CONSEJO
DE RECURSOS
MINERALES

SECRETARÍA DE ECONOMÍA | SE

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

TEXTO GUÍA

CARTA MAGNÉTICA
"PERICOS" G-13-7

ESTADO DE CHIHUAHUA

ESCALA 1:250 000

POR: Ings. Raucel Pascacio Toledo
Julio Vélez López
Israel Hernández Pérez

MÉXICO, 2000.

SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

- *Editado por el Consejo de Recursos Minerales Primera Edición 2000. © Derechos Reservados.*

ÍNDICE

RESUMEN

Página

INTRODUCCION 1

I.-INFORMACION AEROMAGNÉTICA 1

I.1.-Fuentes de información 1

I.2.-Parametros y equipo utilizado en los levantamientos..... 1

I.3.-Procesamiento de Datos 2

I.3.1.-Integración de la Información magnética 2

I.3.2.-Obtención de Datos Corregidos por el campo geomagnético..... 2

I.3.3.-Generación del Mapa 2

I.3.4.-Graficación..... 2

I.4.- Características de la carta magnética..... 2

II.-SÍNTESIS GEOLÓGICA ..... 2, 3, 4 Y 5

III.-DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN 5

III.1.-Dominios Magnéticos..... 6

III.1.1.-dominio magnético A_1 6

III.1.2.-dominio magnético A_2 6

III.1.3.-Dominio magnético B_1 7

III.1.4.-Dominio magnético B_2 7

III.1.5.-Dominio magnético C 8

III.2.-Lineamientos Magnéticos 8

III.3.-Procesos Analíticos Realizados 8

III.3.1.-Mapa de estructuras profundas 8

III.3.2.-Mapa de Rasgos Superficiales 9

III.4.-ZONAS PROSPECTIVAS..... 9

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS ..... 9 Y 10

LISTA DE FIGURAS PAGINA

Figura 1.-Mapa de localización . . . . . entre 2 y 3

Figura 2.-Interpretación Magnética Litoestructural . . . . . entre 6 y 7

Figura 3.-Mapa de Estructuras Profundas
Filtro Pasabajas del CMT Reducido al Polo . . . . . entre 9 y 10

Figura 4.-Mapa de Rasgos Superficiales
Primera Derivada Vertical del CMT
Reducido al Polo . . . . . entre 9 y 10

Figura 5.-Zonas prospectivas a partir de
Interpretación Magnética Litoestructural . . . . . 9 y 10

RESUMEN

El Consejo de Recursos Minerales, realiza el programa de infraestructura geológico-minera dentro del cual se llevó a cabo el cubrimiento aeromagnético sistemático de las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional, con el objeto de proporcionar al usuario la información que permita estudiar en forma indirecta las condiciones geológicas y estructurales del subsuelo que conlleven a seleccionar zonas prospectivas, en la búsqueda de nuevos depósitos de yacimientos minerales.

La carta magnética Pericos G13-7 a escala 1:250,000 con formato cartográfico del INEGI, se localiza en la porción centro-norte del estado de Sinaloa, comprendiendo parte de los estados de Durango y Chihuahua y abarca una superficie de 22,290 Km^2.

Los datos aeromagnéticos fueron obtenidos de los levantamientos realizados por el Consejo de Recursos Minerales durante los años de 1978 y 1999, en vuelos de contorno a 300 m de altura promedio sobre la superficie del terreno, con líneas de exploración de rumbo NE-SW, separación de 1,000 m, y navegación visual el año 1978, mientras que para 1999 el rumbo de las líneas fue N-S, navegación electrónica (GPS).

La carta Pericos presenta gran variedad de rocas con edades desde el Paleozoico(?) al Holoceno. Conforman la estratígrafia rocas metavolcanosedimentarias (pizarras, esquistos, cuarcitas, metandesitas y filitas), Conglomerado Guanaceví la secuencia volcanosedimentaria e intrusivos cretácicos, así como rocas volcánicas e intrusivos del Terciario y material lacustre y aluvial del Reciente. Existe mineralización polimetálica, principalmente tipos: veta (zonas mineras de Mocorito, Tahuehueto,Tepehuajes), diseminados (zonas de Naranjos y Copalquin), tipo brecha (Mocorito y Otatillos) y pórfido cuprifero (mina el Pinito). De acuerdo al contexto de la carta geologico-minera y geoquímica Pericos a la misma escala, elaborada por los Ings. Saldaña, S.G., Polanco, S.A., Bataz, M.G., Moreno, L.M. y publicada por el Consejo de Recursos Minerales en el año de 1999.

Los datos del levantamiento se presentan en la carta magnética como curvas de contorno de isovalores del campo magnético total, indicando su intensidad en contrastes de color.

En la interpretación cualitativa de carácter regional se definieron 5 grupos de dominios magnéticos (A_1, A_2, B_1, B_2 y C) que indican la distribución de las principales unidades geológicas, así como varios lineamientos magnéticos que reflejan las principales fallas de origen profundo.

Como resultado de la interpretación se proponen 3 zonas prospectivas por mineralización polimetálica y preciosa las cuales se asocian con los dominios A_1 y A_2, así como con los lineamientos magnéticos detectados.

La primera zona prospectiva interpretada se localiza en la porción sur de la carta, dentro de un ambiente de rocas volcanosedimentarias, sedimentarias y volcánicas terciarias intrusionadas por un cuerpo magnético (dominio A_2) que aflora parcialmente; ésta estructura está asociada con mineralizaron polimetálica y preciosa tipo veta. Es de interés la exploración en toda la periferia del dominio magnético A_2 interpretado en el subsuelo con el propósito de localizar nuevas áreas mineralizadas o la continuación de las ya conocidas en está región como son: las zonas mineras de Topia Canelas y Norotal.

La segunda zona prospectiva interpretada se localiza en la porción centro-oriente, se ubica dentro del ambiente volcánico de la Sierra Madre Occidental (Complejo Volcánico Inferior y Supergrupo Volcánico Superior), intrusionados por un cuerpo magnético (dominio A_1) que aflora parcialmente y se extiende en el

subsuelo. Se asocia con mineralización de Au, Pb y Zn tipo veta (Mina El Rey, de la zona minera de Tahuehueto, estado de Durango), es de interés la exploración en el subsuelo en toda la periferia de este dominio magnético A_1 interpretado, así como de la intersección de los lineamientos magnéticos NW-SE y NE-SW.

La tercer zona prospectiva se localiza en la porción norte de la carta, abarca una superficie de 24 Km^2 y esta asociada a un dominio magnético A_1 ubicada dentro del ambiente metavolcanosedimentario, que constituye el basamento de la región, mismo que se encuentra en contacto con calizas, lutitas del Cretácico Superior y cubierto parcialmente por volcanismo terciario de la Sierra Madre Occidental; donde existen evidencias de mineralización de Au y Ag (mina El Refugio) de la zona minera San Antonio, en el estado de Chihuahua, en un ambiente geológico semejante .

INTRODUCCIÓN

La dificultad cada vez mayor para la localización de yacimientos minerales ocultos en el subsuelo, hace necesario el empleo de técnicas indirectas de exploración, como son: geofísica, geoquímica e imágenes de satélite, las cuales representan valiosas herramientas, que deben utilizarse en conjunto para lograr exitosas campañas de exploración que conduzcan a encontrar yacimientos minerales de rendimiento económico.

