territorio nacional.

La presente carta magnética "HOJA SIERRA LIBRE" H12-11, forma parte de una serie de publicaciones de este tipo, consiste en un mapa de intensidad magnética total corregido por Campo Geomagnético de Referencia Internacional (IGRF), acompañado con un texto explicativo de la misma.

La utilidad de este material es amplia al proporcionar en forma indirecta una información básica que a escala regional permite diferenciar unidades litológicas y rasgos estructurales sepultados; de manera que la aplicación de esta carta es diversa, como un método indirecto de investigación y podrá ser aprovechada por los exploradores e investigadores de los recursos del subsuelo.

DR. LUIS CHÁVEZ MARTÍNEZ
Director General del Consejo de Recursos Minerales

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El Consejo de Recursos Minerales elabora cartas geofísicas aeromagnéticas, las cuales pretenden cubrir las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional, basándose en la compilación de los trabajos que este mismo 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 por encontrarse estos ocultos, el explorador enfrenta la necesidad de auxiliarse con técnicas indirectas de exploración, como son: geofísica, geoquímica, imágenes de satélite y otras, las cuales representan valiosas herramientas que debe 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 internacional, forma parte de una serie de publicaciones de este tipo y aportará información básica que permita fundamentar futuras exploraciones.

La carta magnética Sierra Libre H12-11 contiene información en una superficie de 17,915 Km^2 y corresponde a un mapa de intensidad magnética total corregido por IGRF, obtenido a partir de los mapas de intensidad magnética total a escala 1:50 000 y de los levantamientos aeromagnéticos realizados durante los años 1983 y 1994.

En la interpretación cualitativa de la presente carta se pudieron enmarcar en el ámbito regional las expresiones magnéticas más obvias, como son: la distribución y configuración de las rocas intrusivas sepultadas, dominios magnéticos como respuesta de rocas volcánicas ácidas y básicas, grandes espesores de rocas sedimentarias y metamórficas, contactos litológicos ocultos y zonas de falla profundas. En mapas a escala 1:50 000 de zonas específicas se podrán interpretar rasgos más detallados.

Las zonas prospectivas propuestas están relacionadas a los dominios magnéticos A_1 y A_2 asociados a las unidades C_2 y B_2 y correlacionables en superficie a sedimentos paleozoicos y mesozoicos que pueden contener yacimientos de contacto, en vetas y diseminados.

En la porción sur de la carta, se interpreta una gran estructura magnética semicircular de 60 Km. de diámetro, está definida por una aureola de cuerpos magnéticos intrusivos, se sugiere la presencia de un complejo volcánico-plutónico de forma circular (caldera), como lo han propuesto varios autores.

También es de interés la definición a profundidad de una cuenca sedimentaria con rumbo E-W, se interpreta que los dominios magnéticos negativos detectados se relacionan al Grupo Barranca y la mineralización de carbón y grafito

CAPÍTULO II GENERALIDADES

II.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 1983 y 1994.

La información aerogeofísica obtenida en el año de 1983 se compiló en su tiempo mediante un proceso analógico para generar mapas aeromagnéticos de intensidad total a escala 1:50 000. La información obtenida en 1994, se procesó directamente de la grabación digital del equipo aerogeofísico.

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

II.2.- Parámetros y Equipos Utilizados en los Levantamientos

Para los objetivos mineros a los cuales nuestro Organismo está dedicado, durante 1983 se efectuaron los levantamientos aeromagnéticos siguiendo vuelos de contorno a una altura de 300 m sobre el terreno con líneas con rumbo N45^{0}E y separación de 1000 m. En el año de 1994 se realizó un vuelo complementario para cubrir el área faltante de la carta Sierra Libre, con líneas de rumbo N-S, separación de 1000 m y altura de vuelo de 450 m; el posicionamiento de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el sistema de navegación por satélite (GPS).

En el año 1983, el levantamiento se realizó en un avión Islander bimotor, utilizando un magnetómetro de protón marca Geometrics G-803 con sensibilidad de 0.25 nT (gammas); en el posicionamiento de las líneas de vuelo se empleó una cámara de cuadro fijo de 35 mm y la altura de vuelo se controló con un radioaltímetro Sperry. En el levantamiento más reciente se utilizó el mismo avión con un sensor magnético de vapor de Cesio marca Scintrex CS-2, con resolución de 0.001 nT.

II.3.- Procesamiento de Datos

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

a).- Digitalización

La integración de la información se realizó a partir de mapas aeromagnéticos de intensidad total a escala 1:50 000, siendo necesario digitalizar los vuelos realizados en 1983, siguiendo las trayectorias de vuelo para capturar las coordenadas UTM y el valor del campo magnético (z).

Para los vuelos realizados en el año de 1994, la información se tomó directamente de la grabación de datos magnetométricos del equipo aerogeofísico. La información se exportó a la estación de trabajo SUN SPARC 10 donde fue procesada e integrada con el vuelo del año1983.

b).- Formación de Archivos

La información quedó almacenada por líneas de vuelo, constituyendo la unidad básica del banco de datos magnetométricos. En ésta etapa, mediante desplegados gráficos del mapa se revisó que la digitalización fuera correcta.

c).- 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 de levantamiento y la altura de vuelo. Esta corrección se realizó utilizando el valor de IGRF90 (International Geomagnetic Reference Field) adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, División V, Working Group 8, 1992).

d).- Generación del Mapa

Con la finalidad de obtener el mapa a escala 1:250 000, los datos de la carta magnética Sierra Libre se integraron en un archivo de coordenadas X, Y, Z, y se utilizó el algoritmo de interpolación de mínima curvatura (Briggs, 1974) para la generación de curvas de contorno a 50 nanoteslas (nT). El equipo utilizado fue una Workstation SUN SPARC 10 con disco duro de 6.3 GB, 128 MB de RAM y velocidad de 51 MHZ.

e).- Graficación

El desplegado gráfico se realizó en un graficador Xerox modelo 8900. Este mapa preliminar se utilizó para la interpretación y revisión de los valores magnetométricos, previos a la edición e impresión final, ésta última se efectuó en un plotter de inyección de tinta.

