CONSEJO
DE RECURSOS
MINERALES

SECRETARÍA DE ECONOMÍA | SE

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

C A R T A M A G N É T I C A

"TLAHUALILO DE ZARAGOZA" G13-6

ESTADOS DE COAHUILA, DURANGO Y CHIHUAHUA

ESCALA 1:250,000

TEXTO GUÍA

POR: **Ings. Cesar Alam Hernández**
Julio Vélez López
Israel Hernández Pérez

MÉXICO, 1999

SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

** Editada por el Consejo de Recursos Minerales © Primera Edición 1999. Derechos Reservados.*

ÍNDICE

RESUMEN

CAPÍTULO I.- GENERALIDADES

I.1.- INTRODUCCIÓN.
I.2.- FUENTES DE INFORMACIÓN.
I.3.- PARÁMETROS Y EQUIPO UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO.
I.4.- PROCESAMIENTO DE DATOS.
I.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA CARTA MAGNÉTICA.

CAPÍTULO II.- SINTESIS GEOLÓGICA

CAPÍTULO III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Tlahualilo de Zaragoza G13-6 a escala 1:250,000 con formato cartográfico del INEGI, la cual se localiza en las porciones centro-poniente del estado de Coahuila, nororiente del estado de Durango y suroriente de Chihuahua. Esta hoja cubre una superficie de 21,962 Km^2.

El levantamiento aeromagnético se realizó con avión durante 1998, a una altura promedio de 300 m con líneas de rumbo N-S y separación de 1,000 m con líneas de control a cada 10,000 m. Los datos magnéticos se presentan (en la carta magnética) como curvas de contorno de isovalores de Campo Magnético Total (CMT) corregido por IGRF, indicando su intensidad en contraste de color.

En la interpretación cualitativa de carácter regional se obtuvieron 5 diferentes dominios magnéticos que indican la distribución de las principales unidades geológicas, así como varios lineamientos magnéticos que reflejan las principales fallas de origen profundo.

Un amplio dominio magnético A_2 ubicado en la porción suroriente de la carta se interpreta como la respuesta del Complejo basal pre-Jurásico formado principalmente por rocas graníticas y granodioríticas permo-triásicas, metamórficas paleozoicas y volcanosedimentarias permo-triásicas; el cual constituye parte de la Isla de Coahuila; afectando a este dominio magnético se detecta una gran cantidad de lineamientos magnéticos que son interpretados como fallamientos profundos que delimitan bloques del basamento, los que sugieren una serie de fosas y pilares tectónicos.

Se detectó un amplio curvolineamiento magnético al oriente de la carta, el cual se correlaciona parcialmente con la Falla de San Marcos y que en conjunto con la interpretación realizada, así como a la respuesta obtenida mediante el filtro pasabajas del Campo Magnético Total (C.M.T.) reducido al polo, permite sugerir un posible límite de la porción norte y norponiente de la Isla de Coahuila.

La mineralización económica más importante en la carta, está relacionada con yacimientos minerales no metálicos destacando los depósitos de estroncio, que ha colocado a México en el primer lugar a nivel mundial como productor de celestita y las salmueras de donde se obtiene importante producción de sulfato de sodio y óxido de magnesio. En menor escala se tienen yacimientos de tipo metálico.

CAPÍTULO I.- GENERALIDADES

I.1.- 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 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 en las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional. La carta magnética Tlahualilo de Zaragoza G13-6, a 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 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 fallas profundas.

1.2.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Para la elaboración de la carta magnética Tlahualilo de Zaragoza, fueron utilizados los datos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales (CRM) en el año de 1998.

La información cartográfica básica se digitalizó a partir de la carta topográfica del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1992).

I.3.- PARÁMETROS Y EQUIPO UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO

El levantamiento efectuado por el Consejo de Recursos Minerales en el año de 1998 consistió en vuelos de contorno a 300 m de altura, con líneas de rumbo N-S, separación de 1,000 m y con líneas de control a cada 10,000 m. El posicionamiento de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el Sistema de navegación por satélite (GPS).

Este levantamiento se realizó con un avión bimotor Islander, equipado con un magnetómetro marca Geometrics modelo G-228 con sensor magnético fijo de vapor de cesio, el cual tiene una sensibilidad de 0.001 nT.

1.4.- PROCESAMIENTO DE DATOS

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

a) Integración de la información magnética

La información digital de los vuelos aeromagnéticos se integró y procesó en campo 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 deriva y líneas de control y corrección por movimiento del avión (compensación magnética).

b) Obtención de datos corregidos por el campo geomagnético

Según los datos del observatorio de Teoloyucan, México, obtenidos para el periodo de 1923 a 1987, el campo geomagnético de la República Mexicana, ha decrecido en ese periodo 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 Tlahualilo de Zaragoza G13-6, 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 adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, Division V, Working Group 8,1992).

c) 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 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 en la rejilla de 50 x 50 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.

d) Graficación

El desplegado gráfico se realizó en un graficador de inyección de tinta Hewlett Packard 755CM. Este mapa preliminar se utilizó para la interpretación y revisión de los valores magnetométricos previos a la edición e impresión final.

1.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA CARTA MAGNÉTICA

La información magnética contenida en la carta Tlahualilo de Zaragoza G13-6, escala 1:250,000 con formato cartográfico del INEGI, comprende una superficie de 21 962 km^2 y cubre las porciones centro-poniente del estado de Coahuila, nororiente del estado de Durango y suroriente 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 30 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 contornos se graficaron a cada 5 nT.

En la interpretación cualitativa de carácter regional se indica con línea punteada los límites de los dominios litomagnéticos y con líneas onduladas y discontinuas, los lineamientos magnéticos asociados a fallas profundas y probables.

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).

CAPÍTULO 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 Tlahualilo de Zaragoza, (Barbosa y otros, 1998) 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 base de la columna estratigráfica que aflora en la porción surponiente de la carta, está constituida por pizarras, cuarcitas y filitas del Paleozoico Inferior (?), su contacto inferior no se observó y posiblemente se encuentra subyaciendo a la secuencia volcanosedimentaria de la Serie Delicias (McKee, 1988) del Paleozoico Superior localizada en la porción central. Está constituida por: grauvacas, calizas arrecifales, andesitas, calcarenitas y lutitas, el contacto superior es discordante con las formaciones Las Uvas y Acatita del Cretácico Inferior. Las rocas paleozoicas se encuentran afectadas por cuerpos intrusivos de composición granito-granodiorita, del que se reporta una edad pérmica de 250 a 266 m.a.

La Formación San Marcos del Neocomiano, localizada en la porción nororiente está constituida por areniscas, conglomerados polimícticos y limolitas, es discordante sobre las rocas paleozoicas (fuera de la carta). Es concordante y transicional a la Formación Cupido que la sobreyace, está constituida por estratos delgados a medianos de grainstone y dolomías arenosas y estratos medianos a gruesos de mudstone y wackestone del

Hauteriviano Superior al Aptiano Inferior (Humphrey y Díaz, 1956).