El Consejo de Recursos Minerales, tiene entre sus funciones, la misión de elaborar cartas geofísicas aeromagnéticas de las zonas con mayor potencial minero en el territorio nacional. La carta magnética Pericos G13-7, escala 1:250,000, forma parte de una serie de publicaciones dentro de este programa, las cuales aportan información básica que permite fundamentar futuras exploraciones.

En la interpretación cualitativa de la presente carta, se lograron definir a nivel regional las expresiones magnéticas más evidentes como son: La distribución y configuración de las rocas intrusivas, volcánicas y sedimentarias, así como contactos litológicos ocultos y zonas de falla profundas.

I.-INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA.

I.1.-Fuente 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 1978 y 1999. Los datos del levantamiento en 1978, se compilaron mediante un proceso analógico para generar mapas aeromagnéticos de intensidad total a escala 1:50,000, siendo necesaria su digitalización. La información obtenida en el año de 1999, se procesó directamente de la grabación digital del equipo aerogeofísico.

La información cartográfica básica se digitalizó a partir de distintas cartas temáticas de INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1982).

I.2.- Parámetros y Equipo Utilizados en el Levantamiento.

Con objetivos mineros durante los años de 1978 y 1999, se efectuaron levantamientos aeromagnéticos de contorno por el Consejo de Recursos Minerales, con altura promedio sobre el terreno de 300m, en líneas de rumbo N-S y separación de 1,000 m.

Durante 1978, el levantamiento se realizó con un avión Islander BN.2B-27 un magnetómetro Geometrics 803, con sensibilidad de 0.25 nT y como estación base monitora se utilizó un magnétometro Geometrics G-826A, con sensibilidad de 1 nT. La identificación de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el sistema de navegación visual.

El posicionamiento de las trayectorias de vuelo en 1999, se llevó a cabo mediante el sistema de navegación electrónico por satélite (GPS), utilizando el módulo PNAV 2001 y Procesador Novatel.

En este levantamiento se empleó el avión bimotor Islander BN.2B-27, utilizando un sensor magnético fijo de vapor de cesio marca Scintrex CS-2 con sensibilidad de 0.001 nT y como estación base un magnétometro Gem System (GSM-19), con sensibilidad de 0.01 nT.

El personal que participó en el levantamiento aeromagnético, así como en el procesado y edición final de la carta magnética:

- Ing. Jorge Hernández López.
- Ing. Sergio Jáuregui Albarrán.
- Cap. Edgar Mosqueda Collazo.
- Cap. Carlos Morales Mendoza
- Cap. Oscar Ladrón de Guevara
- Operador Miguel A. Rangel V.
- Operador Víctor M. Lara R.
- Mecánico Marcos Flores
- Mecánico Luis Arturo Rosales

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 aeromagnética

Los datos de los mapas aeromagnéticos digitalizados y los datos de los vuelos recientes se procesaron e integraron mediante el software Geosoft, generándose una rejilla de datos con un tamaño de celda de 200 x 200 m. El equipo utilizado fue una estación de trabajo Sun Ultrasparc II, con disco duro de 4.2 Gb, 262 Mb de RAM y velocidad de 300 Mhz.

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

Según los datos del observatorio de Teoloyucan, México, obtenidos para el período de 1923 a 1987, el campo geomagnético de 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 el caso de la carta Pericos G13-7, a los datos aeromagnéticos se les sustrajo 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 IGRF 95 (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 se integraron en un archivo de coordenadas x, y, z, empleándose el algoritmo de interpolación de

mínima curvatura (Briggs, 1974); con curvas de contorno cada 25 nT y su edición final se realizó con el software de Arc/Info.

I.3.4.- Graficación

El desplegado gráfico se realizó en un graficador de inyección de tinta a color marca Hewlett Packard 755CM. 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 información magnética contenida en la carta Pericos, escala 1:250,000 con formato cartográfico INEGI, comprende una superficie de 22,290 Km^2 y cubre la porción centro-norte del estado de Sinaloa, norponiente de Durango y sur del estado de Chihuahua (Figura 1).

La edición cartográfica se efectuó con el software Arc-Info. Los intervalos de color de las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 50 nT, indicando los bajos magnéticos en tonos de azul y verde y los altos en tonos rojos como se indica en el espectro de valores de la carta; con la finalidad de visualizar fácilmente las anomalías dipolares, monopolares y los gradientes magnéticos, las curvas de contorno se graficaron a cada 25 nT.
En la base cartográfica se indican las principales carreteras, ríos y ciudades. La carta está referida al sistema de coordenadas geográficas y a la proyección Universal Transversa de Mercator(UTM).

II.- Síntesis Geológica

La síntesis geológica que se presenta a continuación, se tomó del resumen del texto explicativo de la carta geológico-minera y geoquímica Pericos G13-7, realizada por el Consejo de Recursos Minerales (Saldaña y otros, 1999), por lo que si es necesario obtener mayor detalle de la información expuesta se recomienda consultar directamente dicho texto en donde se ha desarrollado ampliamente la geología regional de la carta.

Fisiográficamente la carta se ubica dentro de las provincias de la Sierra Madre Occidental y

Llanura Costera del Pacífico (INEGI, 1982). Las principales corrientes fluviales que drenan la región son los ríos Mohinora-Sinaloa, Evora, Surutato, Badiraguato, Humaya, Tamazula y Sianori-Topia, desembocando al Océano Pacífico.

Morfológicamente hacia las porciones norponiente y surponiente de la carta se presentan zonas de bajo relieve caracterizadas por valles y pequeños lomerios, y hacia las porciones central y nororiente predomina la topografía abrupta con cañones profundos y mesetas altas que alcanzan altitudes hasta 3,250 m.s.n.m. Las topoformas de las diferentes litologías son variadas, ya que tanto las rocas intrusivas como metamórficas se identifican por constituir lomerios de pendientes suaves, producto de la intensa actividad erosiva a que han estado sujetas. Las rocas volcánicas y calcáreas conforman las mayores elevaciones y poseen un relieve escarpado y pendientes abruptas, producto de fallamientos verticales.

Estratigráficamente se tiene una gran variedad de rocas con edades que van desde el Paleozoico Superior (?) hasta el Holoceno, incluyen rocas sedimentarias, volcánicas, metavolcanosedimentarias,volcanosedimentaria ígneas intrusivas y extrusivas.

El basamento de la región está constituido por una secuencia metavolcanosedimentaria, conformada por pizarras, esquistos, cuarcitas, metandesitas y filitas. Por correlación y similitud litológica con la Formación San José de Gracia (Malpica, 1972), localizada al norte del estado de Sinaloa, se le ubicó en el Paleozoico Superior. Subyace discordantemente a las unidades de la cubierta mesozoica y terciaria y cabalga a rocas más jóvenes en la localidad de Bacubirito en la porción norponiente de la carta.

El Jurásico Superior está representado por el Conglomerado Guanaceví compuesto por fragmentos de cuarzo y metandesita, por posición estratigráfica se le ha asignado una edad del (Titoniano) ya que subyace concordante y transicionalmente a la unidad de limolitas y tobas andesiticas del Cretácico Inferior, ubicada bioestratigráficamente en el Berriasiano.

El Cretácico Inferior está integrado por una secuencia volcanosedimentaria representada por limolita y tobas andesíticas del Barriasiano Medio; al nivel del Aptiano se constituye de lavas almohadilladas, relacionadas al piso oceánico y de andesitas en medios continentales; el Albiano está integrado por dos secuencias sedimentarias representadas por caliza-lutita y lutita-arenisca, en las cuales la edad Albiana fue determinada en base a dos amonoideos mal preservados (Ortega,1979).