II.4.- Características de la Carta

La carta magnética Sierra Libre H12-11 escala 1:250 000 con formato cartográfico INEGI contiene información que abarca una superficie de 17 915 Km ^{2}.

Los intervalos de color, al igual que 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 sepia claro se indica la interpetación cualitativa del carácter regional en donde se representan los límites de las unidades litomagnéticas con trazos punteados, los lineamientos magnéticos asociados a fallas con líneas interrumpidas y los lineamientos magnéticos asociados a estructuras con doble línea interrumpida.

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

CAPÍTULO III SÍNTESIS GEOLÓGICA

La carta magnética Sierra Libre H12-11 comprende la porción centro-sur del estado de Sonora.

Las unidades litológicas que afloran en la superficie de la carta están representadas por rocas paleozoicas eugeoclinales del Terreno Cortés (Campa y Coney, 1983) las cuales están cubiertas por: una secuencia clástica de edad Triásico-Jurásico, rocas sedimentarias del Cretácico Inferior, una secuencia volcanoclástica del CretácicoSuperior-Eoceno y rocas volcánicas del Oligoceno-Mioceno; todas afectadas por intrusivos del Cretácico Superior al Terciario Medio y cubiertas discordantemente por sedimentos clásticos continentales del Terciario Superior y Cuaternario.

En contraste con la porción norte del estado, dentro de esta carta no se han reconocido afloramientos de rocas precámbricas (Anderson y Silver, 1978), y en base a isótopos de Sr en rocas ígneas intrusivas, se infiere su ausencia en el subsuelo. (Damon, 1983).

Las rocas más antiguas que afloran dentro de la superficie de la carta son rocas carbonatadas y sedimentos clásticos con lentes de pedernal de edad paleozoica. Estas rocas se presentan en dos facies bien definidas, una facies calcárea de plataforma (miogeoclinal) y otra facies sílico-clástica de cuenca (eugeoclinal). Los principales afloramientos de estas rocas se presentan en la parte norte y nororiente de la carta.

En la porción nororiental de la carta, región de Cobachi, estas rocas son de edad Ordovícico-Misisípico y están cubiertas discordantemente por rocas del Triásico (King, 1939).

Cubriendo discordantemente a las rocas eugeoclinales paleozoicas se depositó una potente secuencia de areniscas rojas y conglomerados con intercalaciones de lutitas y Carbón de edad Triásico-Jurásico las cuales presentan diversos grados de metamorfismo térmico dando origen a grafito amorfo. Esta secuencia fue nombrada Formación Barranca (King, 1939) pero más tarde fue elevada al rango de Grupo y dividida en tres Formaciones: Arrayanes y Santa Clara, con fósiles de edad Cárnica; y Coyotes (Alencaster, 1961).

Las rocas de este Grupo Barranca afloran principalmente en la región de San Marcial al nororiente de la carta, formando una franja de dirección E-W cuyo límite norte es una línea imaginaria que va de Isla Tiburón a Mazatán. En la sierra Santa Ursula existen afloramientos aislados de este grupo y están cubiertos discordantemente por rocas volcánicas terciarias (Mora, 1993).

En la región de Bahía Kino se reportan areniscas y lutitas carbonosas con amonitas de probable edad Jurásico Inferior (King, 1939).

Las rocas del Cretácico Inferior tienen muy poca distribución superficial y prácticamente han sido

eliminadas por erosión debido a un levantamiento regional. En el extremo suroriental de la carta afloran rocas volcánicas andesíticas y riolíticas interestratificadas con sedimentos de edad Cretácico Superior-Paleoceno, estas rocas forman sierras alargadas en dirección NW-SE y están afectadas por intrusivos laramídicos (Rangin, 1978).

El Cenozoico está representado por rocas volcánicas y sedimentos clásticos continentales, las cuales cubre la mayor parte de la superficie de la carta.

El Oligoceno está representado por riolitas e ignimbritas que afloran en localidades aisladas como remanentes de erosión en el extremo oriental de la carta. Estas rocas forman parte de la Provincia de la Sierra Madre Occidental.

A fines del Oligoceno Tardío ocurre una intensa actividad volcánica bimodal en la región, depositandose grandes volúmenes de material volcánico constituido por derrames, tobas y aglomerados andesíticos a riolíticos con intercalaciones de basaltos y piroclastos que alcanzan su máximo espesor en la parte central de la carta y conforman la Sierra Libre, Sierra Santa Ursula, Sierra Bacatete y Sierra San Antonio.

Esta actividad ha sido datada en la Sierra de Santa Ursula, de 23.5 a 8.5 m.a. donde concluye con un período de emisión de basaltos toleíticos a través de fisuras formando mesetas (Maytorena, Trincheras) que alcanzan hasta 100 m de espesor (Mora, 1993). Los derrames basálticos fisurales están relacionados a la apertura del Golfo de California.

El fallamiento de Sierras y Valles da origen a fosas tectónicas y al depósito de sedimentos clásticos lacustres (Formación Baucarit) junto con grandes cantidades de material volcánico (Valle de Guaymas y porción oriental de la carta).

El Cuaternario está representado por depósitos y abanicos aluviales que rellenan las depresiones intermontanas y rodean las principales sierras alcanzando su mayor distribución en el Valle de Guaymas y porción norponiente de la carta, donde también se tienen depósitos eólicos cercanos a la línea de costa.

Las rocas ígneas intrusivas que afloran dentro de la carta, se presentan como plutones aislados cubiertos por rocas volcánicas terciarias y depósitos clásticos del Terciario-Cuaternario, los que aparentemente forman cuerpos de dimensiones batolíticas a profundidad. Estos intrusivos afectan a las rocas paleozoicas y mesozoicas y comprenden edades radiométricas de 83 m.a. (porción surponiente de la carta) a 62.9 m.a. en la región de Cobachi. Su composición varía de granodiorita-granito a cuarzomonzonítica y forman parte del batolito laramídico de Sonora (Damon, 1983).