Sobreyaciendo concordantemente se depositó en el extremo nororiental la Formación La Peña (Humphrey op.cit., 1956), constituida por calizas arcillosas de estratificación delgada en alternancia con lutitas calcáreas, del Aptiano Superior, la cual cambia lateralmente de facies hacia la Isla de Coahuila a la Formación Las Uvas (no cartografiable); constituida por una sucesión de areniscas y conglomerados que alternan con lutitas y calizas arcillosas (Humphrey, 1956).

Sobreyace concordantemente la Formación Aurora (Burrows, 1910), constituida por calizas fosilíferas de estratificación media a masiva, con nódulos de pedernal y estilolitas, la cual cambia transicionalmente de facies a calizas con pedernal, calizas dolomíticas y yesos pertenecientes a la Formación Acatita de edad Albiano Inferior y Medio (Humphrey, 1956), se restringe a la Isla de Coahuila, aflorando ampliamente en la carta. Sobreyace discordantemente a la Formación San Marcos y concordantemente a la Formación Las Uvas, le sobreyace la Formación Kiamichi (Hill, 1891), compuesta por una secuencia de lutitas arcillosas que en su parte media presenta un miembro calcáreo de estratos medios. Esta formación presenta un cambio de facies a la cima de la Formación Acatita, se le asigna una edad del Albiano Medio-Superior.

Sobreyace concordantemente a la Formación Kiamichi, calizas y lutitas de las formaciones que constituyen el Grupo Washita (Humphrey, 1956) de edad Albiano Superior al Cenomaniano Inferior. Este grupo cambia lateralmente de facies al occidente en la Isla de Coahuila a las calizas de miliólidos, peletoides, gasterópodos y biostromas, de estratificación gruesa a masiva de la Formación Treviño (Garza, 1972). Esta formación subyace concordantemente a una alternancia de lutitas y calizas arcillosas, con algunas laminillas de yeso y areniscas del Cenomaniano Superior-Turoniano, de la Formación Indidura (Kelly, 1936). Hacia el Golfo de Sabinas cambia de facies a la Formación Eagle Ford, presentando la misma fauna con ausencia de laminillas de yeso.

En el extremo norponiente de la carta, se tiene una secuencia de areniscas, areniscas conglomeráticas con intercalaciones de lutitas de la Formación San Carlos de edad Coniaciano-Maestrichtiano. Sus contactos inferior y superior, no fueron observados. En la porción surponiente de la Sierra La Madera, en la Sierra La Fragua y en el Puerto La Noria, al norte de la carta se observaron afloramientos de arenisca de grano fino a medio cubriendo a la Formación Indidura y/o Eagle Ford, sin que se definiera a que formación pertenece ya que no hay dataciones paleontológicas. Por posición estratigráfica es probable que pertenezcan a la Formación San Miguel o a la Formación Olmos, correlacionables con la Formación San Carlos; algunos de estos afloramientos se ubican en el límite paleogeográfico del Golfo de Sabinas y la Isla de Coahuila.

Cubriendo discordantemente a estas areniscas, se tienen limolitas, areniscas y capas potentes de conglomerado compuesto de guijarros de caliza en una matriz arcillo-arenosa cementada por calcita, de la Formación Ahuichila del Eoceno.

Intrusionando a las rocas antes citadas, se reconocieron rocas ígneas de probable edad Oligoceno, que posiblemente corresponden a dos diferentes eventos magmáticos; el primero originó el tronco de composición monzonítica localizado en la porción suroriente de la carta, en la Sierra Los Alamitos, al surponiente de Los Cuates de Australia. El segundo evento se manifiesta con el tronco hipabisal que se localiza en El Cerro Cortado, de composición andesítica.

Durante el Oligoceno se generaron derrames de riolita, andesita, traquita y tobas riolíticas. Sobreyaciendo discordantemente se tienen derrames basálticos en dos períodos de volcanismo; el primero generado en el Terciario (Plioceno) y el segundo en el Cuaternario (Holoceno). Una serie de depósitos de píamonte, aluviones, sedimentos lacustres y yesos de edad cuaternaria representan los últimos acontecimientos geológicos del área.

Existen tres eventos de deformación; el primero en el Paleozoico, que afectó a rocas del

Paleozoico Inferior y a la secuencia volcano-sedimentaria de la Serie Delicias, del Paleozoico Superior. Esta deformación probablemente sea producto de la Orogenia Ouachita-Marathon-Apalachiana, que se presentó en Norteamérica durante este tiempo con la Clausura del Proto-oceáno Atlántico (Campa y Coney, 1981).

El segundo se realiza en el Jurásico con la formación de rifts continentales que controlaron la sedimentación y la transgresión marina de esa época hasta parte del Cretácico Inferior. Destacan los elementos paleogeográficos: Isla de Coahuila, Península de Tamaulipas y como elemento negativo el Golfo de Sabinas que se formaron durante este proceso.

El tercero se presentó desde finales del Cretácico al Eoceno con la Orogenia Laramide, la cual fue producto de la subducción y rápido desplazamiento de la Placa Norteamericana hacia el oeste y la Placa Farallón hacia el este.

Este evento origina pliegues anticlinales y sinclinales asimétricos y en forma paralela se desarrollaron cabalgaduras con orientación NE-SW y NW-SE.

Estos pliegues y cabalgaduras rodean La Isla de Coahuila y tienen sus vergencias hacia este elemento rígido, provocando apilamiento de sedimentos ocasionado por la plasticidad de los yesos de la Formación Acatita, que al ocurrir la compresión, las capas más resistentes y compactas (Formación Treviño), se deslizaron sobre estos yesos, produciéndose cabalgaduras, anticlinales y sinclinales cerrados.

En la carta, la mineralización importante está relacionada a yacimientos minerales no metálicos y en menor escala a yacimientos metálicos.

Los distritos mineros Alamitos y Sierra La Arena, localizados en la porción oriente de la carta, son los productores más importantes de celestita contando además con yacimientos de fluorita, barita, calcita y yeso. Las estructuras son mantos tabulares-lenticulares, brechas y vetas encajonadas en la Formación Acatita. Los mantos tienen espesores de 0.30 a 4.00 m, con longitudes de 15 a 500 m, su origen está relacionado a soluciones hidrotermales. Los yacimientos de fluorita son vetas y mantos, encajonados en la Formación Treviño y se localizan en la porción oriental de este distrito y en Sierra La Paila. Los mantos y vetas tienen espesores que van desde 5 cm hasta 2.5 m y longitudes de 100 a 500 m y 75 m de profundidad.

En las sierras San Marcos y Pinos en la porción nororiente, se tienen mantos y vetas con mineralización de fluorita en estratos de caliza de la Formación Aurora, de 0.50 a 2.70 m de espesor. En la Mina Amalia Margarita en el extremo nororiente se tiene mineralización de uranio, molibdeno y vanadio.

En la carta hay una serie de cuencas lacustres endorréicas con mineralización similar, como son la Cuenca de Cuatro Ciénegas, Valle El Hundido, Valle El Sobaco, Laguna del Rey y Laguna de Palomas-Carrillo, que presentan una sedimentación de limos, arcillas y evaporitas con yeso, glauberita, bloedita, mirabilita y halita.

En el Valle El Sobaco en la porción sur, se detectaron también yacimientos en explotación de carbonato de calcio. Las cuencas prospectivas son: La Esperanza, Mayrán, El Tecolote, Las Dunas y Córdoba.

