CONSEJO
DE RECURSOS
MINERALES

SECRETARÍA DE ECONOMÍA | SE

TEXTO GUÍA
CARTA MAGNÉTICA
"OAXACA" E14-9

ESCALA 1:250,000

Ing. César Alam Hernández

SECRETARÍA DE ECONOMÍA
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

- *Editado por el Consejo de Recursos Minerales. Primera Edición 2001.* *© Derechos Reservados.*

Í N D I C E

RESUMEN

Página

INTRODUCCIÓN 1

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA 1

I.1.- Fuentes de información 1

I.2.- Parámetros y equipo utilizado en el levantamiento 1

I.3.- Procesamiento de datos 1
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 3

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL 6

III.1.- Dominios magnéticos 6
III.1.1.- Dominio magnético A_1 7
III.1.2.- Dominio magnético A_2 7
III.1.3.- Dominio magnético B_1 10
III.1.4.- Dominio magnético B_2 10
III.1.5.- Dominio magnético C 10
III.1.6.- Dominio magnético C_1 10

III.2.- Lineamientos magnéticos 11

III.3.- Procesos analíticos realizados 11
III.3.1.- Mapa de estructuras profundas 11
III.3.2.- Mapa de estructuras superficiales 12
III.3.3.- Perfil magnético interpretado 12

III.4.- Zonas de interés geológico-minero 12

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 13

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Página

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

Figura 2.- Interpretación magnética litoestructural ..... entre 7 y 8

Figura 3.- Mapa de estructuras profundas
Filtro pasa bajas de CMT reducido al polo ..... entre 11 y 12

Figura 4.- Mapa de estructuras superficiales
Primera derivada vertical del CMT reducido al polo ..... entre 12 y 13

Figura 5.- Perfil magnético interpretado ..... entre 12 y 13

TABLA No. 1.- Dominios magnéticos A_1 8

TABLA No. 2.- Dominios magnéticos A_2 9

RESUMEN

El Consejo de Recursos Minerales realiza el Programa de Infraestructura Geológico-Minera, dentro del cual se lleva a cabo el cubrimiento aeromagnético sistemático de las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional, con el propósito de conocer las condiciones geológicas y estructurales del subsuelo que ayuden a descubrir yacimientos minerales ocultos.

Dentro de este programa se llevó a cabo el levantamiento aeromagnético de la hoja Oaxaca E14-9, a escala 1:250 000, con formato cartográfico del INEGI, la cual se localiza en la porción sur de la República Mexicana y cubre parcialmente los estados de Oaxaca y Puebla. Abarca una superficie de 23 450 km^2.

El levantamiento aeromagnético de contorno se realizó en el año 2000, a una altura de 300 m sobre la superficie del terreno, la separación de las líneas fue de 1 000 m, con líneas de control a cada 10 000 m, se utilizó un avión Islander bimotor. Los datos magnéticos se presentan (en la carta magnética) como curvas de contorno de isovalores de Campo Magnético Total (CMT) corregido por IGRF.

En el año de 2000 el Consejo de Recursos Minerales publicó la carta geológico-minera Oaxaca, elaborada por los ingenieros: González R. A., Sánchez R. L., Mota M. S., Arceo C. F., Soto A. R., Onofre E. L. y Zárate L. J. En ella se establece que en el área de estudio se presentan tres terrenos tectonoestratigráficos: Mixteco, Oaxaqueño y Maya; el primero se ubica en la porción poniente de la carta, y tiene por basamento al Complejo Acatlán; el Terreno Oaxaca se localiza en la porción central, definiéndose su basamento como un complejo metamórfico en facies de granulita; El Terreno Maya al centro - oriente de la carta y su basamento lo constituye el Complejo Metamórfico Sierra de Juárez. Con relación a los yacimientos minerales se determinaron: 2 regiones mineras (Sierra de Juárez y Oaxaca); 5 distritos mineros (Natividad, Villa Alta, El Parián, Tejocotes y Telixtlahuaca); 4 áreas mineralizadas (Sta. María Peñoles, Huitzo, Pápalo y Huajuapan) y 2 subcuencas carboníferas (Tlaxiaco-Mixtepec y Tezoatlán).

En la interpretación geofísica cualitativa de carácter regional que se presenta en este texto, se definieron 6 grupos de dominios magnéticos (A_1, A_2, B_1, B_2, C y C_1), éstas indican la distribución de las principales unidades litológicas en el subsuelo. De igual manera, se interpretó un sistema preferencial de lineamientos magnéticos, el cual presenta rumbo NW-SE, con variaciones a N-S e indica las principales fallas de origen profundo y zonas de debilidad en donde se interpreta que se emplazaron posibles cuerpos intrusivos o subvolcánicos. Con base en la respuesta magnética obtenida, se definió la presencia de un basamento magnético ubicado en el extremo nororiente de la carta, bajo las unidades metamórficas y sedimentarias del Terreno Maya.

Por otra parte, se elaboró un perfil magnético, con la finalidad de diferenciar los elementos geológico - estructurales mayores, definiéndose el nivel o rango de intensidad magnética que presentan los terrenos Mixteco, Oaxaca y Maya, así como la respuesta de unidades volcánicas y cuerpos intrusivos ocultos.

Como resultado de la interpretación regional del mapa aeromagnético, se seleccionaron dos zonas de interés geológico-minero, la primera se ubicada en la porcion centro-norte de la carta, definida como una zona de debilidad cortical y delimitada por lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE en donde se interpreta que se emplazaron diversos cuerpos intrusivos. En dicha área existen algunas evidencias de mineralización de Au, Ag, Pb y Zn, por lo que se recomienda la exploración de los cuerpos interpretados, para definir su posible potencial minero. La segunda zona se ubica al nororiente de la ciudad de Oaxaca, en donde se interpretó la continuación a profundidad de un cuerpo intrusivo que aflora parcialmente, debido a las evidencias de mineralización de Au y Ag asociadas a este intrusivo, se considera de interés para ser explorado el contacto marginal interpretado, para definir la posible existencia de mineralización de origen hidrotermal y/o metasomático.

INTRODUCCIÓN

La dificultad cada vez mayor para la localización de los 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 conjuntamente con la geología, para lograr encontrar yacimientos minerales de rendimiento económico.

El Consejo de Recursos Minerales, tiene entre sus funciones la misión de elaborar cartas geofísicas aeromagnéticas en las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional. La carta magnética Oaxaca E14-9, escala 1:250,000, forma parte de una serie de publicaciones, las cuales aportan información básica que permite fundamentar futuras exploraciones.

La carta Oaxaca E14-9, escala 1:250,000 con formato cartográfico del INEGI, comprende una superficie de 23,450 km^2, se localiza en la porción sur de la República Mexicana y cubre parcialmente los estados de Oaxaca y Puebla (Figura 1).

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

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA

I.1.- Fuentes de información

Para la elaboración de la carta magnética Oaxaca E14-9, fueron utilizados los datos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.), en el año de 2000.

La información cartográfica básica se digitalizó a partir de la carta topográfica del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1981).

I.2.- Parámetros y equipos utilizados en el levantamiento

Para los levantamientos realizados, la altura de los vuelos de contorno fue de 300 m, con líneas de rumbo N-S, separadas a cada 1 000 m. El equipo utilizado fue: un magnetómetro Scintrex CS-2, de bombeo óptico a vapor de cesio con sensibilidad de 0.001 nT, en la versión de sensor fijo, instalado en un avión tipo Islander modelo BN2-B27. Para el posicionamiento de las líneas de vuelo se empleó un sistema de navegación por satélite(GPS).

Por otra parte, el personal que participó en el levantamiento aeromagnético, así como en el procesado y edición final de la carta magnética fué:

- Ing. Jorge Hernández L.
- Ing. Sergio Jauregui A.
- Técnico Víctor Lara R.
- Técnico Guillermo Guzmán A.
- Técnico Maximino Cruz L.
- Piloto Carlos Morales M.
- Piloto Jorge Peña G.
- Piloto Gerardo Vega G.
- Mecánico Delfino Canseco V.
- Mecánico Jaime Guerrero T.

I.3 Procesamiento de datos

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

I.3.1.- Integración de la información magnética

Para los vuelos realizados en el año 2000, la información se transfirió directamente de la grabación digital del equipo aerogeofísico.

La información digital se procesó mediante el software Geosoft, generándose una rejilla de datos con un tamaño de celda de 200 x 200 m. Los procesos que se aplicaron a la información magnética consistieron en corrección por variación diurna, corrección por líneas de control, corrección por movimiento del avión (compensación magnética) y micronivelación.