En el flanco oriental de la Sierra de Santa Ursula aflora un conjunto de diques de rumbo NNE-SSW que alcanzan hasta 30 Km. de longitud y afectan a rocas volcánicas del Mioceno. Su composición es similar al de un granitoide (Mora, 1993), por lo que se considera a éste de origen subvolcánico asociado a un complejo volcánico-plutónico (Cocheme, 1985), este cuerpo subvolcánico se extiende hasta Guaymas (al sur de la carta). Radelli (1986) interpreta que los diques anulares de este granitoide corresponden a la expresión de una caldera gigante.

La evolución tectónica de la región se inicia con la acreción de los depósitos eugeoclinales del Terreno Cortés del sur contra las gruesas secuencias de carbonatos miogeoclinales con basamento Precámbrico del Terreno Caborca del norte; durante el Pérmico Tardío al Triásico Medio (González, 1993) dando origen a eventos de deformación y notables discordancias cuyas implicaciones aún no están bien definidas.

La región de Cobachi constituye un fragmento aislado de afinidad oceánica cuyo origen es motivo de discusión. Bartolini(1992) postula que la secuencia eugeoclinal de Cobachi es un terreno tectonoestratigráfico diferente al Terreno Cortés formado por dos alóctonos eugeoclinales yuxtapuestos acrecionados al Terreno Caborca durante el Paleozoico Tardío.

Las rocas clásticas del Grupo Barranca del Triásico-Jurásico fueron emplazadas a lo largo de la zona de sutura restringiendo la edad de la acreción a ésta misma época (Roldán, et al., 1993). Esta secuencia representa una discordancia regional que marca la culminación del dominio compresivo Cordillerano Paleozoico del noroeste de México (Coney, 1980). En la región de San Marcial las rocas del Trásico-Jurásico están muy deformadas y afectadas por varias fallas normales.

La ausencia de rocas del Cretácico Inferior-Medio se debe a que durante esa época la región sufre una emersión dentro de una fase de deformación compresional (Rangin, 1978). Más tarde la Orogenia Laramide produce plegamiento de rumbo NW-SE en las rocas paleozoicas y mesozoicas.

En el Oligoceno Tardío se inicia el régimen extensional que produce las Sierras y Valles Paralelos con un intenso fallamiento de rumbo NNW el cual es más notable en las rocas volcánicas que son de carácter alcalino, típicas de rift intraplaca (Henry y Aranda, 1992).
En la carta existen depósitos de minerales metálicos y no metálicos. Los minerales metálicos se presentan en forma de vetas, stockwork,depósitos de contacto (skarn), diseminados y cuerpos estratiformes, éstas se restringen a la porción nororiental de la carta.

El principal distrito minero dentro de la carta es La Colorada, ubicado en la porción nororiental, donde se tienen vetas de oro, plata y metales base, skarns de tungsteno y diseminados en calizas paleozoicas y rocas clásticas del Grupo Barranca ambas, afectadas por un intrusivo granodiorítico de edad laramídica. En la mina La Colorada, se han detectado importantes reservas de mineral aurífero de baja ley que se explota a cielo abierto.

Existen vetas hidrotermales de oro y plata en los Tajos, El Vidolin y Año Nuevo emplazadas en rocas volcánicas del Terciario Inferior y skarns de Tungsteno en calizas paleozoicas en las minas La Carmelita, Leonora y el Camino, que se localizan en la porción centro-norte de la carta (C.R.M., 1992).

En la región de Cobachi al nororiente de la carta, existen cuerpos estratiformes de Barita masiva, conglomerados con nódulos de barita e intercalaciones de pedernal del Paleozoico Superior (C.R.M., 1992). Los cuerpos más importantes son los de Cobachi y El Refugio, este último fuera de la carta.

En la cuenca de San Marcial se tienen horizontes de carbón antracítico en las rocas sedimentarias del Grupo Barranca. Este paquete fue afectado por intrusivos laramídicos, dando origen a importantes yacimientos de grafito amorfo que son los más importantes del estado y se localizan en San José de Moradillas, en la porción nororiental de la carta. (Pérez, 1985). Las rocas de éste grupo también encajonan diversas vetas de metales base y preciosos.

Por el ambiente tectónico en el que se formaron las rocas del Grupo Barranca, a lo largo de una zona de sutura, se consideran un almacén de oro primario a partir del cual éste metal ha sido removilizado a causa de los eventos magmáticos hidrotermales de edad laramídica y del Terciario Medio, por lo que representan un blanco de exploración aurífera.

CAPÍTULO IV DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

La información contenida en la carta magnética Sierra Libre H12-11 escala 1:250 000, por la misma escala del mapa, tiene un alcance de carácter regional. A partir de estos datos aeromagnéticos es posible interpretar indirectamente rasgos geológicos del subsuelo, infiriendo sobre la base del contraste de magnetización de los materiales del subsuelo, la distribución y naturaleza de las rocas ocultas como intrusivos, rocas sedimentarias, rocas volcánicas ácidas y básicas, fallas profundas y controles estructurales favorables para la presencia de depósitos minerales.

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 uso de la información.