La zona mineralizada Sierra de Tlahualilo en la porción centro-poniente contiene yacimientos de yeso con manifestaciones de azufre. Con longitud de 1,500 m o más y espesores de 60 m, su mineralogía es yeso, anhidrita, trazas de azufre. La zona mineralizada cubre una extensión de 318 Km^2. La zona mineralizada de Jaboncillos se localiza a 30 Km al SW de Tlahualilo, Dgo., existiendo dos prospectos; el primero es Puerto de Jaboncillos, un yacimiento de sílice que consiste de un cuerpo brechado con rumbo E-W de 200 m de longitud por 120 m de ancho. El segundo prospecto es Las Coloradas, es de caolín, de forma irregular, con 160 m de longitud por 100 m de ancho y profundidades de 15 a 35 m.

La Sierra La Campana que se localiza en la porción surponiente de la carta, se destaca por rocas dimensionables calizas que han sido clasificadas como: mármol café obscuro, tabaco claro, tabaco obscuro, terranova, internacional, gris enconchado, gris nazareno y perlato.

La zona prospectiva Tres Manantiales presenta zeolita, se ubica en el flanco occidental de La Sierra Tlahualilo, y cubre una superficie de 30 Km². Existen 2 horizontes de tobas, el inferior tiene 25 a 30 m de espesor. De acuerdo a una determinación de temperatura específica se reporta 62.41 joule/gramo, equivalente al contenido de zeolitas en %. El horizonte superior tiene de 70 a 80 m de espesor y son tobas de color blanco amarillento, seudoestratificadas con rumbo N87ºE y echado de 12º al NW, reportándose clinopilolita, cuarzo, feldespatos y estilbita con 81.28 joule/gramo, equivalente al contenido de zeolita en %.

Los yacimientos de cobre estratiforme se localizan en la porción oriente de la carta, en el Valle San Marcos-El Jabalí, a 40 Km al sur de Cuatro Ciénegas, Coah., y ocurren a manera de mantos en la parte superior de la Formación San Marcos e inferior de la Formación Cupido y/o Acatita, consisten de sulfuros de cobre y minerales de plata en forma de calcosita, digenita, ajularita, bornita y calcopirita, que han sido oxidados y removidos como malaquita y azurita.

En la zona Las Delicias, en la porción central de la carta, se tienen vetas angostas de plata, plomo y pequeños desarrollos pegmatíticos con trazas de cobre y oro. Los yacimientos tipo skarn ocurren en la Mina El Cantil y en la Mina La Zapa, en Cajas Pintas y El Jazmín, se observan mantos y brechas con sulfuros de plata, plomo y zinc, de 1.00 a 1.50 m de espesor. En la Mina El Talismán hay mineralización de oro, plata y cobre, asociada a brechas riolíticas. En la zona prospectiva La Negra, localizada en el flanco occidental de la Sierra Los Alamitos en la porción suroriente de la carta, existe mineralización de manganeso en vetas y cavidades de disolución de la Formación Acatita.

La actividad minera que se desarrolla en esta carta impacta favorablemente la economía de la región siendo una fuente de empleo importante para los habitantes de las diferentes zonas mineras. La producción de celestita del Distrito Sierra Los Alamitos y de otras zonas mineralizadas de la carta, ha sido relevante para que México ocupe actualmente el primer lugar como productor de celestita. Cuenta con recursos minerales aún no explotados, que ofrecen grandes oportunidades de inversión para su aprovechamiento económico.

CAPÍTULO 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 intrusivos, rocas sedimentarias y metamórficas, rocas volcánicas y fallas profundas; rasgos obtenidos en base al contraste de susceptibilidad magnética de los materiales del subsuelo, originado éste por la composición mineralógica de las rocas.

La interpretación cualitativa de la carta Tlahualilo de Zaragoza, es de carácter regional en donde 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 mas detalle, en áreas específicas de interés seleccionadas de esta carta, resulta 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 más importantes, trabajando en mapas a escalas 1:50 000 ó 1:20 000, donde se seleccionaran sucesivamente áreas mas reducidas en las cuales habrá que realizar trabajos de campo geológicos, geoquímicos y geofísicos a detalle.

Dominios Magnéticos

En esta carta se identificaron 5 dominios magnéticos, indicados con las letras A_1, A_2, B_1, B_2 y C, diferenciados de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar (Figura 2).

Dominio Magnético A_1

El dominio magnético A_1 se atribuye generalmente a rocas intrusivas de composición félsica a intermedia y se caracteriza por una respuesta con monopolos y dipolos magnéticos, así como un gradiente moderado, presenta una intensidad que varía de -240 a -60 nT (nanoteslas).

Se detectaron 12 dominios magnéticos A_1 distribuidos en toda la carta, situándose la mayoría de éstos en la porción norte.

En la porción nororiente de la carta, en las inmediaciones del poblado de Cuatro Ciénegas de Carranza, se detectó un amplio dominio A_1, el cual queda abierto hacia el norte y nororiente continuándose en las cartas Ocampo y Monclova. Se correlaciona superficialmente con unidades sedimentarias del Cretácico Inferior (Barbosa y otros, 1998) en esa porción de la carta no se tienen afloramientos de rocas intrusivas, sin embargo, la respuesta magnética se interpreta como un cuerpo plutónico sepultado el cual pudiera representar la continuación hacia el sur y a profundidad del cuerpo granodioritico triásico que se ubica en la Isla de La Mula y que analizaron Cameron y Jones en 1993.

En la porción oriente de la carta se detectaron tres dominios A_1, se localizan al oriente del Valle El Hundido. Estos dominios se correlacionan parcialmente en superficie con la unidad de calizas que constituyen la Sierra Los Alamitos y con las unidades de calizas y yesos de la Sierra La Fragua. Se sugieren dos posibilidades de interpretación para estos dominios, la primera que corresponde a posibles cuerpos ígneos sepultados y la segunda que forman parte del Complejo basal Pre-Jurásico que está constituido principalmente de granitos y granodioritas de edad permo-triásica (Lehmann y otros, 1999) así como unidades metamórficas Paleozoicas (Barbosa y otros, 1998) y rocas volcanosedimentarias de edad pérmica (Mckee,1988)

Un amplio dominio A_1 se ubica en la porción NW de la carta, este cuerpo magnético se continua al norte y oeste, en las cartas Ocampo e Hidalgo del Parral respectivamente. Este dominio se correlaciona en superficie con afloramientos de areniscas del Cretácico Superior (Barbosa y otros, 1998), así como con depósitos lacustres y eólicos cuaternarios.

Se interpreta la presencia de un cuerpo ígneo a profundidad, bajo las unidades sedimentarias, el cual constituiría parte del basamento magnético en esta porción de la carta. Debido a las dimensiones del cuerpo interpretado, se infiere que puede estar relacionado con el cuerpo ígneo intrusivo de edad triásica, que se ubica bajo la Sierra El Diablo (Tovar, 1981).