El equipo de cómputo empleado fue una PC marca Dell con procesador Pentium II, disco duro de 6 Gb, 128 Mb de memoria RAM y velocidad de 400 Mhz.

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

Según los datos del observatorio de Teoloyucan, México; obtenido para el período de 1923 a 1987, el campo geomagnético de la República Mexicana, ha decrecido en ese período aproximadamente 48.7 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 Oaxaca E14-9, a los datos aeromagnéticos se les sustrajo el valor del IGRF (International Geomagnetic Reference Field) tomando en cuenta la posición geográfica del área, la fecha del levantamiento y la altura de vuelo.

Esta corrección se realizó utilizando los coeficientes del IGRF 1995 adoptados por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, División V, Working Group 8, 1992). Dichos modelos del IGRF han sido valorados para la República Mexicana en el período de 1990 (Campos y otros, 1994), en donde se concluye que proporcionan un campo geomagnético de referencia satisfactorio para nuestro país.

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 y Z, empleándose el algoritmo de interpolación de Briggs (1974) de mínima curvatura. La generación de curvas de contorno se realizó con el software Arc/Info, empleando un regrid al tamaño de celda de la rejilla de 50 x 50 m. El equipo utilizado fue una estación de trabajo Sun Ultrasparc II.

I.3.4.- Graficación

El desplegado gráfico se realizó en un graficador de inyección de tinta Hewlett Packard 755 CM. 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 edición cartográfica de la carta magnética se efectuó con el software Arc-Info. Los intervalos de color de las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 15 nT, indicando los bajos magnéticos en tonos de verde y azul 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 contornos se graficaron a cada 5 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).

En el presente texto se incluyen mapas tamaño carta y en presentación de imagen en relieve del

campo magnético, para realzar los elementos que se describen.

II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA

La síntesis geológica que se presenta a continuación se tomó del resumen del texto explicativo de la carta Geológico-Minera Oaxaca E14-9 elaborada por los ingenieros: González R. A., Sánchez R. L., Mota M. S., Arceo C. F., Soto A. R., Onofre E. L. y Zárate L. J.; publicada por el Consejo de Recursos Minerales en el año 2000, por lo que sí 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.

La Carta Oaxaca, se localiza en la porción norte del Estado de Oaxaca; limitada por las coordenadas geográficas 17°00' – 18°00' de Latitud norte y 96°00' – 98°00' de Longitud oeste del meridiano de Greenwich, cubriendo una superficie de 23,450 km^2.

Fisiográficamente la carta queda comprendida dentro de la Provincia Sierra Madre del Sur, cuyas subprovincias son Tierras Altas de Oaxaca y Sierras Plegadas del Noreste, también abarca una parte mínima de la provincia Llanura Costera del Golfo ubicada en la subprovincia Llanura Costera Veracruzana.

Dentro de la Carta Oaxaca se presentan tres terrenos tectonoestratigráficos: Mixteco, Oaxaqueño (Zapoteco) y Maya.

El Terreno Mixteco se ubica en la porción poniente de la carta, cuyo basamento fue definido por Ortega-Gutiérrez (1978; en González R. A. y otros, 2000) como Complejo Acatlán de edad Cámbrico Superior al Devónico y lo subdivide en los subgrupos Petlalcingo y Acateco, en esta cartografía no fueron diferenciados, pero consta de esquistos psamiticos y pelíticos, migmatitas, metaconglomerados y metacalizas.

La cobertura propia del Basamento Acatlán está compuesta de conglomerados, areniscas y lutitas de las formaciones Olinalá del Carbonífero-Pérmico.

La cobertura de traslape está representada por areniscas, lutitas y conglomerados que comprenden las formaciones Rosario y Cualac indiferenciadas del Jurásico Inferior la que es cubierta por una secuencia de areniscas y lutitas que comprenden el Grupo Tecocoyunca del Jurásico Medio, la cual subyace a calizas, lutitas, limolitas y tobas andesíticas que conforman las formaciones Chimeco, Sabinal y una unidad denominada Indiferenciado del Jurásico Superior.

Durante el Neocomiano-Aptiano se deposita una secuencia de calizas y lutitas de la Formación Tlaxiaco, la cual es cubierta a principios del Albiano por yesos y dolomias de la Formación San Juan Teita, marcando el inicio de una plataforma carbonatada que evoluciona hasta el Cenomaniano y está representada por calizas de la Formación Teposcolula que a su vez es sobreyacida por margas y limolitas de la Formación Tilantongo del Turoniano-Maestrichtiano.

El Terreno Oaxaqueño (Zapoteco) se ubica en la parte central de la carta; limitado al poniente por el Terreno Mixteco y al oriente por el Terreno Maya, su basamento está constituido por el Complejo Oaxaqueño compuesto de charnoquitas, ortogneis, paragneis, gneis sienítico, gneis anortosítico, nelsonitas, migmatitas y mármoles (Ortega-Gutiérrez 1984; en González R. A. y otros, 2000). El grado de metamorfismo de este Complejo corresponde a facies de granulita, con edades que van de l000 a 1100 m.a. (Anderson y Silver, 1971; en González R. A. y otros, 2000). La cobertura propia del Complejo Oaxaqueño comprende areniscas, lutitas y calizas de la Formación Tiñú del Cámbrico-Ordovícico Inferior sobre la cual descansa de manera discordante una secuencia

de calizas, lutitas y areniscas, de las formaciones Ixtalpetec (Mississipico-Pérmico) y Santiago (Pensilvánico-Pérmico), a estas unidades le sobreyacen los conglomerados rojos de la Formación Yododeñe del Pérmico-Triásico.

La cobertura de traslape consiste en los lechos rojos de la Formación Todos Santos del Jurásico Medio, sobre la cual descansan discordantemente las areniscas y lutitas con lentes calcáreos de la Formación Jaltepetongo del Neocomiano–Aptiano, a la que le sobreyace concordantemente las calizas con bandas de pedernal negro de la Formación Yushe del Albiano-Cenomaniano, el Cretácico Superior comprende margas y lutitas de la Formación Tilantongo, con su cambio de facies de calizas y lutitas de la Formación Yucunama.

El Terreno Maya se localiza al centro-oriente de la carta; limitado al poniente por el Terreno Oaxaqueño (Zapoteco) y su basamento lo constituye el Complejo Metamórfico Sierra de Juárez que comprende rocas metamórficas en facies de esquistos verdes como son esquistos de cuarzo-muscovita, esquistos de cuarzo-biotita, esquistos de actinolita-tremolita, así como metagrauvacas, metaconglomerados y metacalizas del Carbonífero-Pérmico, este complejo metamórfico fue afectado durante el Pensilvánico-Pérmico por intrusivos de composición granítica a granodiorítica.

El Complejo Milonítico Aloapan compuesto de rocas de metamorfismo cataclástico de cizalla y consta de protomilonítas, milonítas, ultramilonítas y cataclástitas. Estas rocas están compuestas al menos por cinco protolitos, siendo estos: gneis cuarzo-feldespáticos del Complejo Oaxaqueño del Precámbrico, rocas graníticas del Pérmico, rocas básicas, ultrabásicas y esquistos del Paleozoico Superior.

La cobertura de traslape comprende los lechos rojos de la Formación Todos Santos del Jurásico Medio, sobre esta unidad se desarrolla a partir del Jurásico Superior la Cuenca de Zongolica cuya unidad basal son las calizas dolomitizadas de la Formación San Pedro del Jurásico Superior, sobre la cual descansan areniscas y calizas de las formaciones Jaltepetongo y Xonamanca del Neocomiano - Aptiano sobreyacidas por calizas dolomitizadas de plataforma de la Formación Orizaba. El Cretácico Superior comprende calizas y calizas arrecifales de las formaciones Guzmantla y Atoyac, le sobreyacen discordantemente las lutitas y areniscas de la Formación Chincontepec del Paleoceno.

Algunas unidades de la cubierta terciaria son compartidas por los tres terrenos como son el conglomerado polimíctico y areniscas de edad Paleoceno-Eoceno y corresponde a la fase molásica relacionada a la Orogenia Laramide, sobre la que descansa una unidad de tobas andesíticas y andesitas de edad Eoceno-Mioceno, este amplio rango es debido a que según dataciones se estima que pertenecen a un arco volcánico continental que ha migrado del noroeste al sureste. También del Mioceno en la Cuenca de Oaxaca se tiene una secuencia de calizas lacustres, limolitas que contiene el cuerpo de ignimbritas (Toba Etla) de color verde de la Formación Suchilquitongo y en la Cuenca de Zongolica se tienen unidades pliocénicas como unas tobas riolíticas y un conglomerado polimíctico correspondiente al Terreno Oaxaca y para la Cuenca de Zongolica.