El Terciario Paleógeno descansa en discordancia sobre el Cretácico Inferior y está integrado por andesitas y brechas andesíticas, así como por andesitas y tobas andesíticas, correlativas con la Formación San Blas, por posición estratigráfica se le confiere un rango del Paleoceno-Eoceno. Al volcanismo del Paleógeno Temprano le prosigue un período sin magmatismo, en donde la erosión rellenó con materiales clásticos algunas cuencas continentales, constituidas por unidades sedimentarias conglomeráticas, una compuesta principalmente por fragmentos de arenisca, caliza, cuarzo y otra de fragmentos de arenisca, lutita, caliza y limolita; hacia el área de Bacubirito aflora una unidad de arenisca y calizas sobreyaciendo al paquete andesítico. En el Terciario Paleógeno se presenta un intenso volcanismo de tipo explosivo caracterizado por tobas riolíticas e ignimbritas que coronan las partes altas de la Sierra Madre Occidental. Su edad se determinó por correlación de rocas similares datadas al surponiente del distrito de Tayoltita, ubicándolas en el Oligoceno-Mioceno. Este paquete descansa en discordancia sobre los depósitos continentales de relleno de fosa de finales del Terciario Paleógeno y está cubierto discordantemente por una secuencia sedimentaria constituida por una alternancia de areniscas y limolitas de estratificación delgada, denominada Formación San Ignacio; (Fredrikson, 1974), define que estos depósitos son post-ignimbríticos desarrollados en fosas formadas por fallas de gravedad, ocurridas con mayor frecuencia en la planicie costera y al pie de las montañas. En los últimos eventos volcánicos

neogénicos se definen gruesas coladas de andesitas basálticas que cubren, en discordancia a las rocas riolíticas en la porción surponiente de la carta. El final de este período se define por un depósito continental formado por un conglomerado polimíctico consolidado a semiconsolidado, constituido por clastos de las rocas preexistentes que cubren parcialmente en discordancia a la secuencia volcanoclástica y a las secuencias volcánicas descritas anteriormente. Finalmente el Cuaternario está constituido por andesitas basálticas, brechas de la misma composición, derrames basálticos aluviales y lagunares.

Las rocas intrusivas están representadas principalmente por un cuerpo dunítico considerado del Cretácico Inferior, que aflora al poniente de Palmar de Los Sepúlveda en la porción norponiente de la carta. El Batolito granodiorítico de Sinaloa del Cretácico Superior aflora principalmente hacia el pie de la sierra, zona de costa y partes bajas en la porción poniente de la carta, ambas unidades se encuentran afectando a las rocas más antiguas.

En el Terciario se presenta un intrusivo post-batolítico (Eoceno), que varía en su composición de granodioríta, diorita a cuarzomonzonita; este intrusivo, aflora hacia la porción norponiente de la carta, se encuentra afectando a la granodiorita del Cretácico Superior y a todas las rocas preexistentes. Existen también algunos afloramientos de gabro en el área de Bacubirito y de kimberlita en el área de Surutato en la porción norponiente de la carta. Los cuerpos intrusivos están afectados por generaciones de diques andesíticos, así como de cuerpos subvolcánicos representados por pórfidos de composición andesítica y riolítica, los cuales están ligados íntimamente a la mineralización polimetálica de la región.

La interpretación de imágenes de satélite y los datos de campo revelan que estructuralmente la región está afectada por un patrón de fallas normales NW-SE, constituyendo una serie de fosas tectónicas en forma escalonada, ocasionalmente con desplazamientos laterales. En menor proporción existe el fallamiento inverso, representado por cabalgadura de las rocas paleozoicas sobre las cretácicas en la porción norponiente de la carta, el segundo patrón de fallamiento presenta dirección NE-SW representado por los ríos Tamazula, Humaya y Mohinora-Sinaloa, provocando desplazamientos de bloques e interrupción y formación de estructuras de colapso (caldera) en la porción suroriente de la carta.

Los yacimientos minerales se agrupan en 23 zonas mineras dentro de 7 regiones metalogenéticas, con posibilidades de contener depósitos minerales; cuatro de éstas, en el estado de Sinaloa y tres en el estado de Durango.

La región de Sinaloa se localiza en la porción norponiente de la carta y se caracteriza por contener mineralización de plata-oro, oro libre y ocasionalmente oro-cobre, así como níquel, cobalto y platino en las rocas ofiolíticas. Los yacimientos son del tipo hidrotermal-mesotermal de relleno de fisura y placer de oro, comprendiendo la zona minera de Bacubirito en el estado de Sinaloa.

La región de Mocorito se localiza en la porción poniente de la carta y se caracteriza por contener mineralización de oro-plata, plomo-zinc y cobre. Los tipos de yacimientos son epitermal y mesotermal en vetas; comprende la zona minera de Mocorito en el estado de Sinaloa.

La región de Badiraguato se localiza en la porción centro-norte de la carta y se caracteriza por contener mineralización de oro-plata; plata plomo-zinc; así como Ni, Pt, Cu y Au en rocas kimberlíticas. Los tipos de yacimiento son epitermal, mesotermal, metasomatismo de contacto y relleno de fisuras; comprende las zona mineras de San Luis Gonzaga, San Antonio, Otatillos, Los Naranjos, Selva Rica, Surutato, Santiago de Los Caballeros, San Javier y Tepehuajes en el estado de Sinaloa.

La región de Culiacán se localiza en la porción centro-sur de la carta y se caracteriza por contener mineralización diseminada de oro-cobre y oro-plata-plomo y cobre. Los tipos de

yacimientos son epitermales de relleno de fisuras en vetas y diseminación en fracturas; comprende las zonas mineras de Jesús María y Norotal en los estados de Sinaloa y Durango respectivamente.

La región de San Fernando se localiza en la porción centro de la carta y se caracteriza por contener mineralización de oro-plata-plomo; oro nativo y electrum. Los tipos de yacimientos son mesotermales, epitermales y neumatolíticos, en brechas de turmalina y en vetas; comprende las zonas mineras de San Fernando, El Limón, Chihuahuilla y Copalquín en el estado de Durango.
La región de Topía se localiza en la porción suroriente de la carta y se caracteriza por contener mineralización de oro-plata-plomo-zinc; oro nativo y electrum; los yacimientos son de tipo epitermal en vetas; comprende las zonas mineras de Topia-Canelas, Tahuehueto, La Huerta y San Bernabé-Manzanillas en el estado de Durango.

La región de Guanaceví se localiza en la porción nororiente de la carta y se caracteriza por contener mineralización importante de Au-Ag con leyes bajas de plomo zinc y cobre. Los yacimientos son de origen hidrotermal de las fases epitermal y mesotermal del tipo de relleno de fisura; comprende las zonas mineras de Guanaceví y Minitas en el estado de Durango. Finalmente los yacimientos no metálicos se localizan hacia las porciones surponiente y norponiente de la carta en las inmediaciones de Tóbora, Cerro Cazanate y Cerro Tarahumaris; consisten principalmente de caliza, mármol, asbesto y caolín.

Potencialmente las condiciones geológicas que se tienen dentro de la carta son propicias para el descubrimiento de nuevos yacimientos y la reactivación de los que se tienen localizados. Estas condiciones son evidenciadas por las diferentes litologías favorables para su emplazamiento, aunado a las condiciones estructurales presentes dentro de la superficie de la carta.

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL.