En la porción sureste de la carta, en las inmediaciones de Tlahualilo de Zaragoza se detectó un amplio dominio A_1, presenta forma irregular y se correlaciona con calizas y yesos del Cretácico Inferior (Barbosa y otros, 1998), así como con depósitos de yeso, aluviales y coluviales cuaternarios. También se correlaciona con un pequeño afloramiento de rocas metamórficas consideradas del Paleozoico Inferior (Barbosa, op. cit).

Basándose en la respuesta magnética que presenta, se consideran dos posibilidades de interpretación, la primera que puede constituir parte del Complejo basal pre-Jurásico descrito anteriormente, y la segunda que se trate de un amplio cuerpo intrusivo al cual se podrán encontrar asociados los bancos de rocas dimensionables característicos de esa zona.

Los 6 dominios A_1 restantes, se interpretan como cuerpos intrusivos que se manifiestan en forma de troncos aislados, la ubicación de estos dominios, así como su correlación geológica se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1 DOMINIOS MAGNÉTICOS A_1

Localización	***Descripción***	***Correlación Geológica***
12 Km al NE del poblado Conejos	Respuesta magnética monopolar Forma irregular Intensidad máxima: -140 nT	Depósitos lacustres cuaternarios.
40 Km al SE del poblado Carrillo	Respuesta magnética monopolar Forma irregular Intensidad máxima: - 150 nT	Lutitas y calizas del Cretácico Superior, depósitos lacustres y eólicos cuaternarios.
20 Km al W del poblado El Colorado	Respuesta magnética monopolar Aproximadamente 8 Km de diámetro Intensidad máxima: -190 nT	Depósitos lacustres y coluviales cuaternarios, calizas y yesos del Cretácico Inferior.
4 Km al NE del poblado El Colorado	Respuesta magnética monopolar Aproximadamente 6 Km de diámetro Intensidad máxima: -180 nT.	Depósitos lacustres y coluviales cuaternarios.
25 Km al NE del poblado Conejos	Respuesta Magnética dipolar Forma: elíptica Intensidad máxima –150 nT.	Depósito lacustres y coluviales cuaternarios.
40 Km al SW del poblado El Colorado	Respuesta Magnética dipolar Forma: elíptica Intensidad máxima -70 nT.	Caliza y yesos del Cretácico Inferior y depósitos lacustres cuaternarios.

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 y alta intensidad, que varía de -420 a 600 nT.

Se definieron 8 dominios A_2 dentro de la carta, distribuidos principalmente en las porciones centro y suroriente.

Un amplio dominio magnético A_2 se detectó en el sector suroriente de la carta, presenta forma irregular y se observa muy afectado por lineamientos magnéticos interpretados como fallamientos profundos. La correlación geológica que presenta es principalmente con calizas de la Formación Treviño y con calizas y yesos de la Formación Acatita, ambas del Cretácico Inferior, también se observa correlación con un pequeño afloramiento de un cuerpo granítico de edad pérmica (Barbosa, y otros, 1998), que se localiza al sur del poblado Nuevo Delicias.

Este dominio se interpreta que corresponde al Complejo basal pre-Jurásico constituido principalmente por granitos y granodioritas de edad permo-triásica (Lehmman y otros, 1999), así como unidades metamórficas paleozoicas (Barbosa y otros, 1998) y rocas volcanosedimentarias de edad pérmica (Mckee, 1988). Dicho complejo sirvió de contrafuerte a los esfuerzos de la Orogenía Laramide provocando el apilamiento de sedimentos, ocasionado por el deslizamiento de las capas más resistentes y compactas (Formación Treviño) sobre los yesos (Formación Acatita), produciéndose cabalgaduras, anticlinales y sinclinales cerrados (Barbosa, op cit), conformando una amplia estructura dómica con pendientes moderadas en las sierras Los Alamitos y Australia (INEGI, 1988).

La gran cantidad de fallamientos profundos interpretados que afectan al basamento concuerda con la tendencia de considerar a la Isla de Coahuila como una serie de fosas y pilares tectónicos ya que los fallamientos interpretados podrían delimitar algunos de los bloques que constituyen los pilares tectónicos.

Tres dominios magnéticos A_2 se detectaron en la porción centro-poniente de la carta, presentándose con cierta alineación de rumbo NE-SW. El primero de estos se ubica al NW del poblado Nuevo Delicias, se correlaciona con calizas y yesos de edad cretácica, así como con el afloramiento de un cuerpo intrusivo granítico paleozoico (Barbosa, op. cit.).

El segundo se ubica al NW del poblado Charcos de Risa, se correlaciona en superficie con calizas y yesos del Cretácico y con depósitos eólicos cuaternarios. Por la disposición que presenta este dominio, se sugiere que puede corresponder a la continuación al SW del dominio anterior.

El tercer dominio se localiza al norte de Tlahualilo de Zaragoza, se correlaciona en superficie con rocas sedimentarias cretácicas y depósitos de yesos cuaternarios.

Los tres dominios anteriormente citados se interpretaron como la respuesta del Complejo basal pre-Jurásico, el cual aparentemente se encuentra desplazado por lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE y NE-SE, interpretados como fallamientos profundos. El alineamiento de estos dominios, sugiere que pueden constituir parte del borde noroccidental del elemento paleogeográfico conocido como Isla de Coahuila.

La ubicación de los 4 dominios A_2 restantes, así como su correlación geológica se presenta en la Tabla 2.

TABLA 2 DOMINIOS MAGNÉTICOS A_2

Localización	***Descripción***	***Correlación Geológica***
Inmediaciones del poblado Charcos de Risa	Respuesta magnética dipolar Forma irregular Intensidad máxima: 90 nT.	Depósitos lacustres, coluviales, calizas y yesos cretácicos.
20 Km al NNW de Tlahualilo de Zaragoza	Respuesta magnética dipolar Forma irregular Intensidad máxima: 40 nT	Calizas, yesos cretácicos y depósitos coluviales cuaternarios.
8 Km al S de Tlahualilo de Zaragoza	Respuesta magnética monopolar Aproximadamente 10 Km de diámetro Intensidad máxima: 80 nT	Depósitos lacustres cuaternarios
55 Km al N de Tlahualilo de Zaragoza	Respuesta magnética dipolar Aproximadamente 7 Km de diámetro Intensidad máxima: 20 nT	Depósitos lacustres, calizas y yesos cretácicos y basaltos cuaternarios.

Dominio Magnético B_1

El dominio magnético B_1 se atribuye a rocas volcánicas de composición félsica a intermedia, se caracteriza por distorsiones, altos y bajos magnéticos que se agrupan formando zonas de bajo gradiente y baja intensidad magnética (-400 a -150 nT.).

Se detectó en áreas de poca extensión, siendo el domino B_1 más amplio el que se localiza en la porción surponiente de la carta, en donde se correlaciona con tobas riolíticas y riolitas terciarias.

Otra localidad en donde se detectó un dominio B_1 se localiza al norte del poblado Nuevo Delicias, en donde se correlaciona con el principal afloramiento de la unidad volcanosedimentaria Las Delicias, la cual por relaciones estratigráficas se considera de edad pérmica (Mckee, 1988).

Dominio Magnético B_2

El dominio magnético B_2 se atribuye a rocas volcánicas de composición intermedia a máfica, representada por monopolos y dipolos magnéticos distribuidos en forma caótica, con intensidades que varían de -360 a 240 nT., presentan pequeña distancia dipolar, formando zonas de alto gradiente.