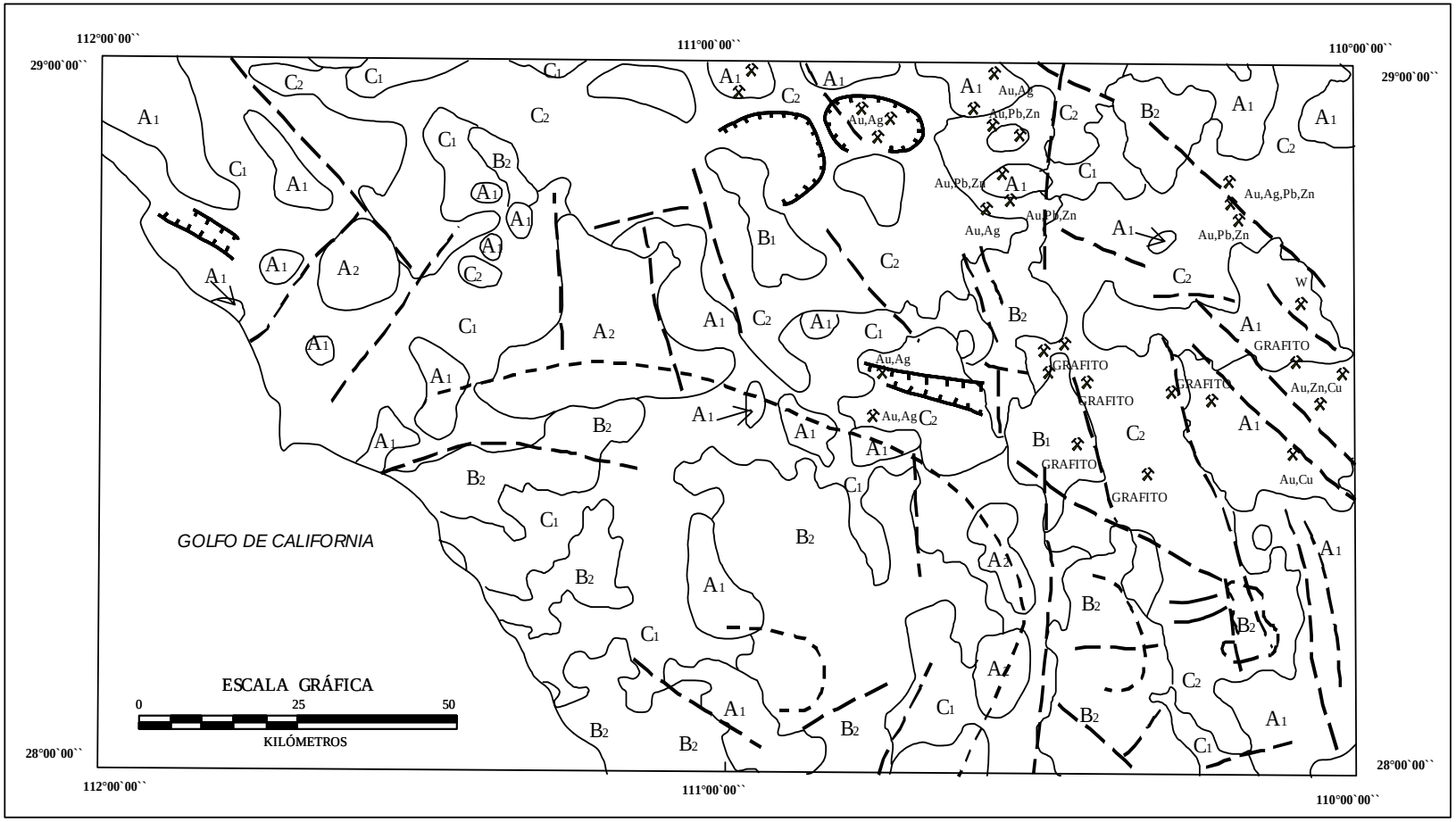
Para obtener una información con más detalle en áreas específicas de interés que hayan sido seleccionadas de ésta carta, se requiere llevar a cabo una interpretación más cuantitativa, realizando cálculos y modelado que proporcionen datos de profundidad de los cuerpos magnéticos; y espesores de las unidades litológicas que cubren a estos cuerpos magnéticos para este fin; se deberá trabajar 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 Sierra Libre H12-11 se identificaron 6 unidades magnéticas indicadas con las letras A_1, A_2, B_1, B_2, C_1 y C_2; diferenciadas de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar; la distribución y características geofísicas de éstas unidades se explican a continuación (Figura No. 1).

Una vez interpretados en gabinete los elementos tectónicos y litológicos de la carta, fue necesaria la verificación en campo, buscando rasgos característicos superficiales para reducir las ambigüedades de la interpretación.

Las unidades magnéticas identificadas como A_1 y A_2 se atribuyen a la respuesta de rocas intrusivas de composición ácida a intermedia e intermedia a básica respectivamente.

La unidad magnética A_1 se caracteriza por su respuesta en forma de monopolos y dipolos magnéticos, su intensidad varía de +50 a +150 nT. Esta unidad tiene una mayor distribución en las porciones poniente y sur de la superficie cubierta de la carta. En la porción poniente se reflejan tres unidades magnéticas A_1 de forma alargada cubiertas mayormente por sedimentos clásticos continentales terciarios y recientes.



INTERPRETACION DE CARARCTER REGIONAL

LÍMITE DE UNIDADES LITOMAGNÉTICAS — B2

LINEAMIENTO MAGNÉTICO ASOCIADO A FALLAS

LINEAMIENTO MAGNÉTICO ASOCIADO A DEPRECIONES

CURVOLINEAMIENTO ASOCIADO A ESTRUCTURAS CIRCULARES

A 1.- ÁCIDAS A INTERMEDIAS
A 2.- INTERMEDIAS A BÁSICAS
} ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

B 1.- ÁCIDAS A INTERMEDIA
B 2.- INTERMEDIAS A BÁSICAS
} ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS

C 1.- ROCAS VOLCANOSEDIMENTARIAS JURASICAS Y CRETACICAS LENTES DELGADOS DE BASALTOS INTERCALADOS CON DEPOSITOS TERCIARIOS CONTINENTALES

C 2.- ROCAS SEDIMENTARIAS Y METAMÓRFICAS EN GRANDES ESPESORES

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

HOJA SIERRA LIBRE H12 - 11

RASGOS MAGNETICOS PRINCIPALES

FIGURA.-1

La unidad magnética A_1 que se localiza en el extremo norponiente de la carta, se correlaciona con afloramientos de rocas granodioríticas cretácicas. Estas unidades A_1 se atribuyen a cuerpos intrusivos sepultados bajo una cubierta de sedimentos no magnéticos de poco espesor.