La información aeromagnética contenida en la presente carta, tiene alcance de carácter regional debido a la escala del mapa, donde es posible la interpretación indirecta de rasgos geológicos del subsuelo, infiriendo la distribución y naturaleza de rocas ocultas, tales como: intrusivos, rocas sedimentarias, metamórficas, rocas volcánicas , fallas profundas y controles estructurales favorables para la presencia de depósitos minerales, rasgos obtenidos en base al contraste de susceptibilidad magnética de los minerales del subsuelo, originado éste por la presencia de óxidos y/o sulfuros de fierro dispersos en pequeñas cantidades en la matriz de las rocas.

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

Para obtener información con mas detalle, en áreas específicas de interés seleccionadas en esta carta, es necesario 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 mas importantes en mapas a escalas 1: 50 000 o 1:20 000, donde se seleccionarán sucesivamente áreas mas reducidas en las cuales habrá que realizar trabajos de campo geológicos geoquímicos y geofísicos a detalle.

DOMINIOS MAGNÉTICOS

En la carta magnética de campo total, Pericos G13-7, se identificaron cinco grupos de dominios magnéticos indicados con las letras A_1, A_2, B_1, B_2 y C , que se diferencian en base a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar (figura 2).

Dominio magnético A_1.

Este dominio magnético A_1 se atribuye a rocas intrusivas de composición félsica a intermedia, se caracteriza por una respuesta de tipo monopolar y dipolar de suave gradiente y baja intensidad que varia de -200 a + 50 nT.

Se detectaron 3 grupos de dominios magnéticos A_{1-1}, A_{1-2} y A_{1-3} , los cuales se describen a continuación :

El dominio magnético A_{1-1}, se localiza en la porción norte de la carta, está definido por una anomalía dipolar de baja intensidad y forma elíptica con rumbo NW-SE; respuesta que se atribuye a un cuerpo intrusivo, sepultado por una secuencia metavolcanosedimentaria. En las cercanías de este dominio existen evidencias de mineralización de Au y Ag mina el Rosario en la porción norte de la carta (CRM, 1994).

En la porción centro-oriente de la carta, se localiza el dominio magnético A_{1-2}, formado por una anomalía monopolar circular, su respuesta magnética que se atribuye a un cuerpo intrusivo sepultado por ignimbritas y tobas riolíticas del Supergrupo Volcánico Superior. Existen evidencias de mineralización tipo veta de Au, Ag y Zn de origen hidrotermal -epitermal en el distrito minero de Tahuehueto estado de Durango, localizado en la porción centro-oriente de la carta (CRM, 1993).

En la porción norte de la carta, se localiza el dominio magnético A_{1-3}, definido como una anomalía monopolar de pequeñas dimensiones y de forma circular, que se interpreta como la respuesta de un cuerpo intrusivo que se encuentra oculto por la secuencia metavolcanicosedimentaria y corresponde a la extensión en el subsuelo del cuerpo intrusivo granodiorítico, que aflora al sur de este dominio, donde se observa mineralización de Au, Ag y Cu, correspondiente a la zona minera de San Javier, en el estado de Sinaloa, en la porción norponiente de la carta.

Dominio magnético A_2

El dominio magnético A_2, se atribuye a rocas intrusivas de composición intermedia a máfica y se caracteriza por presentar anomalías monopolares y dipolares bien definidas con intensidad que varia de + 50 a +350 nT.

Se detectaron 3 grupos de dominios magnéticos A_2 (A_{2-1}, A_{2-2} y A_{2-3}), localizados en las porciones sur-oriente y norte de la carta; mismos que se describen a continuación:

El dominio magnético A_{2-1} ubicado en la porción sur-oriente a 90 Km al oriente del poblado de Pericos, está representado por una anomalía magnética monopolar de forma circular y baja intensidad; se atribuye a un cuerpo intrusivo que se encuentra cubierto parcialmente por rocas volcánicas terciarias (ignimbritas y tobas riolíticas), aflora parcialmente en forma de troncos de composición granodiorítica al sur y al norte de este dominio respectivamente. Donde se observan evidencias de mineralización de Au, Ag y Pb tipo veta (mina El Tigre), porción sur de la carta. Por lo que se recomienda para estudios de exploración, sobre el límite marginal interpretado.

El dominio magnético A_{2-2}, se localiza en la porción oriente de la carta, se define como una anomalía monopolar de moderada intensidad, por su forma se interpreta como la respuesta de un intrusivo en forma de tronco el cual se encuentra cubierto por andesitas y brechas andesiticas del Terciario, no se observan evidencias de mineralización por lo que no presenta interés.

El dominio magnético A_{2-3} ubicado en límite norte de la carta, está definido como una anomalía monopolar de pequeñas dimensiones y alta intensidad, respuesta que se atribuye a un cuerpo intrusivo que se correlaciona parcialmente con el afloramiento de intrusivo granodiorítico Terciario, mientras que otras porciones de este cuerpo se encuentran ocultos por rocas

metavolcanicasedimentarias, sedimentarias y rocas volcánicas, dominio que se extiende hacía el norte, saliendose del límite de la carta. No se recomienda para estudios complementarios, al no observarse evidencias de mineralización.

El Batolito de Sinaloa, presente en la región costera del extremo surponiente de la carta, no presenta respuestas magnéticas anómalas identificables, probablemente debido a que se encuentran enmascaradas por las respuestas de las rocas volcánicas y volcanosedimentarias cuya respuesta se infiere que es más intensa.

Dominio magnético B_1

El dominio magnético B_1 se caracteriza por tener respuestas magnéticas altos, bajos y tendencias magnéticas irregulares valores de intensidades que varían de -400 a +200 nT; Las respuestas magnéticas obtenidas se atribuyen a rocas volcánicas de composición félsicas (riolita e ignimbritas) , que son producto del intenso volcanismo de la Sierra Madre Occidental.

Los dominios magnéticos B_1 se encuentran distribuidos en las porciones norte y toda la zona oriente de la carta.

El dominio magnético B_1 localizado en el límite norte de la carta, definida como una respuesta de baja intensidad, esta representado por altos y bajos magnéticos que se atribuyen a diferentes espesores de rocas volcánicas del Supergrupo Volcánico Superior.

El amplio dominio magnético B_1 localizado en la región oriental de la carta, está definido por una serie de anomalias monopolares y dipolares que nos reflejan la respuesta magnética de las rocas volcánicas del Supergrupo Volcánico Superior que cubren esta zona. Dentro de este dominio magnético B_1 se localizan las zonas mineras de Guanaceví en la porción nororiente de la carta, Minitas al norte y Tahuehueto al centro-oriente con mineralizacion tipo veta de Au y Ag principalmente.

Dominio Magnético B_2

La respuesta magnética que define este dominio, se atribuye a rocas volcánicas de composición intermedia a máfica, se caracteriza por tener alto gradiente magnético y representado por un agrupamiento de dipolos y monopolos, generalmente constituidos en forma caótica y de alta intensidad que varía de -1200 a +600 nT

En esta carta se interpretaron 5 grupos de dominios magnéticos B_2, los cuales se hayan distribuidos en toda la carta, siendo el más extenso e importante el que ocupa la mitad poniente de la carta; ya que dentro de este dominio se encuentran localizadas la mayor cantidad de zonas mineralizadas y prospectos que han contribuido a la importancia de esta región.
Los altos magnéticos de las porciones poniente y surponiente de la carta forman un tren de orientación NW-SE, están marginados por los lineamientos magnéticos atribuibles a fallas , que se ubican dentro del dominio magnético B_2 . Este dominio B_2 puede interpretarse como la respuesta de las rocas andesiticas con alto contenido de magnetita.

No se descarta la posibilidad que las anomalias positivas mas intensas puedan corresponder a las respuestas de intrusivos básicos que presentan una diferenciación magmática dentro del Batolito de Sinaloa.

Los dominios magnéticos B_2 y B_1 representados en la carta nos definen 2 fases magnéticas diferentes: altas respuestas magnéticas definidas como B_2, son atribuidas a intrusivos de grandes dimensiones y a rocas volcanosedimentarias mesozoica y el dominio B_1, constituye la respuesta del Supergrupo Volcánico Superior.

Dominio magnético C

El dominio magnético C, se caracteriza por presentar una respuesta magnética de bajo gradiente, poca extensión, su intensidad varía de -350 a -150 nT, respuesta que se atribuye a rocas sedimentarias metamórficas y a pequeños cuerpos intrusivos de baja respuesta magnética que en ocasiones se encuentran cubiertas por un

pequeño espesor de rocas volcánicas.

Se interpretaron 3 grupos de dominios magnéticos C, localizados uno en la porción suroriente y dos el extremo norponiente de la carta.

El dominio magnético C, localizado en la porción suroriente de la carta está definido por una respuesta de bajo gradiente y baja intensidad se atribuye a las rocas metavolcánicas y metasedimentarias; no se observan evidencias de mineralización.

Los dominios magnético C, localizados en la porción norponiente de la carta, estan definidos por anomalias de baja intensidad y suave gradiente, se interpreta como la respuesta producida por rocas metavolcánicas y metasedimentarias (Formación San José de Gracia) y pequeños cuerpos intrusivos que afectan a la secuencia antes mencionada, en este grupo de dominios se localizan las zonas mineras de Bacubirito y Surutato, donde existe miuneralización de Au y Ag en forma de vetas (CRM, 1991).

Lineamientos y Curvolineamientos Magnéticos.

Se interpretaron 2 sistemas de lineamientos magnéticos principales con rumbo NW-SE y NE-SW, los cuales se interpretan como las respuestas de fallas de origen profundo, que no siempre son observables en superficie.
Los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, se hayan ampliamente distribuidos en las porciones centro-poniente y suroriente de la carta. Estos lineamientos magnéticos delimitan la zona de fallamiento regional mas importante de la región que han controlado el emplazamiento de cuerpos intrusivos, que representan un conjunto de bloques levantados y hundidos en forma escalonada, localizados en la porción central y poniente de la carta.

En las porciones central y suroriental, los lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE, sugieren una amplia zona de fallas, este sistema limita dos unidades magnéticas diferentes definida por los dominios magnéticos B_2 al poniente y B_1 al oriente, dichas respuestas podrian corresponder al límite entre el Complejo Volcánico Inferior y el Supergrupo Volcánico Superior respectivamente (Mc Dowell y otros 1990).

Los lineamientos magnéticos con rumbo NE-SW, tienen menor distribución y se interpretaron en la porción centro-oriental, estos lineamientos aparentemente desplazan a algunos lineamientos de rumbo NW-SE que son correlacionables con los cauces de los rios principales de la región.

Se interpretó también un curvolineamiento, el cual se localiza en la parte central de la carta, su respuesta se atribuye a una estructura de forma circular en ambiente volcánico.

Procesos Analíticos Realizados

Con el propósito de realzar la información contenida en el mapa de Campo Magnético Total (CMT), se aplicaron 3 procesos analíticos a los datos aeromagnéticos, estos procesos consistieron en: Reducción al polo, aplicación de un filtro pasabajas y el de primera derivada vertical; a partir de los cuales se generaron los siguientes mapas:

MAPA DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS

Se generó aplicando un filtro pasabajas al Campo Magnético Total (CMT) reducido al polo, considerando una frecuencia de corte de 0.05 ciclos\ km.
En este mapa se han eliminado las respuestas de alta frecuencia que son producidas por fuentes magnéticas superficiales, lo que permite visualizar la señal correspondiente a las bajas frecuencias, que son típicamente atribuidas a estructuras y cuerpos intrusivos profundos; por lo que es posible identificar levantamientos, depresiones y fallamientos del basamento magnético (figura 3).

MAPA DE RASGOS SUPERFICIALES.

Este mapa es el resultado de haber aplicado un filtro de Primera Derivada Vertical, al campo magnético total (CMT) reducido al polo (figura 4).

En este mapa se resaltan las altas frecuencias que son correlacionables con las fuentes magnéticas poco profundas, con lo que es posible definir los rasgos litoestructurales mas superficiales; como`son estructuras asociadas a eventos volcánicos y toda la cubierta superficial donde se tienen lineamientos y curvolineamientos producto de fallas superficiales y estructuras circulares y semicirculares a poca profundidad.

ZONAS PROSPECTIVAS.

Con base a la interpretación aeromagnética, se seleccionaron 3 zonas prospectivas definidas a partir de la presencia de los dominios magnéticos A_1 y A_2 que se interpretaron como cuerpos intrusivos aflorantes y\o sepultados. Por la asociación de la mineralización económica con los cuerpos intrusivos, estos resultan ser de gran interés (Figura 5).

La primera zona prospectiva está definida por el dominio magnético A_{2-1}, localizado en la porción sur-oriente de la carta, se interpreta como un cuerpo intrusivo sepultado por calizas lutitas y rocas volcánicas con un marco geológico similar a las zonas mineras de Santiago de las Cebollas y Los Naranjos ubicados en la porciones centro y poniente de la carta con mineralización de Au y Ag. Por lo que se recomienda la exploración en todo el límite marginal interpretado por geofísica, ya que en base a su ubicación presenta interés geológico-minero.

La segunda zona prospectiva está definida por el dominio magnético A_{1-2}, se interpreta como la respuesta de un cuerpo intrusivo sepultado por rocas volcánicas, se localiza en las cercanias de la zona minera de Tahuehueto, en la porción centro oriente de la carta. Se considera de interes la zona marginal interpretada en contacto con el Complejo Volcánico Inferior y dentro del intrusivo para mineralización de oro y plata tipo veta de origen hidrotermal.

La tercera zona prospectiva se encuentra asociada al dominio magnético A_{1-1}, se interpreta como la respuesta de un cuerpo intrusivo cubierto por una secuencia volcano-plutónica-sedimentaria Cretácica (Ortega y otros ,1979) localizada en el extremo norte de la carta, presentan interés si se considera como la extensión de la zona mineralizada de San Antonio, donde existe mineralización tipo veta de Au, Ag y Cu.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Briggs, Lan C., 1974. Machine contouring using minimum curvature (spline): Geophysics, V.39, No. 1, p.34-42.

Campa, U.M.F. and Coney, P. J. 1983. Tectonostratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico: Canadian Journal of of Earth Sciences, v. 20, p.1040-1051.

Consejo de Recursos Minerales (CRM), 1994. Monografía geológico-minera del estado de Chihuahua, Publicación M-14e SEMIP, 297p.

Consejo de Recursos Minerales (CRM), 1993. Monografía geológico-minera del estado de Durango, Publicación M-10e SEMIP,204p.

Consejo de Recursos Minerales (CRM), 1991. Monografía geológico-minera del estado de Sinaloa Publicación M- 1e SEMIP, 159p.

Fredrikson G., 1974. Geology of the Mazatlan area, Sinaloa, western Mexico. (Ph. D dissertation). The University of Texas at Austin, 209 p.

IAGA Division V. Working Group 8 (R. A. Langel, Chairman), 1982. International Geomagnetic Reference Field. Revision 1991: Geophysics, v.

57, No. 7, p. 956-959.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1982. Carta Topográfica Pericos G13-7 escala 1:250 000, primera Impresión.

Malpica C. R., 1972. Rocas marinas del Paleozoico Tardio en el área de San José de Gracia, Sinaloa. Sociedad Geológica Mexicana, II Convención Nacional, Libro de Resumenes, p. 174-175.

McDowell, F. W. And Keizer, R.P., 1977. Timing of Mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango city and Mazatlan, Mexico: Geological Society of America Bulletin, v.88, p.1479-1487.

McDowell, F.W.,Wark, D.A., and Aguirre-Diaz, 1990. The Tertiary ignimbrite flare-up in western Mexico: Geological Society of America Abstracts with Programs, v.22, p.66.

Ortega-Gutiérrez, F.,Prieto-Vélez, R., Zúñiga, y.,Flores, S., 1979. Una secuencia volcano-plutónico-sedimentaria Cretácica en el norte de Sinaloa, un Complejo Ofiolítico? :Revista del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, v.3, p.1-8.

Saldaña, S.G., Polanco, S.A., Bataz, M.G., Moreno, L.M. 1999. Carta Geológico-Minera Pericos G13-7. Consejo de Recursos Minerales.

Sedlock, R.L., Ortega G. F.,and Speed, R.C., 1993. Tecnostratigraphic terrenes and tectonic evolution of Mexico. Geological Society of America, Special Paper 278-153p.

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

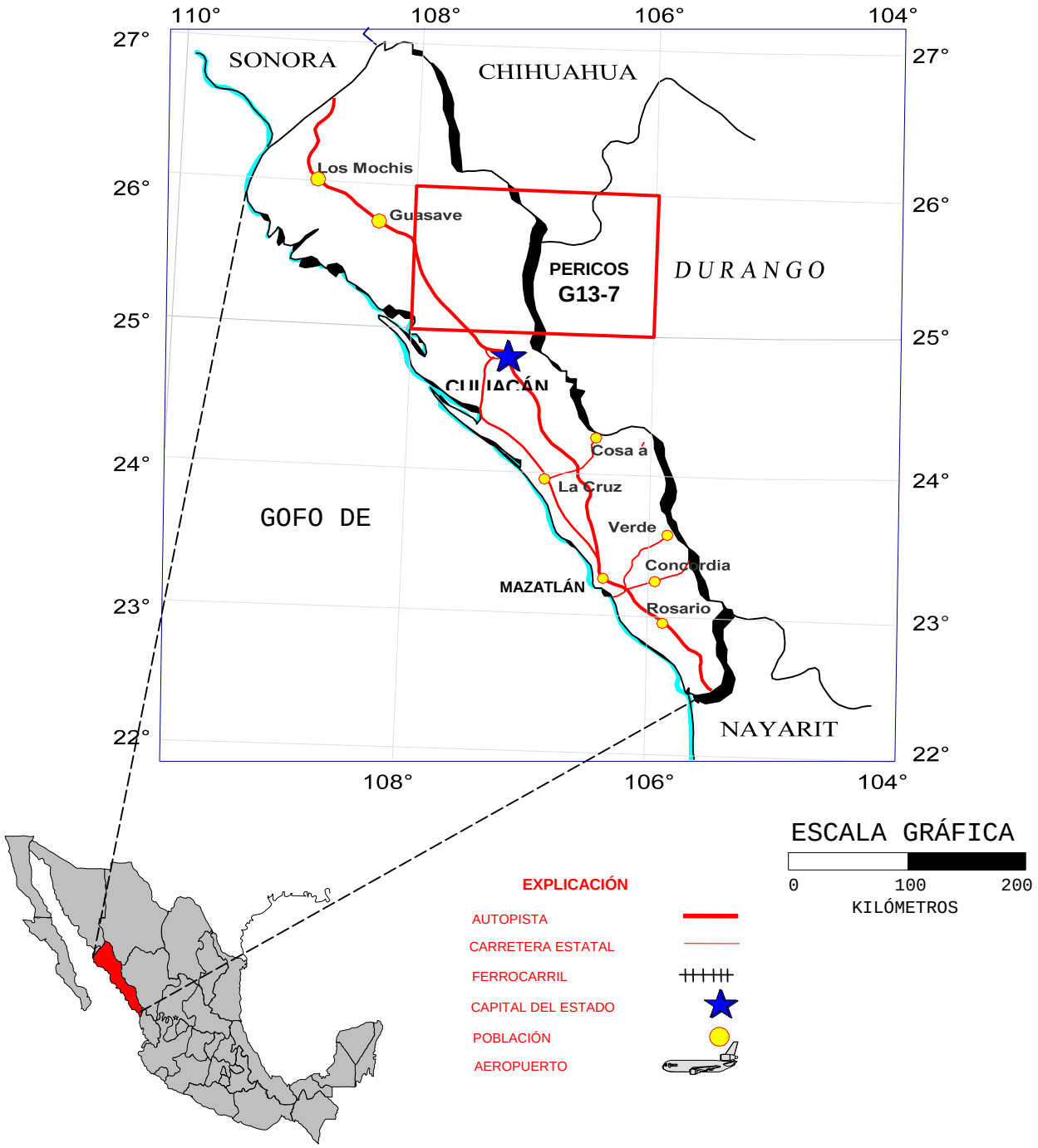
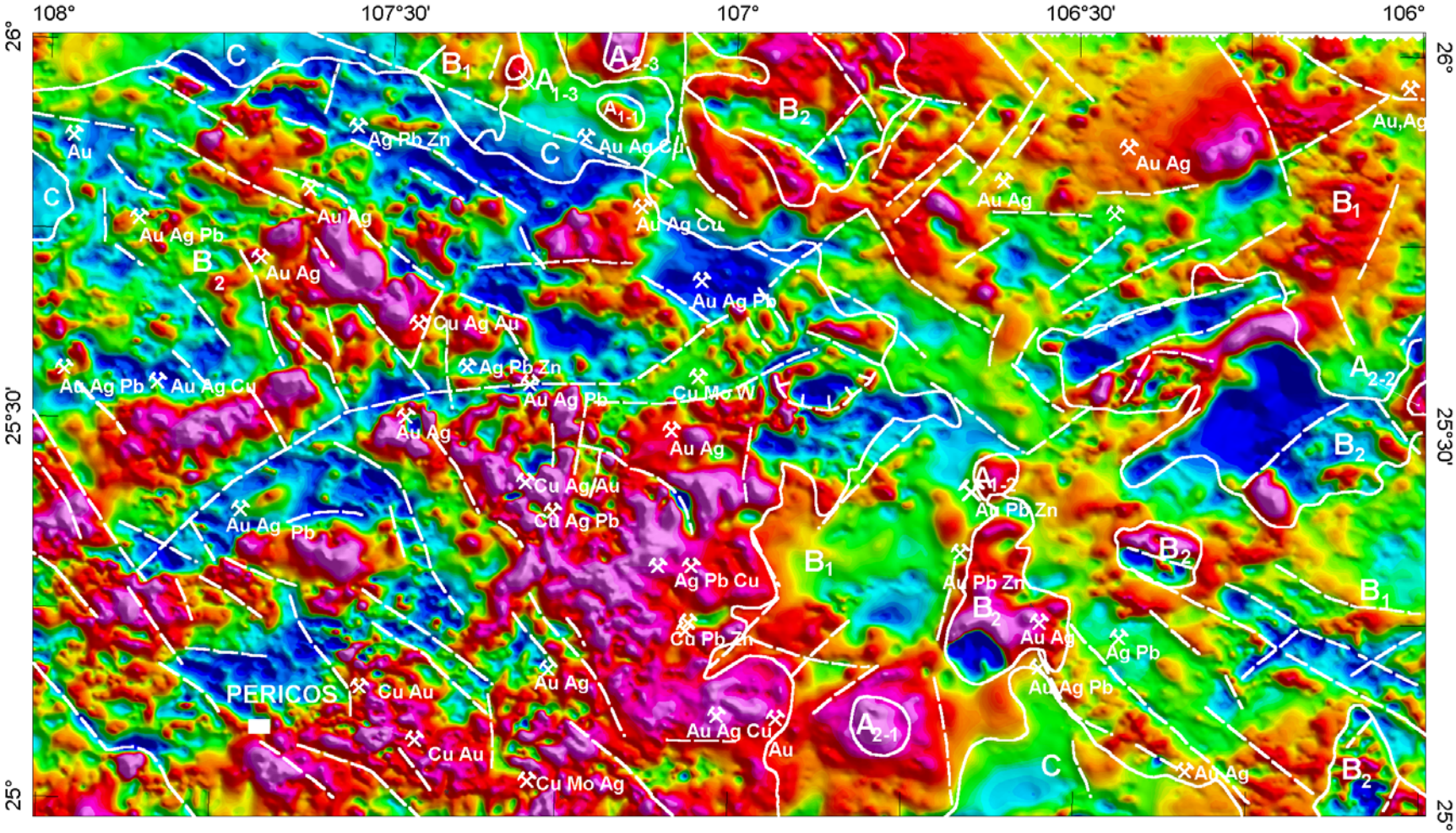


FIGURA 1.- MAPA DE LOCALIZACIÓN



EXPLICACIÓN DE ELEMENTOS INTERPRETADOS

Límite de dominio magnético

Lineamiento magnético

Distrito minero y sustancias — Au

Localidad minera y sustancias — Au

DOMINIOS MAGNÉTICOS

A1.- Cuerpo ígneo intrusivo de composición félsica a intermedia

A2.- Cuerpo ígneo intrusivo de composición intermedia a máfica

B1.- Rocas volcánicas de composición félsica a intermedia

B2.- Rocas volcánicas de composición intermedia a máfica

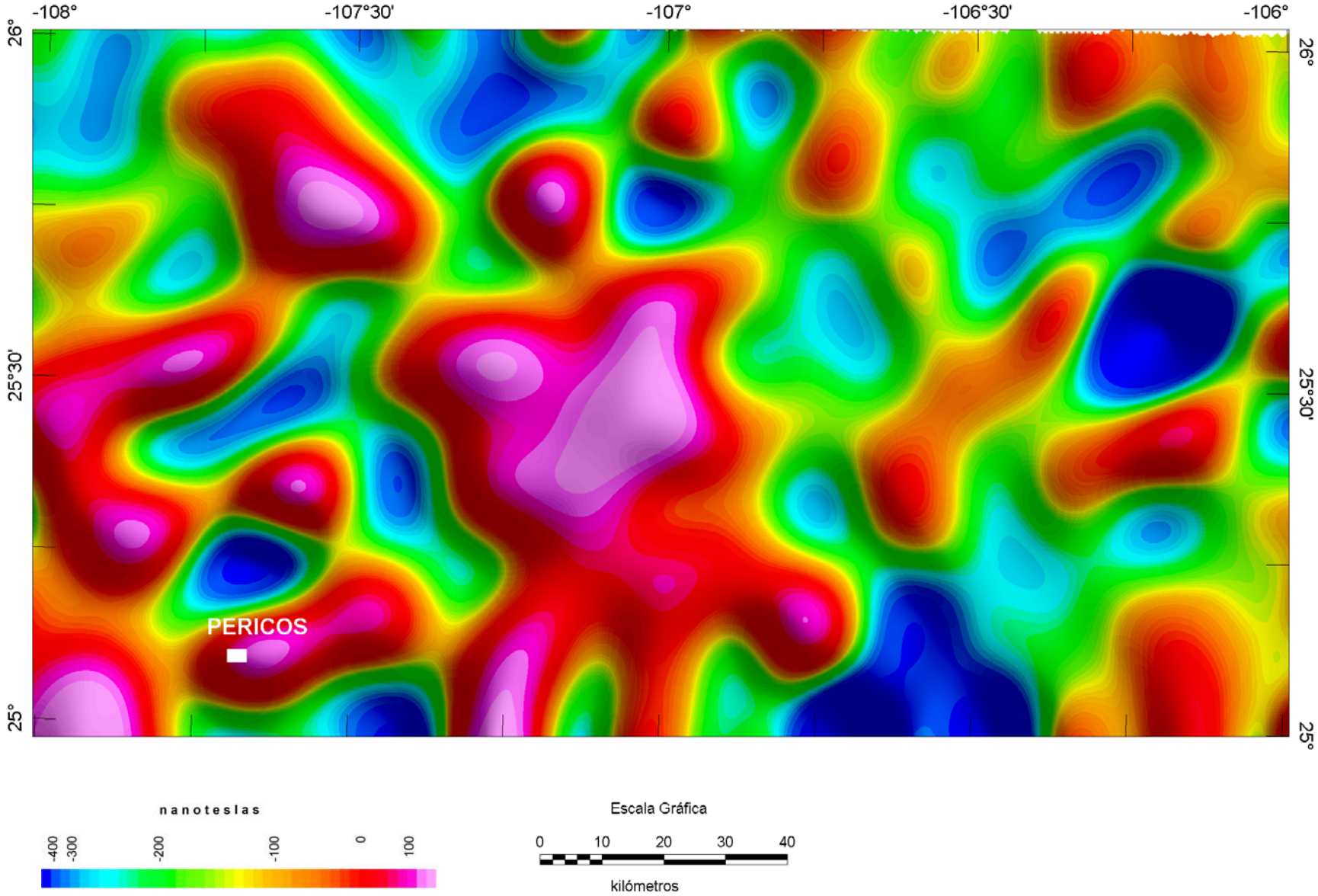
C.- Rocas sedimentarias, metasedimentarias y metavolcánicas