Este dominio se detectó únicamente en dos localidades, en las porciones poniente y sur de la carta, en el primer caso se correlaciona con rocas volcánicas terciarias, andesitas, riolitas y tobas ácidas, así como pequeños afloramientos de basaltos cuaternarios y en el segundo caso se correlaciona principalmente a basaltos terciarios.

Dominio Magnético C

El dominio magnético C está representado por distorsiones magnéticas suaves que forman zonas de bajo gradiente. Presenta intensidades que varían de -400 a -120 nT. Se atribuye principalmente a rocas sedimentarias y metasedimentarias.

Es el dominio que se presenta más ampliamente extendido en la carta y se correlaciona principalmente con rocas sedimentarias. Se estima que tan solo sobre la Isla de Coahuila las rocas mesozoicas pueden constituir un paquete de ± 2000 m de espesor, el cual sobreyace discordantemente a las unidades paleozoicas y/o rocas ígneas permo-triásicas (Tovar, 1981).

Lineamientos y Curvolineamientos Magnéticos

Los lineamientos magnéticos están representados por líneas interrumpidas (Figura 2) y se atribuyen en algunos casos a contactos litológicos, zonas de debilidad o fallas de origen profundo cuya manifestación superficial no es evidente en la mayoría de los casos.

Se detectaron tres sistemas principales de lineamientos magnéticos, los cuales presentan una orientación general NW-SE, N-S y NE-SW.

Es importante señalar que algunos de los fallamientos profundos interpretados pueden tener una mayor extensión, sin embargo debido a la baja susceptibilidad magnética que presentan las unidades sedimentarias, hace difícil su visualización y seguimiento.

Los lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE son los más ampliamente distribuidos en la carta, se detectaron en la porción central con longitudes de hasta 50 Km. Se les observa delimitando o seccionando dominios magnéticos A_2 que pueden constituir bloques del basamento.

En el cuadrante suroriente de la carta, se detectaron abundantes lineamientos de rumbo NE-SW y N-S, los cuales se presentan afectando un amplio dominio A_2 interpretado como parte del Complejo basal pre-Jurásico.

Los lineamientos magnéticos que se interpretan como fallamientos profundos que están dislocando el basamento, sugieren una serie de fosas y pilares tectónicos.

Resulta de particular interés el amplio curvolineamiento magnético detectado en la porción oriente de la carta, el cual se interpreta que corresponde al borde exterior a profundidad de una porción de la Isla de Coahuila.

Este curvolineamiento presenta buena correlación con la Falla de San Marcos (McKee, y otros, 1984) al oriente de la carta, en la zona comprendida entre el Valle de San Marcos y la Sierra La Fragua, hasta el Potrero El Colorado, en donde la falla se continúa con dirección norponiente.

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:

Mapa de Estructuras profundas

Se generó aplicando un filtro pasabajas al Campo Magnético Total (CMT) reducido al polo, considerando una frecuencia de corte de 0.03 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

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).

Correlación de la Información

Basándose en la disposición de los dominios magnéticos interpretados como parte del Complejo basal pre-Jurásico, así como la respuesta obtenida mediante el filtro pasabajas del C.M.T. reducido al polo, permiten sugerir un posible límite de la porción norte y norponiente de la Isla de Coahuila, el cual se ilustra en la figura 5.

De acuerdo a la interpretación no se encontró una relación confiable entre las respuestas magnéticas de los cuerpos intrusivos y la mineralización conocida dentro de la carta. Por tal motivo, no se definieron zonas prospectivas en el presente trabajo.

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1.- Mapa de localización

Figura 2. - Interpretación magnética litoestructural

Figura 3. - Mapa de estructuras profundas Filtro pasabajas del CMT reducido al polo

Figura 4.- Mapa de rasgos superficiales. Primera derivada vertical de CMT reducido al polo.

Figura 5.- Límite tentativo de la Isla de Coahuila definido a partir de la interpretación magnética litoestructural.

Tabla 1. - Dominios Magnéticos A_1

Tabla 2. - Dominios Magnéticos A_2

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Barbosa, L.D., Martínez, R.C., Santiago, C.B., Izaguirre, R.M., García, V.M., 1998. Carta Geológico-Minera Tlahualilo de Zaragoza G13-6, Coahuila, Durango y Chihuahua. Consejo de Recursos Minerales, SECOFI.

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

Burrows, R.H., 1910. Geology of northern Mexico: Bol. Soc. Geol. Mex., v.7, p. 85-103.

Cameron K., Jones N., 1993. A reconnaissance Nd-Sr isotopic study of pre-cenozoic igeous and metaigneous rocks of the Coahuila terrane, northeastern Mexico. Proceedings of the First Circum Pacific and Circum Atlantic terrane conference p 24-27.

Campa, M.F., and Coney, P.J., 1981. Teconostratigraphic terranes and related metallogeny of México. Geological Association of Canadá. Program with abstracts 6. P. 4.

Garza, G.R., 1972. Estudio geológico prospecto San Pedro del Gallo, Dgo. y Coah. Informe NE-M 1240. Inédito. Petroleos Mexicanos.

Hill, R.T., 1891. Preliminary notes on the topography and geology of northern Mexico and sourthwest Texas and New Mexico, Amer. Geologist, V. 8., No.3, p. 133-141.

Humphrey W.E. and Diaz , G.T, 1956. Jurassic and Lower cretaceous stratigraphy and tectonics of northeast Mexico-Informe Geológico NE-M 799. Inédito. Petróleos Mexicanos.

Humphrey, W.E., 1956. Tectonic Frame work of Northeast of Mexico. Trans Gulf coast Assoc. Geol. Soc. Vol. VI.

IAGA, División E. Working Group 8 (R.A. Langel, Chairman), 1992. International Geomagnetic reference Field. Revisión 1991. Geophysics Vol. 57, Num 57, p. 956-959.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1988. Carta Geológica Tlahualilo de Zaragoza G13-6. Escala 1:250,000. 3ª impresión.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1992. Carta Topográfica Tlahualilo de Zaragoza G13-6, escala 1:250,000, 1ª impresión.

Kelly, W.A., 1936. Geology of the mountains bordering the Valleys of Acatita and Las Delicias: Bull. Geol. Soc. America, v. 47 p. 969-1008.

Lehmann C., Osleger D., Montañez I., Sliter W., Arnaud A., 1999. Evolution of Cupido and Coahuila carbonate platforms, Early Cretaceous, northeastern Mexico. GSA bulletin; july 1999, V. III; No. 7; p. 101-1029.

Mckee J.W., Jones N.W., Long L.E., 1984. History of recurrent activity along a major fault in northeastern Mexico Geology v. 12, p. 103-107.

Mckee, J.W., Jones N.W, Anderson, T.H., 1988. Las Delicias basin; a record of late Paleozoic arc volcanism in northeastern Mexico: Geology, V. 16, P. 37-40.

Tovar, R.J., 1981. Provincias con posibilidades petroleras en el distrito de Chihuahua. Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, V.33, p. 25-51.