Seis pequeños cuerpos magnéticos A_1, ubicados en la porción norponiente-centro de la carta están sepultados por sedimentos continentales recientes y se atribuyen a cuerpos intrusivos de pequeñas dimensiones y de composición ácida a intermedia.

En la porción sur de la carta; se presentan cinco unidades A_1 en forma de monopolos y dipolos de forma alargada, y que constituyen parte de una estructura magnética semicircular que se completa al sur con dos unidades magnéticas A_2. Las unidades A_1 que conforman este dominio magnético, bordean a una extensa superficie de 800 Km^2 representada por la unidad magnética B_2, y están cubiertas principalmente por sedimentos detríticos continentales terciarios y cuaternarios, además de rocas volcánicas ácidas y básicas terciarias.

Las unidades magnéticas A_1 ubicadas al norte de la gran estructura magnética semicircular, se relacionan con evidencias de minerales preciosos y polimetálicos en vetas emplazadas en rocas volcánicas de composición intermedia del Terciario Inferior, en las localidades de los Tajos, Panamá y el Vidolín (C.R.M. 1992).

Hacia las porciones norte-central y nororiente de la carta, se localizan nueve unidades magnéticas A_1, de las cuales cinco se correlacionan con afloramientos de rocas intrusivas cretácicas y el resto está cubierto por rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas, además de rocas volcánicas riolíticas terciarias.

Al norte del yacimiento aurífero de La Colorada, existe en la porción norte-centro, mineralización aurífera y polimetálica asociada a dos dipolos magnéticos A_1 en las minas de El Subiate, La Bronzuda, San Judas y La Patria (C.R.M. 1992).

La unidad magnética A_1 con orientación E-W localizada al oriente de la carta, se asocia con mineralización polimetálica en las localidades de San Martín, El Pozo y Tecoripa, esta última fuera de la carta. La anomalía magnética interpretada se correlaciona parcialmente con afloramientos de intrusivo granodiorítico en sus extremos oriental y occidental y está cubierta principalmente por rocas sedimentarias paleozoicas, mesozoicas y terciarias.

En el extremo suroriental de la carta, se presenta una extensa unidad magnética A_1 de forma alargada en dirección norte-sur, la cual se correlaciona parcialmente con afloramientos de rocas graníticas laramídicas que afectan a rocas andesíticas cretácicas cubiertas por sedimentos detríticos continentales terciarios. Lo anterior sugiere la presencia de un cuerpo intrusivo de mayores dimensiones a profundidad por lo que existen posibilidades de mineralización auroargentífera tipo veta emplazadas en rocas andesíticas cretácicas.

La unidad magnética A_2, se caracteriza por respuestas magnéticas dipolares y monopolares bien definidas, con intensidades máximas de +200 a +300 nT.

Al norponiente de la carta se presentan dos extensas unidades magnéticas A_2 que están sepultadas mayormente por sedimentos clásticos continentales además de rocas volcánicas riolíticas. Se atribuyen a cuerpos intrusivos de composición intermedia a básica que constituyen bloques tectónicos delimitados por lineamientos magnéticos con rumbo NE-SW y N-S, no se conoce mineralización superficial asociada, por lo que se sugiere su exploración geofísica y geoquímica detallada ya que se interpreta que la cubierta de sedimentos es de poco espesor.

En la porción norte-central se define una extensa unidad magnética A_2 que se correlaciona con afloramientos de roca intrusiva de composición intermedia, estos afloramientos de acuerdo con la interpretación deben constituir un mismo cuerpo en el subsuelo, la anomalía se ubica dentro de una depresión magnética representada por la unidad C_2. Aunque la cubierta de sedimentos recientes no permite observar la roca encajonante y su posible

mineralización asociada, la zona es altamente prospectiva.

Al sur se localizan dos unidades magnéticas A_2 de forma alargada y que constituyen la parte sur de una gran estructura magnética semicircular conformada por las unidades A_1 y A_2. Se emplazan en el subsuelo, sepultadas por una cubierta de sedimentos clásticos continentales recientes del Valle Guaymas.

Para apoyar la interpretación de las unidades A_1 y A_2 como intrusivos magnéticos, a los datos magnetométricos se les realizó una continuación de campo a 2000 m sobre el nivel del terreno para eliminar la respuesta magnética de las capas superficiales de rocas volcánicas terciarias y volcanosedimentarias mesozoicas, dando por resultado en algunos casos la integración de las anomalías magnéticas en la continuación de campo, lo que refleja la presencia de cuerpos magnéticos a profundidad; correlacionándose con los intrusivos interpretados anteriormente (Figura No. 2); lo que confirma la interpretación.

En la porción surponiente de la superficie cubierta con magnetometría, se detectan varios cuerpos intrusivos interpretados que conforman un dominio magnético positivo infiriéndose que éstos produjeron un levantamiento del basamento cristalino en esta zona. Una situación similar se presenta al nororiente de la carta donde se interpretó un amplio dominio magnético A_1, dando como resultado la presencia de un grueso paquete de sedimentos no magnéticos ubicado en la porción central de la carta el cual conforma una franja NW-SE, representada por un dominio magnético negativo bien definido.