Una de las estructuras más sobresalientes es un complejo estructural de mas de 130 Km de largo y entre 10 a 15 Km de ancho con orientación norte-sur denominado Complejo Milonítico Aloapan que representa el límite entre terrenos Oaxaca y Maya, la cual está delimitada al oriente por la Falla Siempre Viva que corresponde a una falla de deslizamiento, al poniente por la Falla Oaxaca que corresponde a una falla de tipo normal originada por la reactivación cenozoica de una antigua cabalgadura mesozoica y al sur por la Falla Donaji de tipo normal.

La Falla Tamazulapan que constituye el límite de los terrenos tectonoestratigráficos Mixteco y Oaxaqueño, es una falla lateral derecha con

rumbo de NW30°SE flexionándose en su porción intermedia para luego tomar una orientación sensiblemente norte-sur con echados de 79° hasta verticales hacia el este.

Las estructuras en el Terreno Mixteco corresponden al dominio dúctil caracterizado principalmente por pliegues y cabalgaduras con orientación general noroeste-sureste, el dominio frágil es menos común resaltando la Falla Mixteca de tipo lateral izquierda de rumbo noroeste-sureste, además de fallas normales en todas direcciones, las estructuras dúctiles del Terreno Oaxaca son pliegues de orientación noroeste-sureste, el dominio frágil está representado por fallamiento normal, siendo el mas evidente el de orientación noroeste-sureste donde se incluyen las fallas Oaxaca y Tomellín, fallas de este sistema conforman el graben de Oaxaca.

En el Terreno Maya sobresalen las estructuras del dominio dúctil caracterizado por pliegues y cabalgaduras y de estas últimas la más importante es la Falla Siempre Viva, es una estructura de corrimiento (detachment) con orientación noroeste-sureste y echados hacia el noreste, que conforma el límite oriental del Complejo Milonítico Aloapan, también se tiene un Sistema de Cabalgaduras con orientación noroeste-sureste, como son La Falla Aloapan donde la Formación Jaltepetongo cabalga a los esquistos de Sierra de Juárez, la Falla Vista Hermosa donde los esquistos Sierra de Juárez cabalgan a la Formación Todos Santos y la Falla Valle Nacional con la Formación Todos Santos cabalgando a las unidades de la Cuenca de Zongolica.

Con relación a los yacimientos minerales metálicos se determinaron 2 Regiones Mineras (Sierra de Juárez y Oaxaca), 4 Distritos Mineros (Natividad, Villa Alta, El Parían, y Tejocotes) y dos Áreas Mineralizadas (Santa María Peñoles y Huitzo).

La región minera Sierra de Juárez comprende los distritos mineros Natividad y Villa Alta, el distrito minero Natividad se caracteriza por vetas hidrotermales con dos sistemas, el primero N15°-42°E, el segundo N35°-52°W, se detectaron 34 vetas con el mismo número de minas de las cuales 4 se encuentran activas (Natividad, Yagalán, Escopeta y El Aguila), con valores de 2.09 gr/ton a 6.4 gr/ton de Au y de 200 gr/ton a 280 gr/ton de Ag, y 3.3% de la suma de Pb y Zn, el distrito minero Villa Alta se caracteriza por vetas hidrotermales con direcciones de N30°- 48°W, se detectaron 13 vetas de las cuales 5 se ubican en laboreos antiguos y 8 son prospectos, actualmente el distrito se encuentra en reactivación, las leyes medias reportadas son del orden de 0.5 gr/ton de Au, 248 gr/ton de Ag, y 4.5% Pb-Zn.

La región minera de Oaxaca comprende El distrito minero de El Parían y las áreas Mineralizadas de Santa María Peñoles y Huitzo; el distrito minero de El Parían se caracteriza por vetas hidrotermales de espesor reducido (de 0.25 m a 0.80 m) con dirección predominantemente noreste-suroeste, se detectaron 13 vetas con valores de hasta de 13 gr/ton de Au y 146 gr/ton de Ag en laboreos antiguos, según muestreo realizado en los estudios de la carta geológico-minera, se obtuvieron valores entre 1gr/ton a 5.6 gr/ton de Au. El área mineralizada de Santa María Peñoles cuenta con 3 minas abandonadas (Consuelo, Rosario y Estetla) con vetas hidrotermales de espesor reducido (de 0.15m a 0.70 m) con direcciones de N10°E a N20°W y valores entre 2.2 gr/ton de Au y hasta 82 gr/ton de Ag y en Huitzo se tienen mantos de ilmenita con rumbos que varían de N 34° a 52° W y echados de 14° a 24° NE y valores de TiO_2 de 7% a 21% y Fe de 12% a 18%.

El distrito minero de Tejocotes se caracteriza por contener antimonio en cuerpos irregulares de origen hidrotermal, siguen por lo general la dirección de los plegamientos de las rocas de caja, se detectaron 6 estructuras con laboreos antiguos (La Escondida, Los Reyes, La Providencia, Los Chivos, El Aguila y Yucunicoco), los valores de Sb varían de 40% a 60%.

Con relación a los minerales no metálicos se determinaron: un distrito minero (Telixtlahuaca), dos subcuencas carboníferas (Tlaxiaco-Mixtepec y Tezoatlán) y dos áreas mineralizadas (Pápalo y Huajuapan).

El distrito minero Telixtlahuaca con grafito cristalino diseminado con valores que varían de 4% a 8% en paragneises, asi como manifestaciones de Ti O_2 (9.3%) y FeO (23%) en nelsonitas, ambos en el Complejo Oaxaqueno

La subcuenca carbonífera Tlaxiaco-Mixtepec con carbón del tipo semi-antracitico y antracitico, en forma de mantos con rumbos que varían de N16°- 48° E, los espesores van desde 0.5 hasta 1.2 m, el carbón fijo varía de 25% a 40%.

En la subcuenca carbonífera Tezoatlán, los mantos presentan rumbos de N 33°-48°E, y N47°-64°W, el carbón fijo reportado varia de 38% a 45%.

En el área mineralizada Pápalo se localiza un mineral fibroso del grupo de la serpentina (variedad crisotilo) que contiene fibras de asbesto del tipo deslizada, y como vetillas de fibra cruzada, La serpentinita se encuentra en forma de bloques de tamaño variado, los contenidos reportados son SiO_2 40.2%; Fe_2O_3 5.1%; Al_2O_3 0.24%; TiO_2 0.006%; Cr_2O_3 0.18%; Mn_2O_4 0.15; NiO 0.44%; CaO 38.4%.

El área mineralizada Huajuapan con barita en vetas hidrotermales con contenidos de sulfuros de plomo y zinc, con espesores que varían desde 0.30 m a 1.40 m, con valores de $BaSO_4$ 42%, SiO_2 16% y Zn 3%, se localizaron minas antiguas en los poblados de El Carricito (Mpio. de San Jerónimo Silacayoapilla), San Marcos Arteaga, San Pedro Yodoyuxi y Santo Domingo Tonalá, en esta última población también se encontró yeso de la variedad selenita que un tiempo se explotó a manera de mármoles con leyes medias de: CaO= 32% y SO_3= 45%.

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

La información aeromagnética contenida en la carta, tiene un alcance de carácter regional, debido a la escala del mapa (1:250,000), en donde a partir de los datos aeromagnéticos se interpretaron indirectamente rasgos geológicos del subsuelo, infiriendo la distribución y naturaleza de las rocas ocultas, tales como rocas sedimentarias y metamórficas, cuerpos intrusivos, rocas volcánicas, fallas profundas y controles estructurales favorables para la presencia de depósitos minerales, rasgos obtenidos con base en el contraste de susceptibilidad magnética de los materiales del subsuelo, originado éste, por la composición mineralógica de las rocas.

En la interpretación cualitativa de la carta Oaxaca E14-9, se indican los rasgos magnéticos principales, estos resultados están sujetos 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 información con más detalle en áreas específicas de interés seleccionadas en esta carta, resulta necesario llevar a cabo levantamientos aeromagnéticos de alta resolución y a partir de éstos una interpretación cuantitativa, realizar cálculos y modelados que proporcionen datos de profundidad a la cima de los cuerpos magnéticos y espesores de las unidades más importantes, trabajando en mapas a escalas 1:50 000 ó 1:20 000, donde se seleccionarán sucesivamente áreas más reducidas en las cuales habrá que realizar trabajos de campo geológicos, geoquímicos y geofísicos a detalle.

III.1.- Dominios magnéticos

En la carta magnética Oaxaca E14-9, se identificaron 6 grupos de dominios magnéticos indicados con las letras A_1, A_2, B_1, B_2, C y C_1,

diferenciados de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar (Figura 2).