Sedlock, R.L., Ortega, G.F., Speed, R.C., 1993. Tectonostatigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico. Geol. Soc. Of America, special paper 278 p. 153.

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

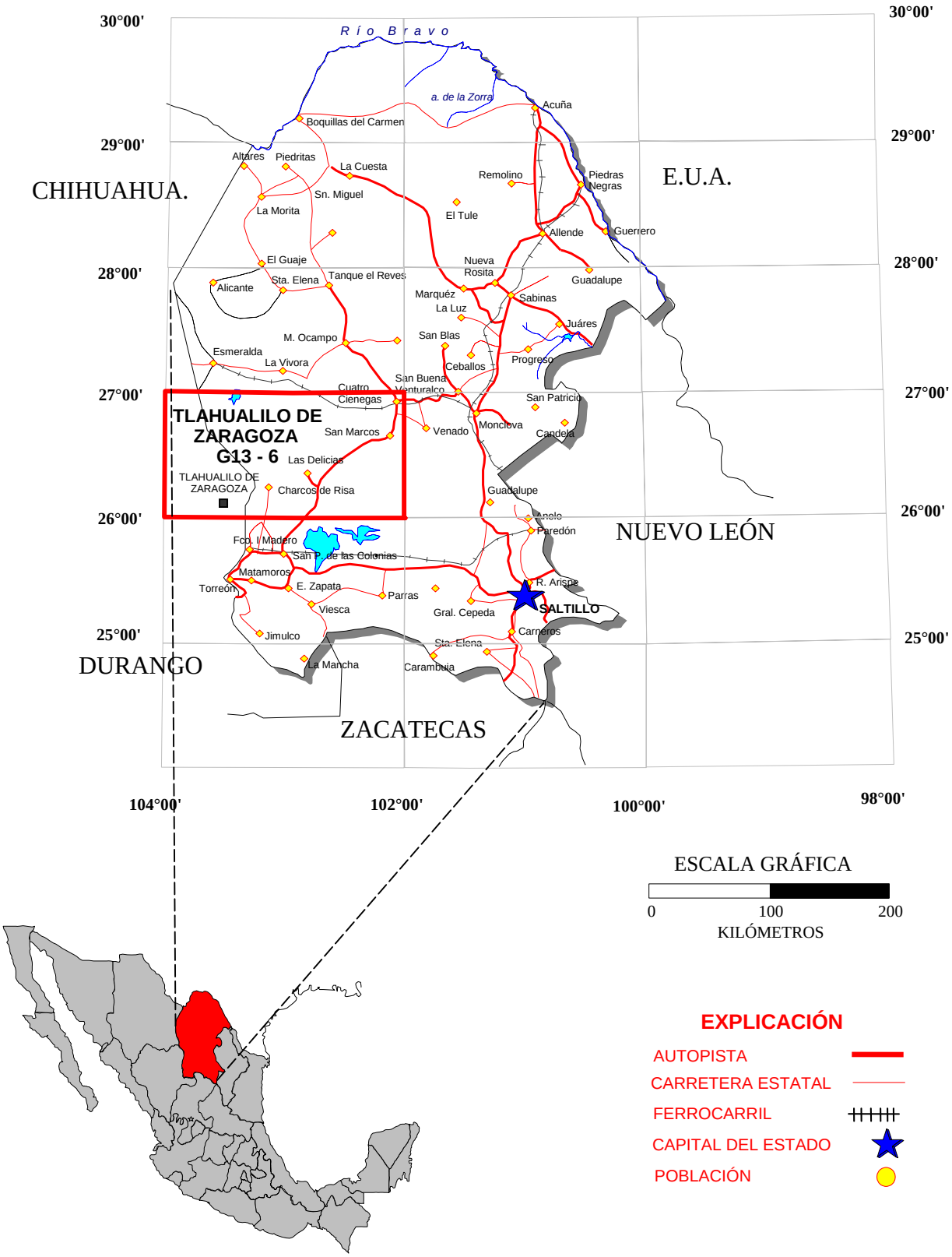
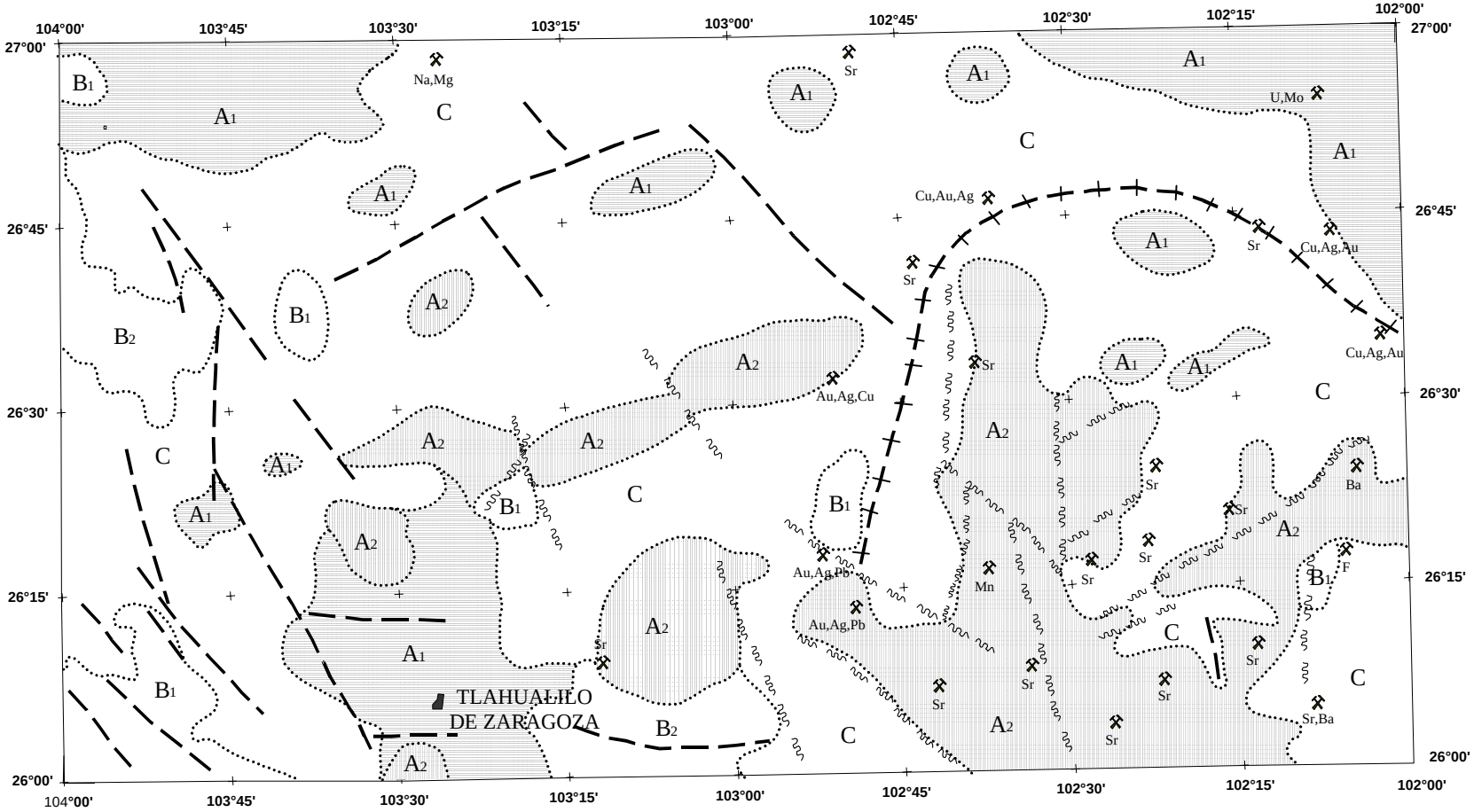