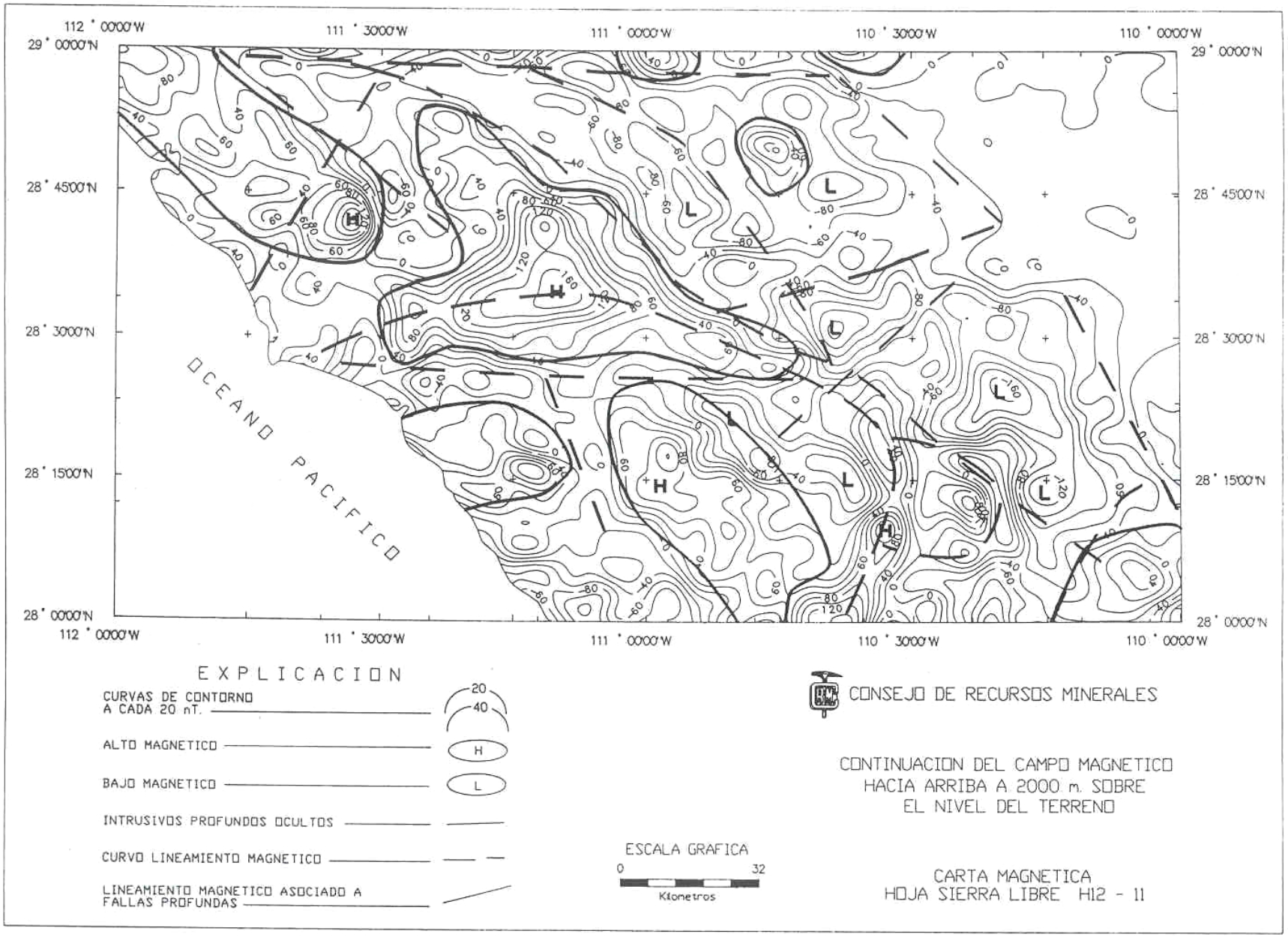

112 ° 0000'W
111 ° 3000'W
111 ° 0000'W
110 ° 3000'W
110 ° 0000'W
29 ° 0000'N
28 ° 4500'N
28 ° 3000'N
28 ° 1500'N
28 ° 0000'N
OCEANO PACIFICO
EXPLICACION
CURVAS DE CONTORNO A CADA 20 nT.
ALTO MAGNETICO
BAJO MAGNETICO
INTRUSIVOS PROFUNDOS OCULTOS
CURVO LINEAMIENTO MAGNETICO
LINEAMIENTO MAGNETICO ASOCIADO A FALLAS PROFUNDAS
ESCALA GRAFICA
0
32
Kilometros
CONSEJO DE RECURSOS MINERALES
CONTINUACION DEL CAMPO MAGNETICO HACIA ARRIBA A 2000 m. SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO
CARTA MAGNETICA
HOJA SIERRA LIBRE H12 - 11

FIGURA No. 2.

Los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE interpretados en la continuación de campo a 2000 m, sugieren la existencia de sistemas de bloques fallados, paralelos a la línea de costa.

Hacia la porción nororiental de la carta se definen dos amplios dominios magnéticos negativos que se correlacionan con una franja de sedimentos con orientación E-W donde se depositó el Grupo Barranca del Triásico Superior, los que contienen yacimientos de carbón y grafito amorfo.
Las unidades magnéticas B_1 yB_2, se atribuyen a rocas de origen volcánico de composición ácida a intermedia e intermedia a básica respectivamente.

La unidad magnética B_1 está representada por intensidades de -150 a +50 nT, conforma altos, bajos y tendencias irregulares.

La unidad magnética B_1, se presenta en tres localidades aisladas de poca extensión, en la porción centro-norte de la carta, se atribuye a rocas volcánicas terciarias de composición ácida a intermedia.

La unidad magnética B_2 está formada por una asociación de anomalías monopolares y dipolares de poca extensión pero de alta intensidad y distribución caótica, con intensidades magnéticas que varían de -300 a +350 nT. Esta unidad está ampliamente distribuida en la mayor parte de la superficie de la carta.

En la porción sur la unidad magnética B_2 se correlaciona con extensos derrames basálticos toleíticos fisurales (Mora, 1993), que constituyen parte de las Sierra de Tinaja del Carmen, Sierra El Aguaje y Sierra Santa Ursula.