III.1.1.- Dominio magnético A_1

Los dominios magnéticos A_1 se atribuyeron generalmente a rocas intrusivas de composición félsica a intermedia, caracterizándose por presentar una respuesta magnética dipolar y monopolar, así como un gradiente moderado, variando en intensidad de -260 a -140 nT (nanoteslas).

Se interpretaron 8 dominios magnéticos A_1 distribuidos principalmente en las porciones centro y sur de la carta; la ubicación, características magnéticas y correlación geológica de éstos dominios se muestra en la Tabla No. 1.

Como se puede observar en la Tabla No. 1, anteriormente referida, la correlación geológica superficial que presentan los dominios A_1 es principalmente con unidades sedimentarias y metamórficas; estas unidades se caracterizan en ambos casos por presentar valores de intensidad magnética muy bajos, por lo que, a pesar de que no existen afloramientos identificados de cuerpos intrusivos relacionados con los dominios A_1 interpretados, resulta en la mayoría de los casos, evidente la detección de anomalías, las cuales considerando la compleja geología de la zona, se definieron como dominios magnéticos y se interpretaron como posibles cuerpos ígneos de origen plutónico o subvolcánico.

Por otra parte, cabe señalar que algunos de los cuerpos intrusivos que se encuentran aflorando no presentan una respuesta magnética definida, esta situación puede ser ocasionada por la alteración de los minerales ferromagnéticos de estos intrusivos, o bien porque éstos se encuentren cubiertos por unidades volcánicas.

III.1.2.- Dominio magnético A_2

Los dominios magnéticos A_2 se atribuyen en general a rocas intrusivas de composición intermedia a máfica y se manifiestan por presentar anomalías magnéticas monopolares y dipolares de alto gradiente, la intensidad varía de -350 a 280 nT.

Se definieron 7 dominios magnéticos A_2 distribuidos en la superficie que cubre la carta; la ubicación, características magnéticas y correlación geológica de estos dominios, se muestra en la Tabla No. 2.

Un caso muy particular de los dominios magnéticos A_2 detectados en la presente carta es el dominio $A_{2\text{-}7}$, el cual se detectó en una extensa superficie de la porción nororiente de la carta y se interpretó como parte del basamento magnético, sugiriendo con esto que bajo las unidades metamórficas y sedimentarias del Terreno Maya, puede existir un basamento de tipo ígneo. Esta interpretación concuerda con lo expuesto por López Ramos (1981) en la descripción del recorrido realizado de Valle Nacional a Guelatao en donde identifica tres grandes intrusiones ígneas; de igual manera, González y Arceo (2000), señalan como parte del basamento del Terreno Maya a la secuencia de esquistos, metaconglomerados, metagrauvacas y metacalizas que son afectadas por rocas ígneas intrusivas de composición granítica a granodiorítica.

También se tomó en cuenta la información geofísica disponible, analizando las cartas graviméticas de la República Mexicana (De la Fuente y otros, 1992), particularmente la carta de anomalía residual isostática (CRM, 1996; Mena y otros, 1995), en donde se observa buena correlación entre el dominio magnético $A_{2\text{-}7}$ y un alto gravimétrico, (de intensidad similar a la que presenta el Batolito de Chiapas), por lo que se puede considerar factible la delimitación del basamento magnético definido en la presente interpretación.

TABLA No. 1

Dominios Magnéticos A_1

Localización	*Descripción*	*Correlación Geológica **
A_{1-1} Aproximadamente a 20 km al SE de Sta. María Asunción Tlaxiaco.	- Respuesta magnética: monopolar - Forma: elíptica - Intensidad máxima: -180 nT	En superficie se correlaciona con unidades calcáreas de edad Jurásica, con areniscas y conglomerados terciarios. La respuesta magnética se interpreta como un posible cuerpo intrusivo a profundidad.
A_{1-2} Aproximadamente a 23 km al NE de Sta. María Asunción Tlaxiaco.	- Respuesta magnética: monopolar - Forma: elíptica - Intensidad máxima: de -160 nT	La correlación superficial es principalmente con unidades calcáreas cretácicas, así como con areniscas y conglomerados. Este dominio magnético se interpreta como un cuerpo ígneo que se emplazó en una zona de debilidad cortical, reflejada un superficie por la presencia de la Falla Tamazulapan.
A_{1-3} Aproximadamente a 45 km al SE de Sta. María Asunción Tlaxiaco.	- Respuesta magnética: monopolar - Forma: irregular - Intensidad máxima: -160 nT	Se correlaciona principalmente con margas y limolitas cretácicas. La respuesta magnética que presenta este dominio se interpreta como un posible cuerpo intrusivo a profundidad alojado en una zona de debilidad.
A_{1-4} Aproximadamente a 45 km al SE de Sta. María Asunción Tlaxiaco.	- Respuesta magnética: monopolar - Forma: irregular - Intensidad máxima: -140 nT	En superficie se correlaciona con unidades calcáreas cretácicas y con areniscas y conglomerados terciarios. Este dominio magnético se puede interpretar como un cuerpo intrusivo o como un cuerpo subvolcánico, asociado a una zona de falla profunda, definida por un lineamiento magnético.
A_{1-5} Aproximadamente a 20 km al NE del poblado de Sto. Domingo Yanhuitlán.	- Respuesta magnética: dipolar - Forma: semicircular - Intensidad magnética: de -260 a -165 nT	La correlación superficial es principalmente con unidades calcáreas del cretácico. La respuesta magnética se interpreta como un posible cuerpo intrusivo a profundidad
A_{1-6} Aproximadamente a 20 km al SW del poblado de Sta. María Tecomavaca.	- Respuesta magnética: monopolar - Forma: irregular - Intensidad máxima: -180 nT	Se correlaciona con unidades sedimentarias cretácicas y con un pequeño afloramiento de unidades metamórficas del Complejo Oaxaqueño. La respuesta magnética de este dominio se interpreta como un posible cuerpo intrusivo a profundidad, el cual se emplazó en una zona de debilidad que se refleja superficialmente con un fallamiento de rumbo NW-SE.
A_{1-7} Aproximadamente a 20 km al SE del poblado de Sta. María Tecomavaca.	- Respuesta magnética: dipolar - Forma: semicircular - Intensidad magnética: de -220 a -160 nT	En superficie se correlaciona con unidades metamórficas del Complejo Milonítico Aloapan. La respuesta magnética de este dominio se puede interpretar como un cuerpo intrusivo a profundidad; sin descartar la posibilidad de que se trate de unidades ultrabásicas (como las identificadas en el área de Concepción Pápalo), las cuales conforman parte del protolito del Complejo Milonítico.
A_{1-8} Aproximadamente a 42 km al SE del poblado de Sta. María Tecomavaca.	- Respuesta magnética: monopolar - Forma: semicircular - Intensidad máxima: -160 nT	Se correlaciona con unidades metamórficas del Complejo Milonítico Aloapan. La respuesta magnética de este dominio se puede interpretar como un cuerpo intrusivo a profundidad; sin descartar la posibilidad de que se trate de unidades ultrabásicas (como las identificadas en el área de Concepción Pápalo), las cuales conforman parte del protolito del Complejo Milonítico.

* Con base en la geología de la carta Geológico-Minera a la misma escala, publicada por el CRM.

TABLA No. 2

Dominios Magnéticos A_2

Localización	*Descripción*	*Correlación Geológica **
A_{2-1} Aproximadamente a 35 km al NW de la ciudad de Oaxaca.	- Respuesta magnética: monopolar - Forma: semicircular - Intensidad máxima: 280 nT	La correlación geológica superficial que presenta este dominio es principalmente con un cuerpo intrusivo paleozoico (Etla), así como con rocas metamórficas del Complejo Oaxaqueño. La respuesta magnética de este dominio se interpreta que corresponde a la continuación del cuerpo intrusivo a profundidad.
A_{2-2} Aproximadamente a 30 km al SE del poblado de Sta. María Tecomavaca.	- Respuesta magnética: dipolar - Forma: semicircular - Intensidad magnética: de -270 a -40 nT	Se correlaciona en superficie con unidades metamórficas del Complejo Milonítico Aloapan, así como con areniscas y conglomerados terciarios. Se considera que la respuesta magnética corresponde a un posible cuerpo intrusivo a profundidad.
A_{2-3} Aproximadamente a 16 km al SE del poblado de Sta. María Tecomavaca.	- Respuesta magnética: dipolar - Forma: semicircular - Intensidad magnética: de -350 a 10 nT	En superficie se correlaciona con unidades metamórficas del Complejo Milonítico Aloapan. La respuesta magnética de este dominio se puede interpretar como un cuerpo intrusivo a profundidad; sin descartar la posibilidad de que se trate de unidades ultrabásicas (como las identificadas en el área de Concepción Pápalo), las cuales conforman parte del protolito del Complejo Milonítico.
A_{2-4} Aproximadamente a 17 km al SE del poblado de Sta. María Tecomavaca.	- Respuesta magnética: dipolar - Forma: semicircular - Intensidad magnética: de -300 a -40 nT	La correlación geológica es con unidades metamórficas del Complejo Milonítico Aloapan. La respuesta magnética de este dominio se puede interpretar como un cuerpo intrusivo a profundidad; sin descartar la posibilidad de que se trate de unidades ultrabásicas (como las identificadas en el área de Concepción Pápalo), las cuales conforman parte del protolito del Complejo Milonítico.
A_{2-5} Aproximadamente a 50 km al N de la ciudad de Oaxaca.	- Respuesta magnética: dipolar - Forma: elíptica - Intensidad magnética: de -250 a -120 nT	La correlación superficial que presenta este dominio es con unidades metamórficas del Complejo Milonítico Aloapan y con unidades calcáreas cretácicas. La respuesta magnética de este dominio se considera que corresponde a un posible cuerpo intrusivo emplazado en una zona de debilidad en donde se ubica también la falla Siempre Viva.
A_{2-6} Aproximadamente a 50 km al NE de la ciudad de Oaxaca.	- Respuesta magnética: dipolar - Forma: elíptica - Intensidad magnética: de -330 a -50 nT	Se correlaciona en superficie con un cuerpo intrusivo granodiorítico terciario, así como con unidades de Complejo Metamórfico Sierra de Juárez .Se interpreta la respuesta magnética de este dominio como la extensión a profundidad del cuerpo intrusivo.
A_{2-7} Sector nororiente de la carta. San Juan Bautista Valle Nacional.	- Respuesta magnética: monopolar - Forma: semicircular - Intensidad máxima: 65 nT	La correlación superficial que presenta este amplio dominio es con unidades sedimentarias cretácicas y jurásicas, y con unidades metamórficas del Complejo Sierra de Juárez. La respuesta magnética obtenida, define una serie de cuerpos magnéticos (probablemente ígneos) de grandes dimensiones, que por sus características similares se agruparon en un sólo dominio magnético. Este dominio se interpreta como el basamento magnético, el cual conforma una franja de 35 km de ancho y 70 km de largo.

* Con base en la geología de la carta Geológico-Minera a la misma escala, publicada por el CRM.

III.1.3.- Dominio magnético B_1

El dominio magnético B_1, se atribuye generalmente a rocas volcánicas de composición félsica a intermedia, se caracteriza por presentar distorsiones, altos y bajos magnéticos que se agrupan formando zonas de bajo gradiente y baja intensidad magnética (-260 a -140 nT).

El único dominio magnético B_1 detectado, se ubica al poniente del poblado de Santa María Asunción Tlaxiaco y se correlaciona con unidades volcánicas de composición andesítica.

III.1.4.- Dominio magnético B_2

Este dominio magnético se atribuye generalmente a rocas volcánicas de composición intermedia a máfica, está representado por monopolos y dipolos magnéticos, distribuidos en forma caótica, con intensidades que varían de –380 a -40 nT; presentan pequeña distancia dipolar y forman zonas de alto gradiente.

Este dominio de detectó distribuido principalmente en las porciones poniente y suroriente de la carta; la correlación geológica que presenta en superficie es principalmente con tobas riolíticas y andesíticas, así como con extensos derrames lávicos de composición andesítica que se relacionan a fallas y suturas regionales (González y Arceo, 2000).

Lo anteriormente expuesto, aunado a la respuesta magnética tan extensa, detectada en la porción norponiente de la carta, permite suponer que el espesor de las rocas volcánicas debe ser muy grande o incluso podría tratarse del centro de emisión de dichas unidades volcánicas.

III.1.5.- Dominio magnético C

El dominio magnético C está representado por distorsiones magnéticas suaves que forman zonas de bajo gradiente, presenta intensidades que varían de -260 a –170 nT. Se atribuye en general a rocas sedimentarias y metamórficas.

Este nivel magnético es el que se presenta mas ampliamente extendido dentro de la superficie que cubre la presente carta, manifestándose como un dominio magnético de fondo. La correlación geológica que presenta es con unidades metamórficas del Complejo Acatlán; rocas metamórficas del Terreno Oaxaca, así como las unidades sedimentarias que lo cubren parcialmente; Complejo Milonítico Aloapan, y las rocas metamórficas y sedimentarias del Terreno Maya descritos por González R. A. y otros (2000).

A pesar de que las unidades con que se correlaciona este dominio magnético son muy diferentes desde el punto de vista geológico, la respuesta magnética que presentan es muy similar (debido a que la susceptibilidad magnética de dichas unidades es muy pequeña), motivo por el cual, al nivel de la presente interpretación regional, se agruparon en un solo dominio magnético.

III.1.6.- Dominio magnético C_1

Se definió éste dominio para diferenciar una respuesta con fuertes distorsiones magnéticas que forman zonas de alto gradiente, la cual presenta intensidades que varían de -500 a 600 nT.

Este dominio magnético se correlaciona con las unidades metamórficas que constituyen al Complejo Oxaqueño, (principalmente metasedimentos calcáreos y rocas metaígneas cuya composición varía desde básica hasta ácida; González y Arceo, 2000).

Considerando la alta intensidad magnética que presenta este dominio, así como la forma tan disgregada de la respuesta magnética se interpreta este dominio puede corresponde a la presencia de cuerpos metaígneos de composición básica (metagabros, anortositas y

anfibolitas) que constituyen parte del complejo metamórfico.

El bajo magnético ubicado al poniente y surponiente de la Ciudad de Oaxaca corresponde a un dominio litoestructural que no se pudo definir, quizá corresponda la parte más superficial del basamento metamórfico de facies granulítica.

III.2.- Lineamientos magnéticos

Los lineamientos magnéticos se representan gráficamente en la figura 2 con líneas interrumpidas, éstos se pueden interpretar como: contactos entre dos unidades de diferente nivel magnético, zonas de debilidad o fallas profundas, cuya manifestación superficial no es evidente en algunos casos.

Se interpretó un sistema principal de lineamientos magnéticos, el cual presenta una orientación preferencial de rumbo NW-SE, con variaciones a N-S.

Algunos de los lineamientos magnéticos definidos en la presente interpretación, delimitan zonas de debilidad que son aprovechadas para el emplazamiento de posibles cuerpos intrusivos (dominios magnéticos A_1 y A_2). Esta situación se puede observar en la porción central de la carta, en donde se detectaron los dominios A_{1-8}, A_{2-2}, y A_{2-5} entre lineamientos de rumbo NW SE. Dichos lineamientos se correlacionan parcialmente con fallamientos identificados en superficie que delimitan al Complejo Milonítico Aloapan.

Debido a que en el sur de nuestro país se caracteriza por la presencia de bloques corticales de diferente naturaleza delimitados por fallas (Tolson, 1993), resulta conveniente llevar a cabo análisis más detallados de los lineamientos definidos en la presente interpretación que den la pauta para comprender mejor el comportamiento tectónico de dichos bloques.

III.3.- Procesos analíticos realizados

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

III.3.1.- 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 (longitud de onda de 20 km), para toda la información.

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).

En la porción nororiente de este mapa es posible observar que las respuestas de mayor intensidad magnética corresponden con la continuación a profundidad del dominio magnético A_{2-7} interpretado como parte del basamento magnético.

En las inmediaciones de Huajuapan de León, se definió, en el mapa de campo total, un dominio magnético B_2, el cual se correlaciona con unidades volcánicas, dicha respuesta se integra a profundidad, sugiriendo que este dominio está relacionado con la fuente magmática que suministró el aporte de las unidades volcánicas

III.3.2.- Mapa de estructuras superficiales

Se generó aplicando un filtro de primera derivada vertical al Campo Magnético Total (CMT) reducido al polo.

En este mapa se resaltan las altas frecuencias que son correlacionables con las fuentes magnéticas más someras, con lo que es posible definir los rasgos litoestructurales más superficiales (Figura 4). Definiéndose claramente el área de influencia del volcanismo en las porciones poniente y suroriente de la carta, como sucede al norte del poblado de Santa María Tlaxiaco y al oriente de la Ciudad de Oaxaca.

III.3.3.- Perfil magnético interpretado

En la presente carta, se tienen identificados cuando menos tres diferentes elementos geológico-estructurales mayores: Terreno Mixteco, Terreno Oaxaca y Terreno Maya, los cuales, debido a su bajo contraste de susceptibilidad magnética, no fue posible diferenciarlos, por lo que se agruparon en el dominio magnético C.

Por tal motivo, con la finalidad de definir con mayor claridad la respuesta magnética de los diferentes elementos que se conjuntan, se obtuvo a partir de la rejilla de datos, un perfil magnético A-A', (el cual se correlaciona con la sección geológica A-A' de la carta Geológico-Minera Oaxaca E14-9, publicada por el CRM), por lo que permite analizar la información en forma un poco mas detallada.

En el perfil magnético (Figura 5), fue posible diferenciar algunos de los elementos geológico estructurales mayores, definiéndose que cada uno de ellos presenta un nivel o rango de intensidad magnética (nivel que en ocasiones no es perceptible al analizar un plano). Para el Terreno Mixteco se observó entre -200 y -225 nT; el Terreno Oaxaca se define con un nivel de intensidad magnética de -250 nT. Una porción del Terreno Maya se caracteriza dentro del perfil como una respuesta con variaciones alrededor de un nivel promedio de -200 nT.

Por otra parte, el dominio magnético A_{2-7} define un amplio cuerpo magnético, interpretado como parte del basamento magnético de la porción nororiente de la carta; también fue posible observar la respuesta de algunos eventos volcánicos, caracterizados por presentar alta intensidad y alta frecuencia magnética, los cuales se encuentran afectando a unidades sedimentarias; Los cuerpos intrusivos interpretados (dominios A_{1-2} y A_{1-8}) se identifican sobresaliendo del nivel de fondo en donde se encuentran emplazados.

Cabe señalar que el presente análisis se realizó sobre un solo perfil, por lo que los resultados obtenidos dan un panorama del comportamiento magnético de las unidades geológicas, mas no determinan sus características magnéticas en forma definitiva. Para lo cual se requeriría del análisis de más información (valores de susceptibilidad magnética, mayor número de perfiles, etc.)

III.4.- Zonas de interés geológico-minero

Considerando las evidencias geológicas y de acuerdo con la interpretación regional del mapa aeromagnético, se seleccionaron dos zonas de interés geológico-minero (Figura 2), para ser exploradas por mineralización polimetálica, las cuales se describen a continuación:

La primer zona de interés geológico-minero se ubica en la porción centro-norte de la carta, al suroriente del poblado de Santa María Tecomavaca; constituye una amplia franja de rumbo NW SE, en donde se definió la presencia de los dominios magnéticos A_{1-7}, A_{1-8}, A_{2-2}, A_{2-3}, A_{2-4} y A_{2-5} interpretados como posibles cuerpos intrusivos.

Esta zona se correlaciona en superficie principalmente con el Complejo Milonítico Aloapan. En la porción norte del área

seleccionada se localiza el distrito minero de Concepción Pápalo, en donde se encuentran importantes depósitos de asbesto, posiblemente originado por un fenómeno ortomagmático, así como algunas manifestaciones de mineralización de Au, Ag, Pb y Zn de origen hidrotermal (CRM, 1996). Considerando estas evidencias, se recomienda la exploración de los cuerpos interpretados, para definir su posible potencial minero.

La segunda zona de interés geológico-minero se localiza aproximadamente a 50 km al noreste de la Ciudad de Oaxaca, en donde se detectó el dominio magnético A_{2-6}, interpretado como un cuerpo intrusivo, el cual aflora parcialmente, infiriéndose su continuación a profundidad hacia el sur.

Debido a las evidencias de mineralización de Au y Ag, que se ubican en las inmediaciones del cuerpo intrusivo interpretado (mina Natividad), se recomienda la exploración del contacto marginal interpretado, con la finalidad definir la posible existencia de mineralización de origen hidrotermal y/o metasomático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Briggs, I. C. 1974. Machine contouring using minimum curvature (spline), Geophysics. Vol. 39, No. 1, p. 32-42.

Campos E. J. O., Hernández Q. E., Nolasco CH. A., Orozco T. A., Cañon A. C., Alvarez G. G., Urrutia F. J., 1994. A preliminary assessment of the IGRF-1990 for Mexico. Physics of the Earth and Planetary Interiors, 82. Elsevier Science B. V., p. 105 - 111.

Consejo de Recursos Minerales, 1996. Monografía Geológico - Minera del Estado de Oaxaca. SECOFI, Publicación M-17e.

De la Fuente D. M., Aiken C. L., Mena J. M., Simpson R. W., 1992. Cartas Gravimétricas de la República Mexicana. III Carta de Anomalía Residual Isostática. SEP, INEGI.

González R. A. y Arceo C. F., 2000. Informe de la carta geológico minera Oaxaca, clave E14-9, escala 1:250 000. Estados de Oaxaca y Puebla. Consejo de Recursos Minerales. SECOFI.

González R. A., Sánchez R. L., Mota M. S., Arceo C. F., Soto A. R., Onofre E. L. y Zárate L. J., 2000. Carta Geológico - Minera Oaxaca E14-9. Estados de Oaxaca y Puebla. Consejo de Recursos Minerales. SECOFI.

IAGA, División V, Working Group 8 (R.A. Langel, Chairman), 1992, International Geomagnetic Reference Field, Revisión 1991: Geophysics, v. 57 Núm. 57, p. 956-959.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 1981. Carta Topográfica Oaxaca E14-9, escala 1:250,000, 1ª impresión.

Mena M., De la Fuente M., Morán D., Espíndola J. M., Núñez-Cordú F., Medina F., 1995. Anomalías gravimétricas y espesor de la corteza terrestre en la región de Oaxaca, México. Geofísica Internacional, Vol. 34, núm. 1, p. 79 - 91.

López R. E., 1981. Geología de México. Tomo III. Edición Escolar. Segunda edición, p. 129 - 135.

Tolson G., Solís P. G., Morán Z. D., Victoria M. A., Hernández T. J., 1993. Naturaleza petrográfica y estructural de las rocas cristalínas en la zona de contacto entre los terrenos Xolapa y Oaxaca, región de Santa María Huatulco, Oaxaca. Monografía No.1, Unión Geofísica Mexicana, p. 327 - 349.

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

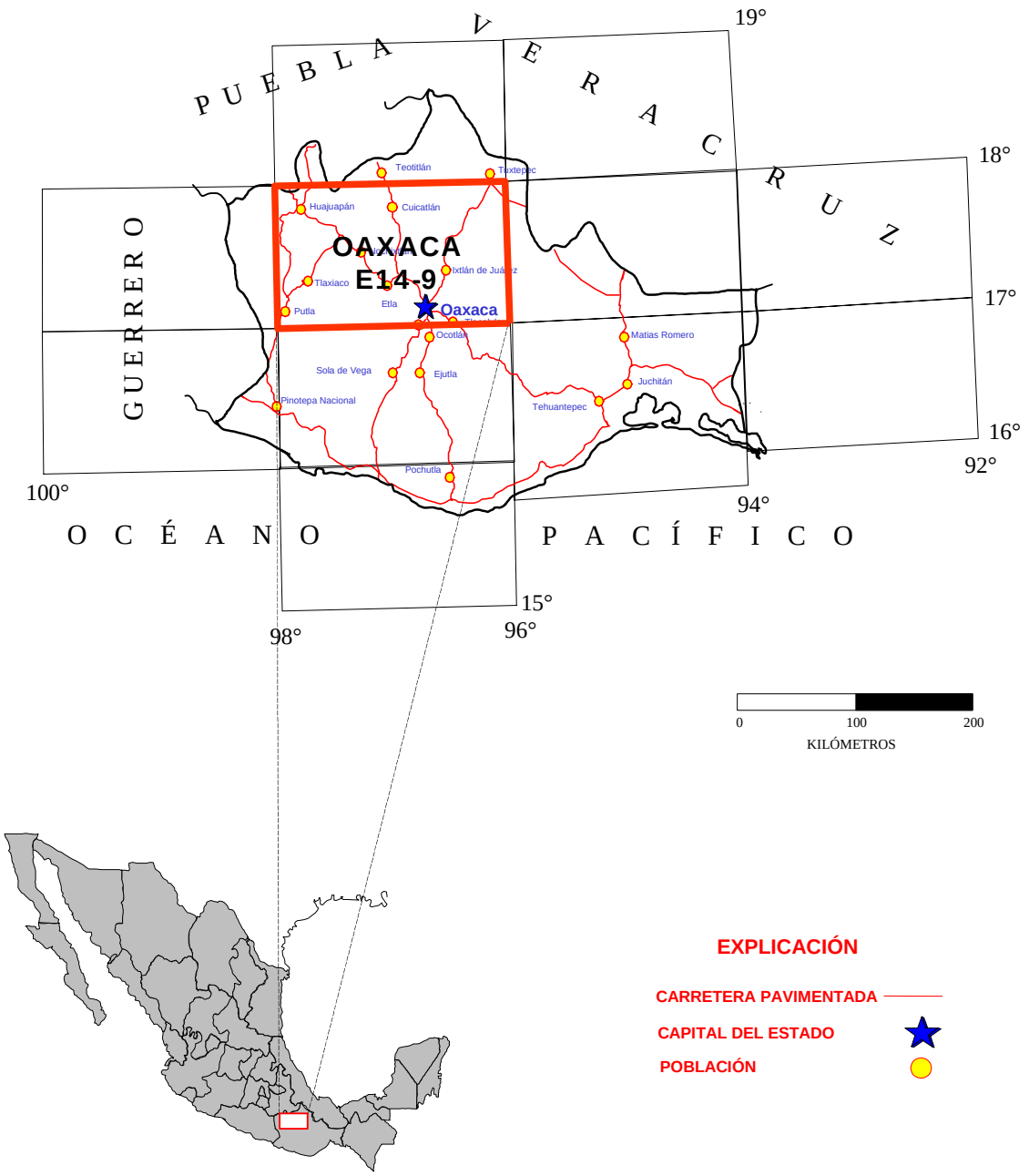
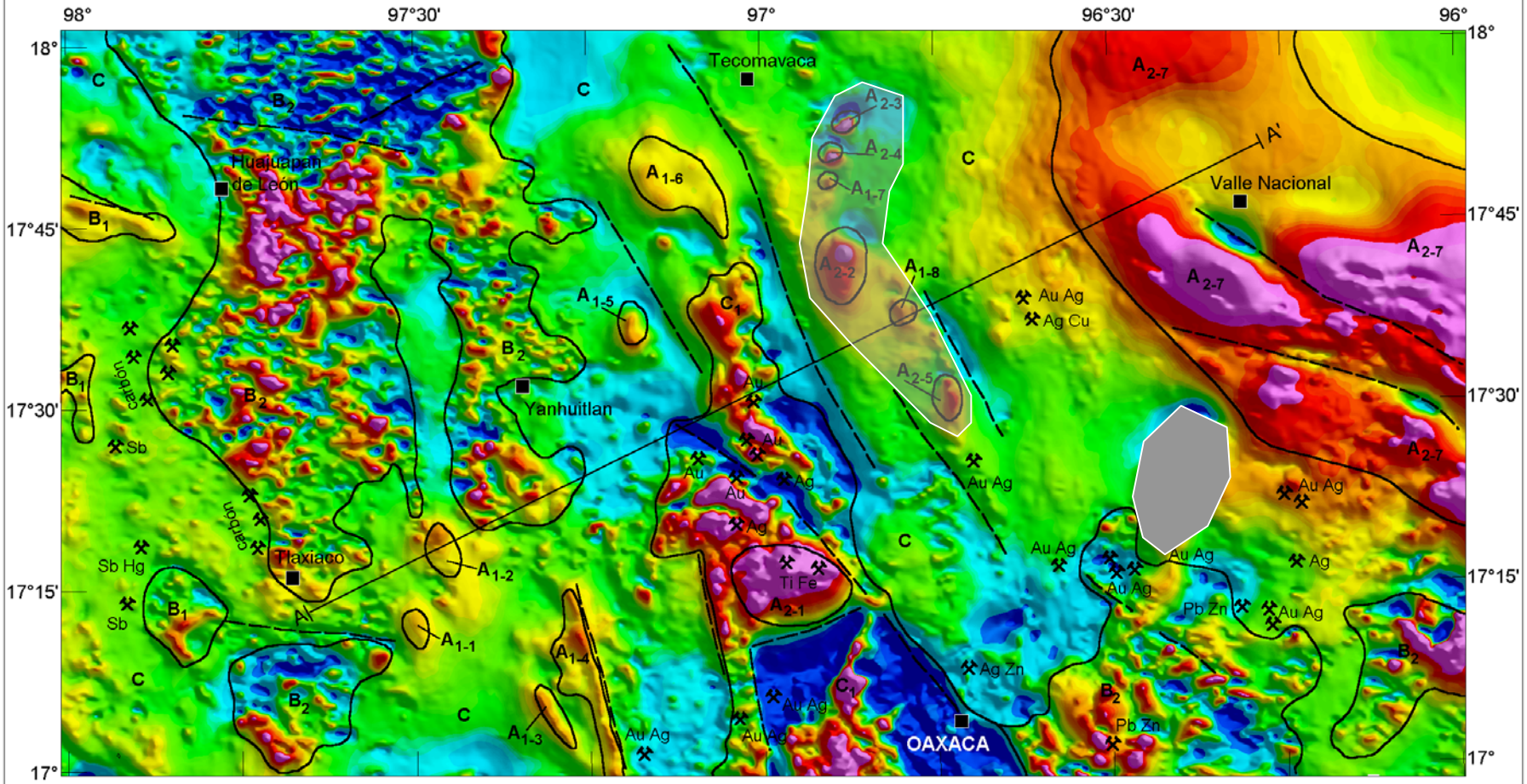


FIGURA 1 .- MAPA DE LOCALIZACIÓN

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



EXPLICACIÓN DE ELEMENTOS INTERPRETADOS

Límite de dominio magnético

Perfil magnético interpretado (A — A')

Lineamiento magnético

Poblado

Distrito minero y sustancia (Au)

Localidad minera y sustancia (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 y/o metamórficas

C1.- Complejo metamórfico

Zona de interés geológico-minero

-300 -225 -200 -150 -100

nanoteslas

Iluminación desde el nororiente

0 10 20 30 40

Kilómetros

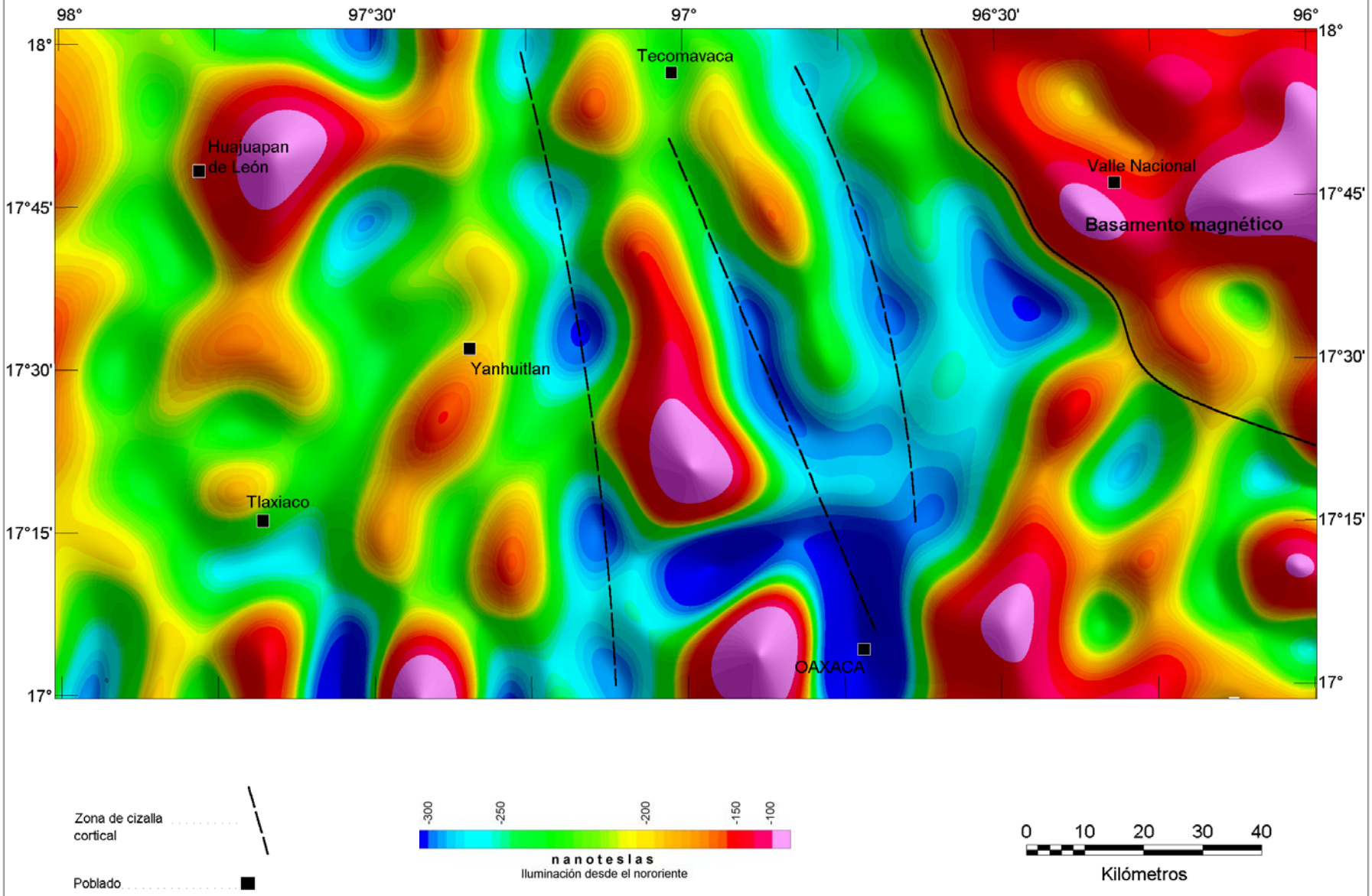
Nota: Distritos mineros compilados de la carta Geológico - Minera Oaxaca E14-9

FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL

OAXACA E14-9

Campo Magnético Total

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

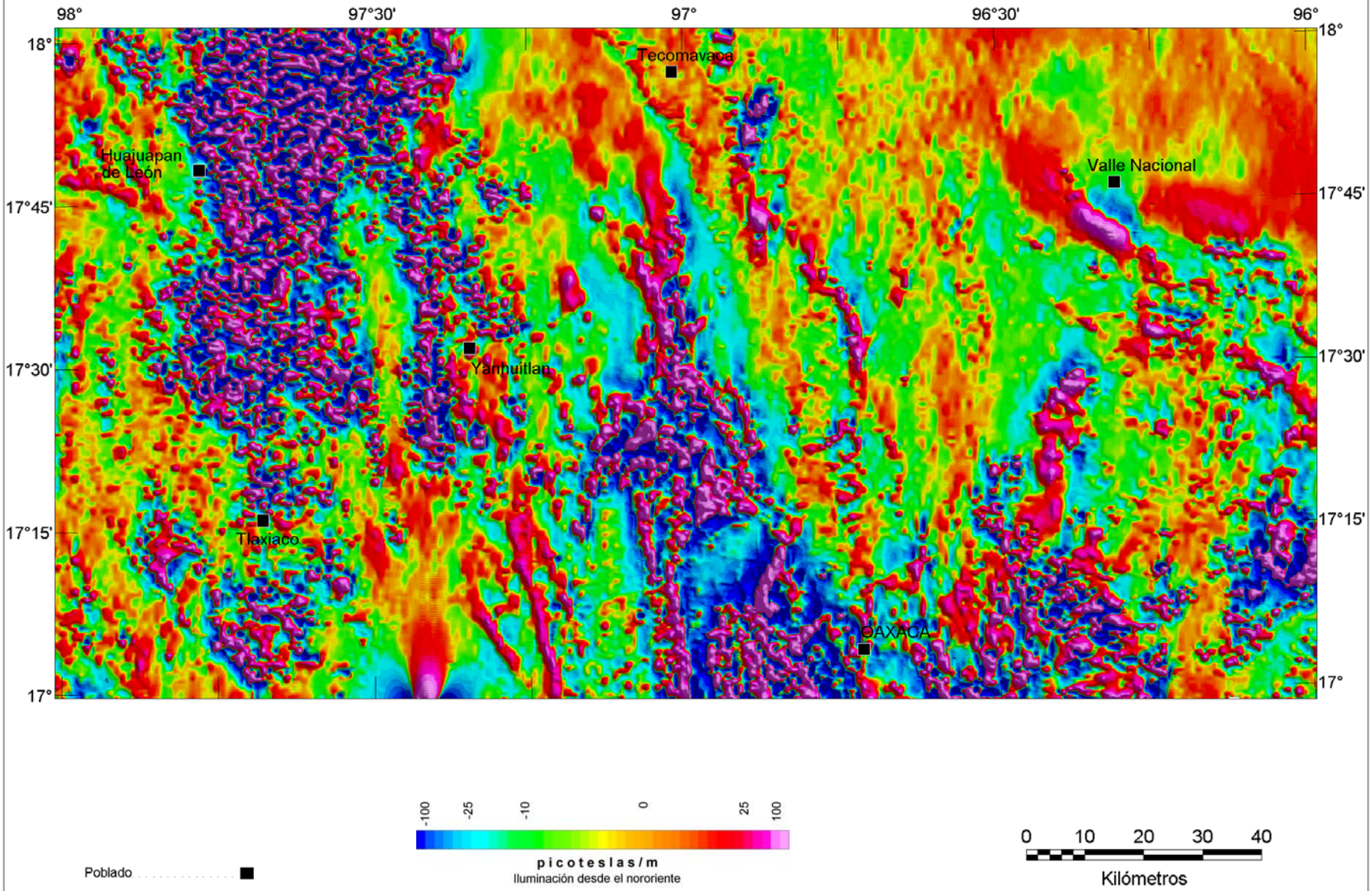


OAXACA E14-9

Filtro Pasabajas del CMT
Reducido al polo (Log. de onda 20 km)

FIGURA 3.- MAPA DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



OAXACA E14-9

Primera derivada vertical del CMT Reducido al polo

FIGURA 4.- MAPA DE ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

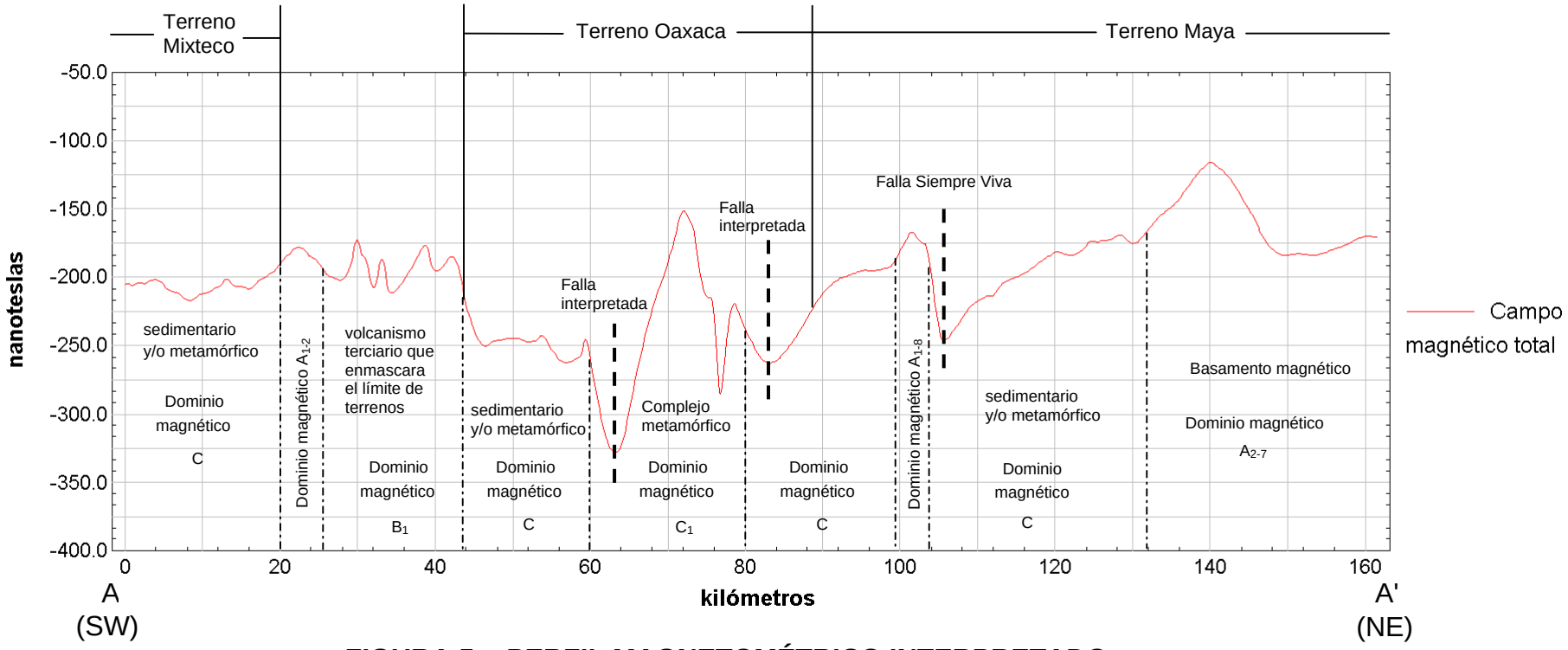


FIGURA 5 .- PERFIL MAGNETOMÉTRICO INTERPRETADO

Correlacionable con la sección A-A' de la carta Geológico-Minera