FIGURA 1 .- MAPA DE LOCALIZACIÓN

TLAHUALILO DE ZARAGOZA G13-6



EXPLICACIÓN DE ELEMENTOS INTERPRETADOS

Límite de dominio magnético

Dominio magnético (A1)

Dominio magnético (A2)

Lineamiento Magnético indefinido

Probable falla profunda

Curvolineamiento magnético

Localidad minera y sustancia Au

ESCALA GRÁFICA

0 25 50

KILÓMETROS

DOMINIOS MAGNÉTICOS

A1.- Cuerpo igneo intrusivo de composiciónfélsica a intermedia

A2.- Cuerpo igneo intrusivo de composición intermedia amáfica

B1.- Rocas volcánicas de composiciónfélsica (Riolitas e Ignimbritas

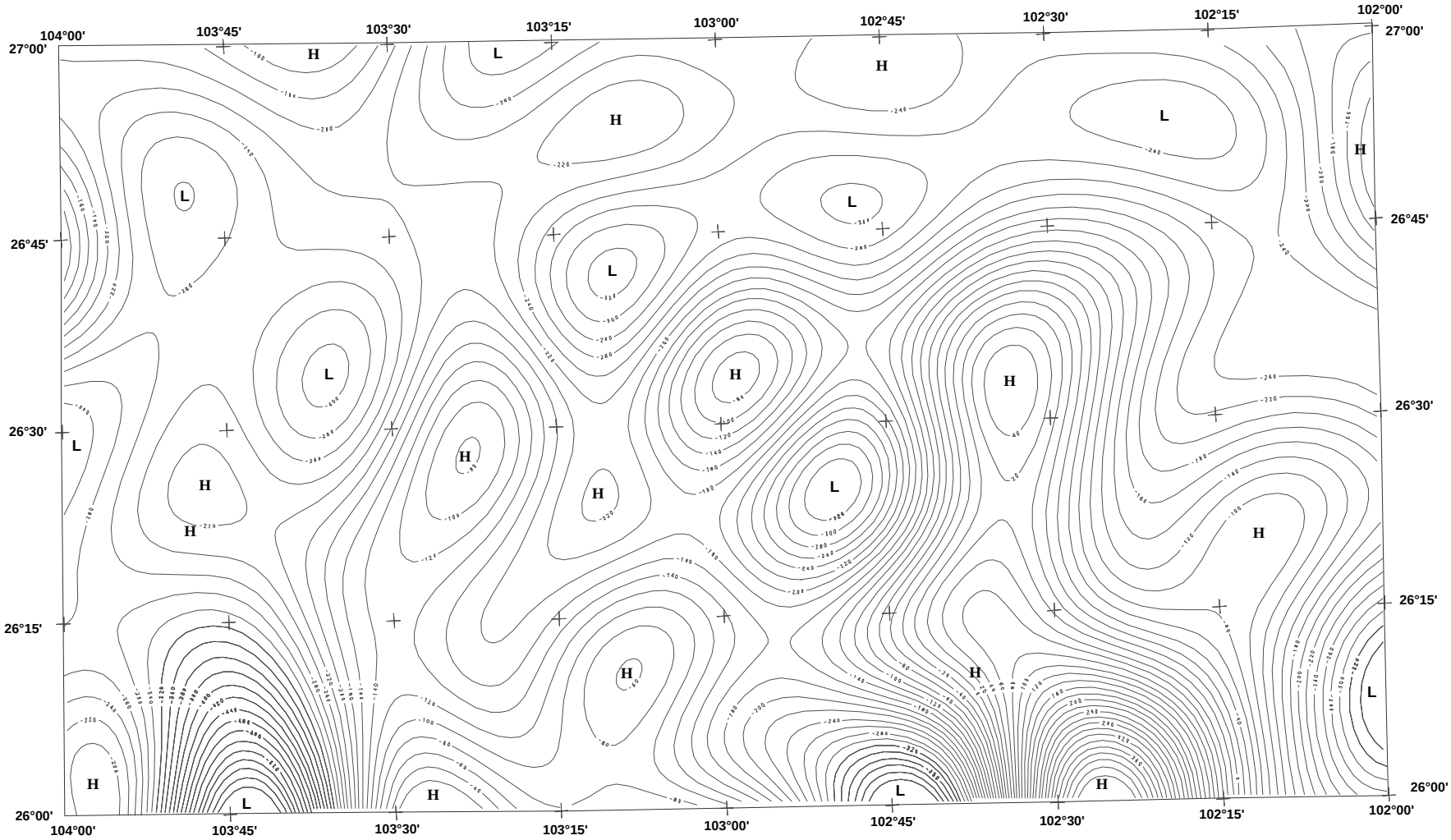
B2.- Rocas volcánicas de composición intermedia amáfica (Andesitas basálticas y basaltos)

C.- Rocas sedimentarias yclásticos continentales

NOTA:
Localidades y distritos mineros tomados de la carta Geologico – Minera Tlahualilo de Zaragoza G13 – 6 C.R.M.

FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL

TLAHUALILO DE ZARAGOZA G13-6



Curvas de contorno cada 20 nT.
Frecuencia de corte 0.03 ciclos /Km

Alto Magnético (H)

Bajo Magnético (L)