Nota: zonas mineras tomado de la carta Geologico-Minera Pericos G13-7

FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL

PERICOS G13-7

CAMPO MAGNÉTICO TOTAL

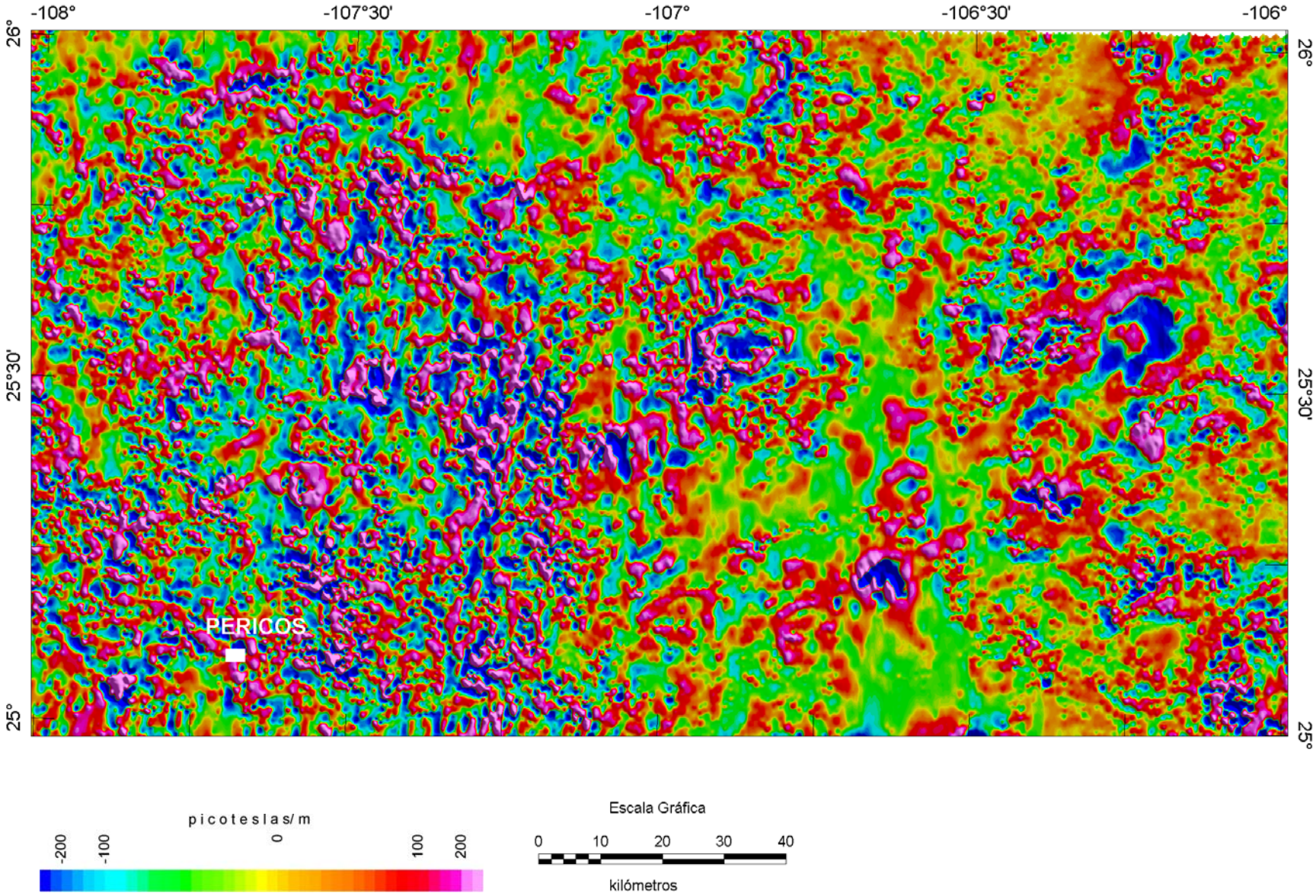


PERICOS G13-7

PASABAJAS DEL CMT Reducido al Polo

frecuencia de corte 0.05 ciclos\km

FIGURA 3.- MAPA DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS

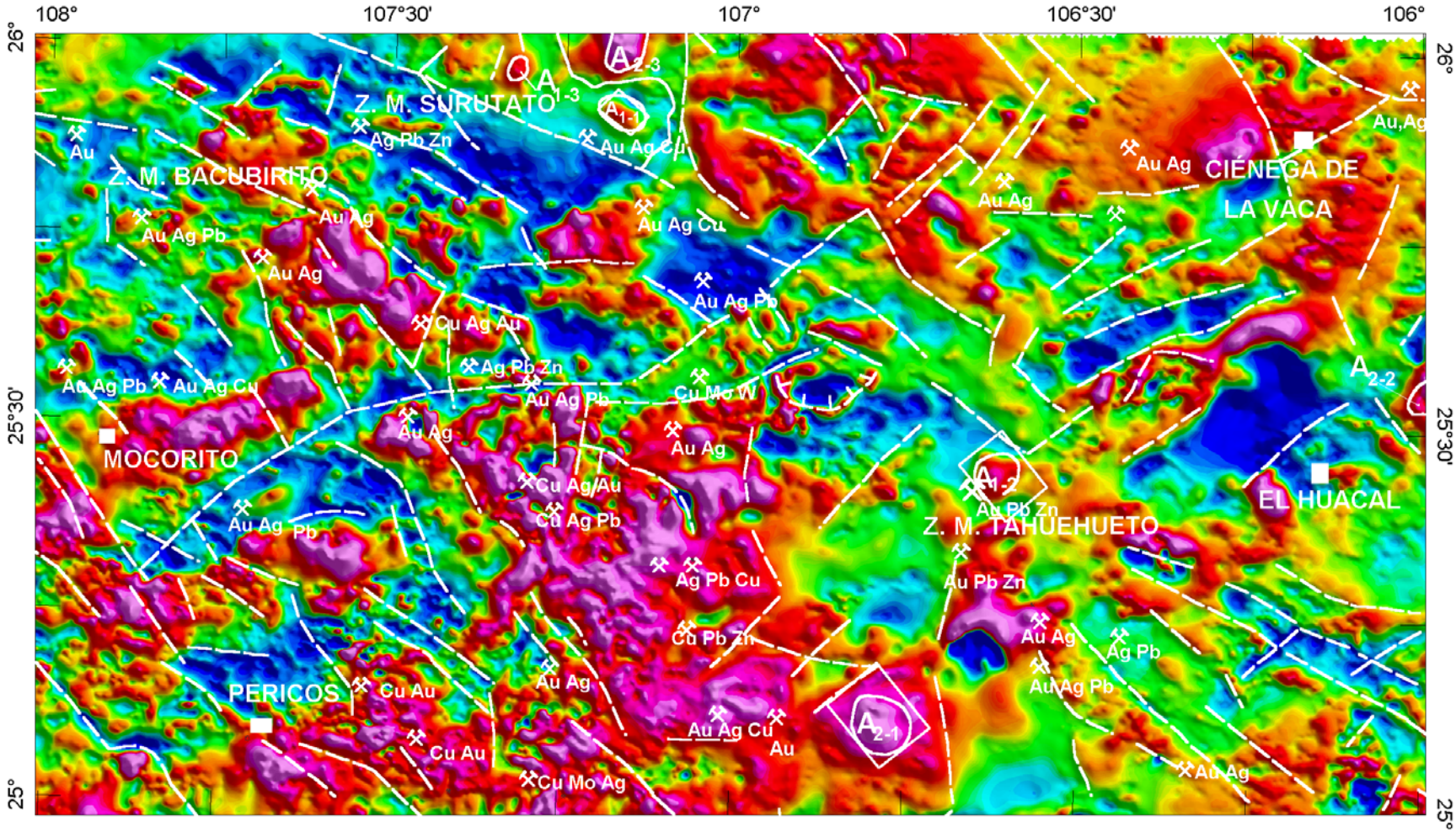


PERICOS G13-7

PRIMERA DERIVADA VERTICAL

del CMT Reducido al Polo

FIGURA 4.- MAPA DE ESTRUCTURAS SUPERFICIALES



Límite de dominio magnético

Lineamiento magnético

Zonas prospectivas

Localidad minera y sustancias — Au

Distrito minero y sustancias — Au

Poblados

nanoteslas: -400, -300, -200, -100, 0, 100

Escala Gráfica: 0, 10, 20, 30, 40 Kilómetros

Nota: zonas mineras tomado de la carta Geologico-Minera Pericos G13-7

FIGURA 5.- ZONAS PROSPECTIVAS A PARTIR DE LA INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL

PERICOS G13-7

CAMPO MAGNÉTICO TOTAL