Al centro-oriente de la carta tres extensas unidades magnéticas B_2, delimitadas por lineamientos magnéticos con rumbo N-S, están desplazadas por lineamentos con rumbo E-W más recientes. Estas unidades B_2 se atribuyen a derrames fisurales de rocas volcánicas de composición intermedia a básica relacionadas a la tectónica distensiva de Sierras y Valles, y no tienen evidencias de mineralización superficial. En el extremo oriente de la carta, se presenta otra unidad magnética B_2 con orientación E-W que se correlaciona con rocas volcánicas intermedias y básicas del Terciario Inferior con mineralización asociada del tipo veta.
La unidad magnética C_1 se caracteriza por un dominio que presenta anomalías monopolares negativas de poca intensidad y gran extensión con intensidades que varían de -50 a +50 nT. La unidad magnética C_1 tiene amplia distribución y se localiza en las porciones sur, norponiente y norte de la carta. Esta unidad se atribuye a rocas sedimentarias y metamórficas de poco espesor, no cubiertas por rocas volcánicas terciarias. Algunos cuerpos intrusivos que se detectan con respuesta magnética muy baja están integrados dentro del dominio magnético C_1.

La unidad magnética C_2 se asignó a los dominios magnéticos negativos bien definidos y de gran extensión con intensidades que varían de -250 a -50 nT.

Se interpretó que las unidades magnéticas C_2 que cubren una gran extensión en las porciones norte y oriente de la carta, conforman un dominio magnético negativo atribuible a la respuesta de las rocas no magnéticas con espesores considerables; se presenta fragmentado por los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, N-S, E-W y NE-SW. Estos amplios dominios magnéticos negativos se correlacionan con la potente secuencia de sedimentos del Grupo Barranca del Triásico Superior-Jurásico Inferior. También se correlacionan con potentes espesores de sedimentos detríticos que rellenan las depresiones Plio-Cuaternarias, producto de la tectónica distensiva de Sierras y Valles.

En toda la superficie de la carta se interpretaron cuatro sistemas de lineamientos magnéticos NW-SE, N-S, NE-SW y E-W atribuíbles a fallas profundas que la mayoría de las veces no tienen manifestación superficial por estar cubiertas por rocas volcánicas del terciario y clásticas continentales del cuaternario.

Los lineamientos magnéticos NW-SE tienen longitudes que varían de 20 a 40 Km. de longitud, presentan mayor distribución en la porción oriental de la carta. Al norponiente el lineamiento magnético NW-SE controla el emplazamiento de cuerpos intrusivos sepultados representados por

las unidades magnéticas A_1 y A_2. El lineamiento magnético NW-SE se presenta muy fragmentado por los lineamientos NE-SW y E-W, sugiriendo una intensa deformación en la mayor parte de la carta.

Los lineamientos magnéticos N-S alcanzan extensiones que varían de 25 a 45 Km. y se localizan principalmente en la porción suroriental de la carta; los lineamientos NW-SE desplazan a los lineamientos magnéticos N-S, que se correlacionan con las fallas que marginan las depresiones, producto de la tectónica distensiva de Sierras y Valles. Al centro-poniente de la carta, los lineamientos N-S delimitan un enorme cuerpo magnético intrusivo sepultado.

Los lineamientos magnéticos NE-SW se localizan en las porciones norponiente y sur de la carta, tienen de 12 a 30 Km. de longitud y controlan el emplazamiento de un cuerpo magnético intrusivo. Los lineamientos magnéticos N-S desplazan a los lineamientos NE-SW al centro-poniente de la carta.

Los lineamientos magnéticos E-W se localizan en el centro de la carta, tienen longitudes que varían de 10 a 40 Km., se presentan dentro de la unidad magnética B_2 y delimitan depresiones magnéticas dentro de la unidad magnética C_2.

En la porción sur se interpreta una gran estructura magnética semicircular de 60 Km. de diámetro, la cual está constituida por una aureola de cuerpos magnéticos intrusivos que rodea a una amplia extensión de unidades B_2 que se correlacionan con rocas volcánicas andesíticas a basálticas del Terciario Superior; se sugiere la presencia de un complejo volcánico-plutónico de forma circular como lo han propuesto varios autores (Cocheme, 1985; Radelli, 1986).

Basándose en la continuación de campo magnético a 2000 m sobre el nivel del terreno (figura No. 2) se define a profundidad un lineamiento magnético NW-SE que tiene 150 Km. de extensión y ancho variable entre 20 y 40 Km., controla el emplazamiento de cuatro cuerpos magnéticos intrusivos. Se interpreta como un fallamiento cortical paralelo a la zona de subducción de la Placa del Pacífico y la Placa Norteamericana y relacionado a la apertura del Golfo de California.

Se define a profundidad una cuenca sedimentaria que se correlaciona con afloramientos de sedimentos del Grupo Barranca del Triásico Superior, los cuales sobreyacen a la zona de sutura entre los terrenos tectonoestratrigráficos Caborca y Cortés (Stewart et al, 1990), los sedimentos se depositaron en una cuenca sedimentaria con rumbo E-W; se infiere una relación entre los dominios magnéticos negativos detectados y la mineralización no magnética de carbón y grafito.

El dominio magnético negativo que se ubica en la región minera de La Colorada está cubierto mayormente por sedimentos clásticos y basaltos interestratificados poco magnéticos; existen también afloramientos de rocas sedimentarias paleozoicas, mesozoicas, intrusivos laramídicos y rocas volcánicas terciarias. Este dominio magnético negativo, está delimitado al norte y al sur por lineamientos magnéticos E-W y al poniente por el lineamiento NW-SE, existe mineralización asociada al oriente del dominio magnético negativo, en el yacimiento de oro de La Colorada.

Es obvio el control estructural durante el emplazamiento de cuerpos ígneos intrusivos a lo largo de zonas de debilidad y antiguas zonas de sutura donde hubo una intensa actividad tectónica. La presencia de mineralización económica está relacionada a los dominios magnéticos A_1 y A_2 asociados a las unidades C_2 y B_2 y correlacionables en superficie a sedimentos pelozoicos y mesozoicos que pueden contener depósitos de contacto, en vetas y diseminados.

Se consideran las zonas más prospectivas para grafito amorfo, donde afloran rocas del Grupo Barranca asociadas a dominios magnéticos A_1 y A_2 que indican la presencia de cuerpos ígneos intrusivos.

Los dominios A_1 y A_2 de la porción occidental son potenciales para exploración minera, siendo el mayor obstáculo su cubierta estéril de material clástico continental Terciario y Cuaternario que

impide determinar el tipo de roca encajonante de estos cuerpos intrusivos.

Los dominios B_2 asociados a rocas volcánicas del Terciario Superior tienen pocas posibilidades de mineralización debido a que son posteriores al utlimo evento metalogenético de la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alencaster, G., 1961. Estratigrafía del Triásico Superior de la parte norte central del estado de Sonora, UNAM. Inst. de Geol. Paleontología Mexicana No. 11.

Anderson, T.H. and Silver, L.T., 1978. The nature and extent of Precambrian rocks in Sonora, México in Roldán Q., J. y Salas, G.A., eds., Resumenes, Primer simposio sobre la geología y potencial minero en el estado de Sonora, UNAM. Inst. Geología. p. 9-10.

Bartolini, C., 1993. Tectonic emplacement and accretion of Paleozoic eugeoclinal allochthonous assemblages in central Sonora, México. A new Cordilleran tectonostratigraphic terrane. In Proceedings of the first Circum-Pacific and Circum-Atlantic Terrane Conference. UNAM Inst. de Geología. p. 12-16.

Briggs, I. C., 1974. Machine contouring using minimum curvature (spline). Geophysics. V. 39. p. 1-39.

Campa, M.F. and Coney, P.J., 1983. Tectonostratigraphic terranes and mineral resource distributions in México. Can. J. Earth SC. Vol. 20 p. 1040-1051.

Cocheme, J.J., 1985. Le magmatisme cenozoique dans le nordouest du Mexique. Cartographie de la region Yécora-Maycoba-Mulatos. Ilustration magmatique de la fin d´un regime en subduction magmatique et du passage a un regime distensif. These Docteur es Sciences. Université d´Aix Marseille, Fac. des Sciences et Techiniques de St. Jerome. France.

Coney, P.J., 1980. Cordilleran Metamorphic Core Complexes: An overview: Geological Society of América, Memoir 153 p. 7-31.

Consejo de Recursos Minerales, 1992. Monografía geológico-minera del Estado de Sonora. Publicación M-8e. Coordinación: José Cárdenas Vargas. SEMIP. p. 19-220.

Damon, P.E., Shafiqullah, M.; Roldán Q.J. y Cocheme, J.J., 1983. El Batolito Laramide (90-40 M.A.) de Sonora. Mem. XV Conv. Nal. AIMMGM, México. p. 63-95.

Gastil, R.G., and Krummenacher, D., 1977. Reconnaissance geology of coastal Sonora between Puerto Lobos and Bahía Kino. GSA. Bull. V 88. p. 189-198.

González, L.C. and Stanley, G.D. Jr., 1993. The Antimonio terrane of western Sonora and its paleogeographic significance. III simposio de la geología de Sonora y areas adyacentes. UNAM. Inst. Geología UNI-SON. p. 41-43.

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

IAGA, División, V., Working Group 8 (R.A. Langel, Chairman), 1992. International Geomagnetic Reference Field, revisión 1991. Geophysics. Vol. 57. No. 7. p. 956- 959.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1978. Carta Topográfica Sierra Libre (H12-11), esc. 1:250 000 1a. Impresión.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI),1982. Carta Geológica Sierra Libre (H12-11), esc. 1:250 000.

King, R.E., 1939. Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of México. GSA. Bull. V. 50 p. 1625-1722.

Mora, A.G., 1993. Relaciones estratigráficas y geocronológicas entre las unidades volcánicas de la sierra de Santa Úrsula, en Sonora y el magmatismo de la región del Golfo de California. Contribuciones a la tectónica del occidente de México. Delgado A.L.A. y Martín, B.A., eds., Monografía No. 1 Unión Geofísica Mexicana. p. 123-146.

Ortega, G.F.; Mitre, S.L.M.; Roldán, Q.J.; Aranda, G.J.J.; Morán, Z.D.; Alaniz, A.S.A. y Nieto,S.A.F., 1992. Texto explicativo de la quinta edición de la

Carta Geológica de la República Mexicana escala 1:2´000 000. UNAM, Inst. de Geología, SEMIP, Consejo de Recursos Minerales.

Pérez, S.E., 1985. Carta metalogenética de Sonora, escala 1:250 000. Una interpretación de la metalogenia de Sonora, Dirección de Minería, Geología y Energéticos del Gobierno del estado de Sonora, publicación Núm. 7.

Radelli, L., 1986. An essay on the southern Basin and Range. Bol. del Depto. de Geología UNI-SON, México. Vol. 3 No. 1 p. 51-146.

Rangin, C., 1978. Consideraciones sobre la evolución geológica de la parte septentrional del estado de Sonora. Libreto guía del primer simposio sobre la geología y potencial minero del estado de Sonora. UNAM. Inst. de Geología.

Roldán, Q.J.; González L.C. and Amaya, M.R., 1993. Geologic constraints on the Northern limit of the Guerrero terrane in northwetern México. in Proceedings of the first Circum-Pacific and Circum-Atlantic Terrane Conference. UNAM. Inst. de Geología. p. 124-127.

Stewart, J.H.; Poole, F.G.; Ketner, K.B.; Madrid, R.J.; Roldán, Q.J. and Amaya, M.R., 1990. Tectonics and stratigraphy of the Paleozoic and Triassic southern margin of North América, Sonora, México, in Gehrels, G.E. and Spencer, J.E., eds., Geologic excursions through the Sonora desert region, Arizona and Sonora: Tucson, Arizona Geological Survey. Special Paper 7, p. 183-202.

Urrutia, F.J. and Campos, E.J.Q. 1993. Geomagnetic secular variation central México since 1923 AD and comparision with 1945-1990 IGRF models. Journal Geomag. Geoelectr., 45 p. 1-7.