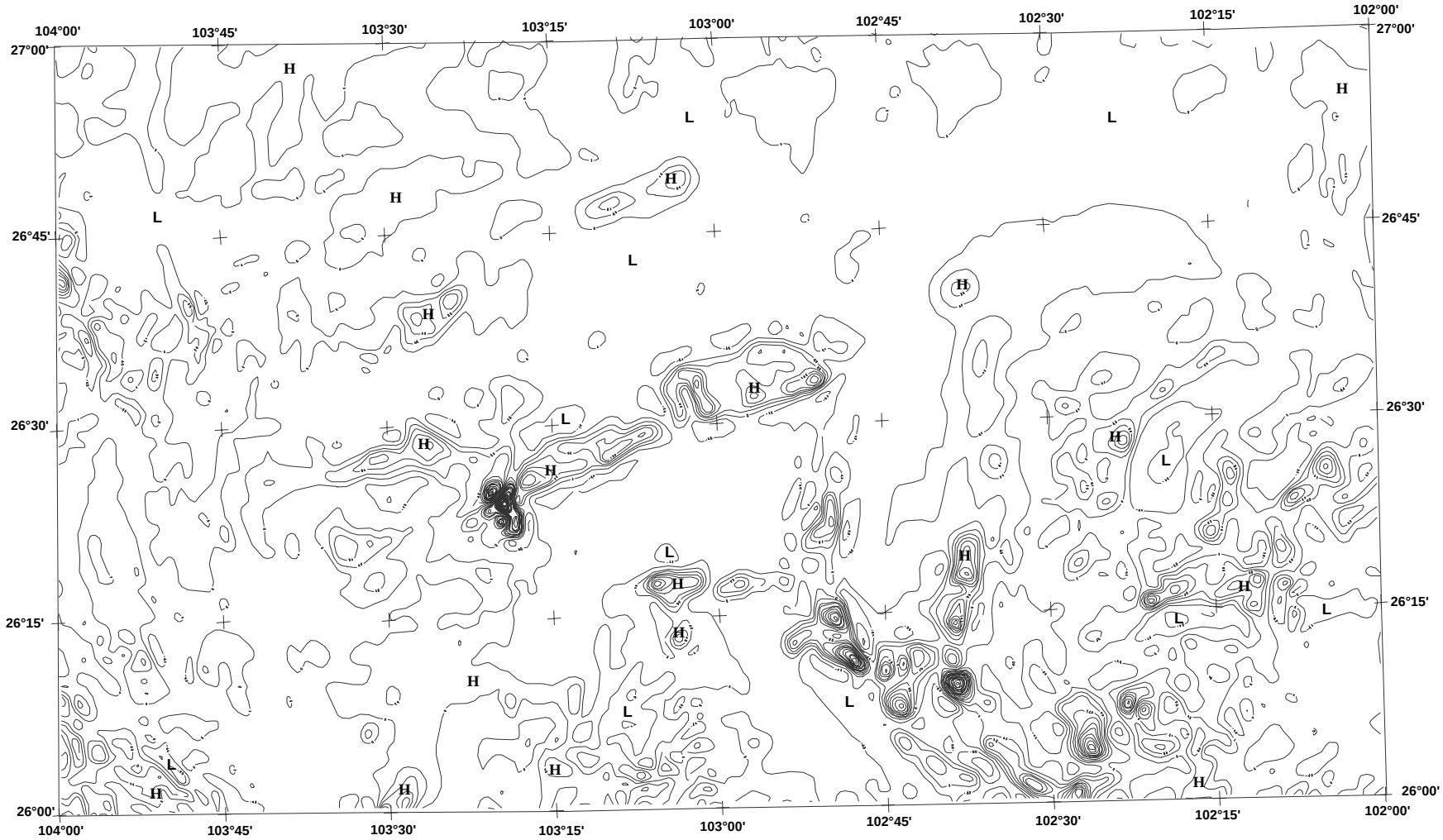
ESCALA GRÁFICA

0 25 50

KILÓMETROS

FIGURA 3.- MAPA DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS (FILTRO PASABAJAS DEL C.M.T. REDUCIDO ALPOLO)

TLAHUALILO DE ZARAGOZA G13-6



Curvas de contorno cada 40pT/m.

Alto Magnético (H)

Bajo Magnético (L)

ESCALA GRÁFICA

0 25 50

KILÓMETROS

FIGURA 4.- MAPA DE RASGOS SUPERFICIALES (PRIMERA DERIVADA VERTICAL DEL C.M.T. REDUCIDO AL POLO)

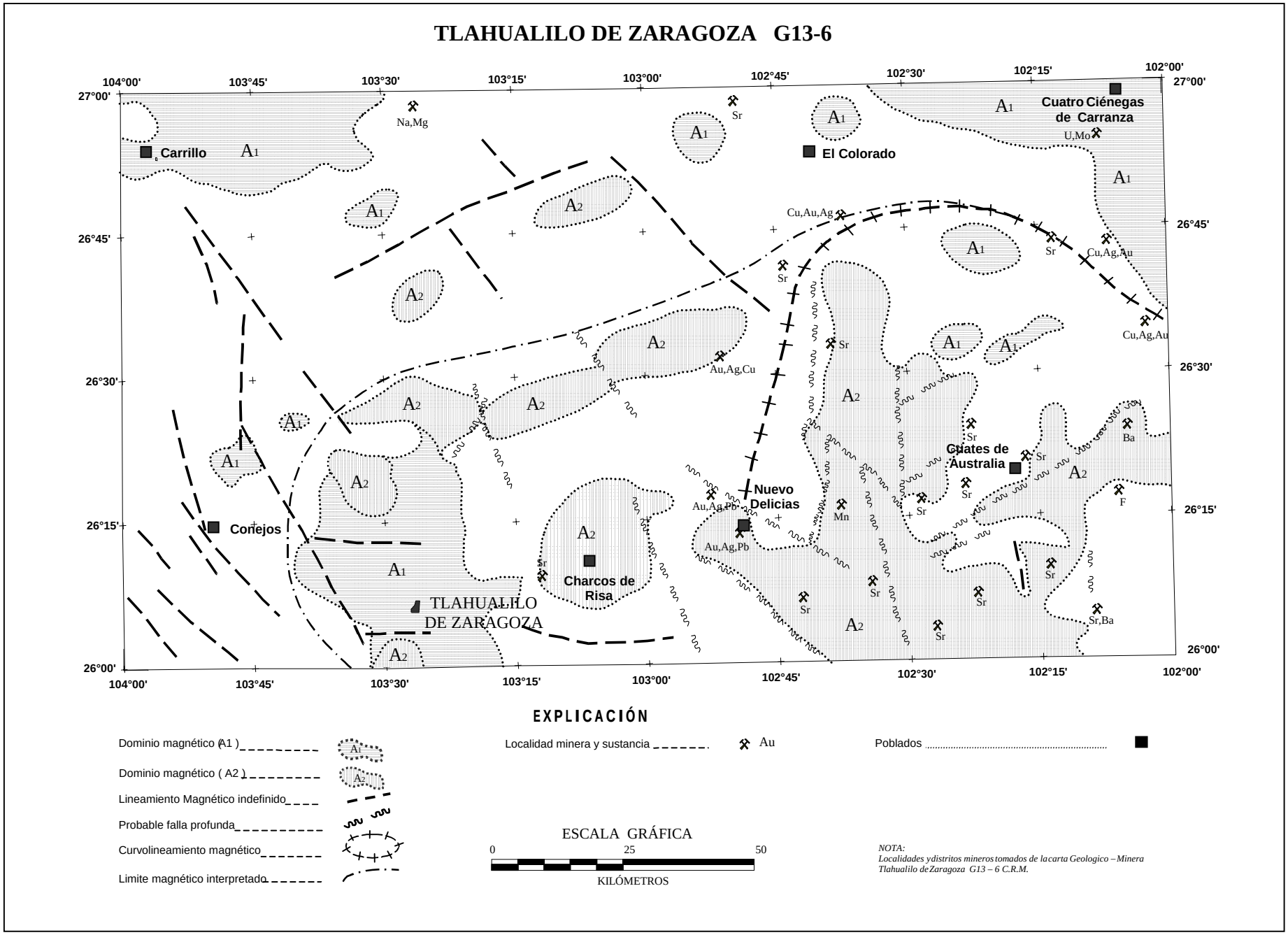


FIGURA 5.- LÍMITE TENTATIVO DE LA ISLA DE COAHUILA DEFINIDO A PARTIR DE LA INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL