CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

TEXTO GUÍA
CARTA MAGNÉTICA
"HUATABAMPO" G12-6

ESCALA 1:250,000

Ings. Israel Hernández Pérez
Julio Vélez López
Alejandro Cuevas Covarrubias

SECRETARÍA DE ECONOMÍA
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

- *Editada por el Consejo de Recursos Minerales. Primera Edición 1992.* *© Derechos Reservados.* *Segunda Impresión 2001.*

ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN 1

I METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO AEROMAGNÉTICO 1

I.1 Fuentes de información 1

I.2 Parámetros del levantamiento 2

I.3 Procesamiento de datos 2

I.4 Características de la carta 3

II SÍNTESIS GEOLÓGICA 3

III DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL 4

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 6

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1.- Mapa de localización ..... entre 3 y 4

Figura 2.- Interpretación magnética litoestructural ..... entre 4 y 5

INTRODUCCIÓN

El Consejo de Recursos Minerales está elaborando un inventario básico geológico-minero del territorio nacional, mediante la elaboración de cartas básicas geológico-mineras por estados, hojas geofísicas aeromagnéticas y el inventario minero por substancias con base en la compilación de trabajos que este mismo organismo ha realizado y al desarrollo de los programas actuales de exploración. Dicho material se está integrando para hacerlo del dominio público, con el propósito de apoyar al desarrollo minero nacional.

En virtud de la dificultad cada vez mayor en la localización de los yacimientos minerales por encontrarse éstos ocultos, el explorador enfrenta la necesidad de auxiliarse con técnicas indirectas de exploración como son geofísica, geoquímica, imágenes de satélite y otras, que representan valiosas herramientas que deben utilizarse en conjunción para lograr exitosas campañas que conduzcan a encontrar yacimientos minerales susceptibles de ser explotados, así como investigar y evaluar minerales de utilización futura, cuyo potencial es actualmente desconocido en el país.

Con esta finalidad se da a conocer la información aeromagnética que ha venido obteniendo el Consejo de Recursos Minerales, desde el año de 1974; donde la presente carta a escala 1:250 000 con formato cartográfico internacional del INEGI, es la primera de su tipo y aportará información básica que permita fundamentar futuras exploraciones.

La carta magnética Huatabampo contiene información en una superficie de 16,000 Km^2 y corresponde a un mapa de intensidad magnética residual, obtenida a partir de planos de intensidad magnética total a escala 1:50 000.

Se proporciona una interpretación generalizada enmarcando a nivel regional las expresiones magnéticas más obvias como son:

La distribución y configuración de las rocas intrusivas sepultadas, estructuras y unidades litológicas, zonas de falla y distribución de cuencas sedimentarias.

Es conveniente mencionar que el dominio magnético A_2 tiene correlación con la mayoría de las localidades mineras, lo que sugiere una relación directa de las zonas de diferenciación magmática de composición calco-alcalina dentro del batolito de Sinaloa-Sonora con las rocas receptoras de la mineralización. Otros dominios magnéticos A_2 localizados dentro de la planicie costera, se interpretan como intrusivos de composición intermedia; estas masas intrusivas no son conocidas por encontrarse cubiertas por rocas volcánicas y sedimentarias y que también pudieran ser fuentes de rnineralización.

Otro rasgo magnético muy notable corresponde al dominio A_3, que se ha interpretado como un intrusivo de composición básica cubierto por rocas volcanoclásticas.

La información representada de la carta magnética escala 1:250 000, al igual que las existentes en el organismo a escala 1:50 000 se interpretarán de acuerdo a los objetivos que se persigan; éstos pueden ser mineros, geohidrológicos, de energéticos y de investigación.

I METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO AEROMAGNÉTICO

I.1 Fuentes de Información

En la elaboración de esta carta, los datos fueron obtenidos de los levantamientos aeromagnéticos realizados en el Consejo de Recursos Minerales en los años 1978, 1979 y 1992, en los estados de Sonora y Sinaloa; dentro del Programa Nacional de Exploración por Fierro y como un método auxiliar en la exploración sistemática por minerales básicos y preciosos.

Esta información se compiló en su tiempo mediante un proceso analógico para obtener planos aeromagnéticos de intensidad total a escala 1:50 000.

La información cartográfica fue obtenida del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática(INEGI).

I.2 Parámetros del levantamiento

Para los objetivos mineros a los cuales nuestro organismo está dedicado, se programaron los levantamientos aeromagnéticos siguiendo vuelos de contorno con una altura promedio de 300 m, las líneas se levantaron con rumbo N10°E y separación de 1000 m. La identificación de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el sistema de navegación visual.

El levantamiento se realizó con un avión Islander BNA-8, utilizando un magnetómetro Geometrics G-803 con sensibilidad de 0.25 nanoteslas (gammas) y un sensor toroidal; en el posicionamiento de las líneas de vuelo se empleó una cámara de cuadro fijo de 35 mm. y la altura de vuelo se controló con un radioaltímetro Sperry.

I.3 Procesamiento de datos

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

a) Digitalización:

Debido a que en este caso, la integración de la información se realizó a partir de mapas aeromagnéticos de intensidad total a escala 1:50 000, fue necesario digitalizar dichos mapas siguiendo las trayectorias de vuelo, para capturar las coordenadas UTM y el valor del campo magnético (Z).

b) Formación de archivos:

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

c) Obtención del campo magnético residual

Según datos del Observatorio Magnético de Teoloyucan, Méx., obtenidos en el periodo de 1923 a 1987; el campo geomagnético en la República Mexicana ha decrecido en ese periodo, aproximadamente 48.07 nT por año (Urrutia, 1991).

Para la obtención del mapa magnético residual se utilizó el valor del DGRF (Definitive Geomagnetic Reference Field) Quinta generación (Barraclough 1981, 1985; Peddie 1982, 1983) adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo en el año de 1987 (IAGA, División 1, Group 1, 1988).

De esta manera, para obtener la respuesta correspondiente a las unidades de roca de acuerdo con su contraste de magnetización; a los datos archivados por línea de vuelo se les sustrajo el valor del campo normal de la tierra o campo geomagnético tomando en cuenta su posición geográfica, las fechas del levantamiento y altura de vuelo.

d) Generación del mapa:

Con la finalidad de obtener el mapa a escala 1:250 000, los datos de la carta Huatabampo se integraron en un archivo de coordenadas X, Y, Z, y se utilizó el algoritmo de interpolación de Kriging (Royle 1981, Oliver 1990) para la generación de curvas de contorno cada 50 nanoteslas. El equipo utilizado fue una computadora IBM Ps/2-55SX, CPU80386 a 16 MHZ con coprocesador matemático 80387, 2 Mb RAM y disco duro de 64 Mb.

e) Graficación:

El desplegado gráfico previo a la interpretación se realizó en un graficador Wild modelo TA-10 utilizando una plumilla de 0.05 mm. de espesor para obtener un mapa para cada uno de los 32 colores utilizados en la imprenta.

I.4 Características de la carta

La carta Huatabampo a escala 1:250 000 con formato cartográfico del INEGI contiene información aeromagnética que abarca una superficie de 16,000 km^2 (Figura 1).

En la Carta Magnética, los intervalos de color al igual que las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 50 nanoteslas (gammas), indicando los bajos magnéticos en tonos de azul y los altos magnéticos en tonos rojos para visualizar fácilmente las anomalías dipolares, monopolares y los gradientes magnéticos.

En la Figura 2 se indica la interpretación cualitativa de carácter regional propuesta en donde se representan los límites de los dominios litomagnéticos con trazos punteados, los lineamientos magnéticos asociados a fallas con líneas interrumpidas y los lineamientos magnéticos asociados a estructuras con líneas contínuas.

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

II SÍNTESIS GEOLÓGICA

En la carta Huatabampo afloran unidades litológicas que abarcan un rango estratigráfico del Precámbrico al Reciente. (INEGI, 1985).

El Precámbrico aflora en la porción central de la carta, y está constituido por las rocas del Complejo Sonobari consideradas como parte del basamento, (Rodríguez y Córdoba 1977, De Cserna y Kent 1961), que consisten en una secuencia de gneisses anfibolíticos, pegmatita y migmatita con biotita y epidota, la secuencia se presenta metamorfizada, intrusionada y deformada por diques y cuerpos pegmatíticos.

El Paleozoico aflora en las porciónes norte-central y centro-oriental de la carta, está representado por esquistos de clorita, pizarra y filita, que corresponden a una secuencia calcáreo-pelítica de origen marino, afectada por diversos grados de metamorfisrno e intrusionada por cuerpos de gabro y gneiss.

El Mesozoico se caracteriza por una litología conformada por un conjunto volcano-sedimentario en la base y sedimentario en la cima, afectado por diferentes tipos de metamorfismo.

Las rocas jurásicas afloran en las porciones norte y nor-oriente de la carta. En la porción norte están constituidas por lutitas, areniscas y cuarcitas con bajo grado de metamorfismo. En la porción nororiental de esta carta, las unidades del Jurásico están constituidas por rocas metavolcánicas de composición intermedia, afectadas por metamorfismo regional (Rodríguez y Córdoba, 1977), en el extremo oriental de la carta existen pequeños afloramientos de rocas volcano-sedimentarias.

Las rocas cretácicas, sobreyacen en discordancia erosional a las rocas del Jurásico. Hacia la porción sur-oriental, afloran como remanentes rocas volcánicas de composición intermedia (derrames andesíticos y brechas), mientras que en la porción nor-oriental afloran sedimentos carbonatados y algunos afloramientos de lutita en la porción centro-oriental. El conjunto de rocas cretácicas se encuentra deformado y alterado por hidrotermalismo.

A fines de la Era Mesozoica e inicios de la Era Cenozoica se emplazaron cuerpos plutónicos e hipabisales que se encuentran ampliamente distribuidos en la porción nororiental de la carta,

adoptando los afloramientos una forma circular; su composición varía de granito, microgranito, granodiorita, diorita, diques aplíticos y pórfidos andesíticos, pertenecientes al batolito de Sinaloa-Sonora.

La Era Cenozoica está representada por el depósito del Complejo Volcánico Inferior (McDoweil y Keizer, 1977), constituido por derrames y unidades piroclásticas de composición andesítica con intercalaciones de ignimbritas. Los afloramientos están ampliamente distribuidos al oriente, alojando los principales yacimientos minerales de la región.

A fines del Cenozoico y principios del Cuaternario, se depositaron rocas basálticas, que ocupan principalmente la porción nor-oriental y durante el Cuaternario se depositaron sedimentos detríticos continentales en las depresiones tectónicas que ocupan la porción central de la carta.

Finalmente, en el Reciente se depositaron sedimentos clásticos de origen aluvial, eólico, litoral y lacustre, estando ampliamente distribuidos al poniente, constituyendo la planicie costera del pacífico.

Los principales rasgos estructurales se localizan en la porción sur-oriental de la carta. Abundante fallamiento normal con rumbo norte-sur afecta en mayor medida las rocas volcánicas terciarias distribuidas al norte y sur de la carta. Existe otro fallamiento regional con rumbo N30°W, que se presenta en la porción central.

En la porción surcentral de la carta se localiza una falla de cabalgadura, de dimensiones regionales, en forma semicircular, donde las rocas paleozoicas sobreyacen a las rocas mesozoicas e intrusivos.

III DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

Los datos aeromagnéticos proporcionan importante información acerca de la distribución y carácter de las rocas ígneas dentro de la cubierta de roca sedimentaria, lo más importante, ayudan a delimitar contactos ocultos y a definir la presencia de rocas ígneas sepultadas.

En la carta Huatabampo se identificaron 6 grupos de dominios magnéticos identificados con las letras A_1, A_2, A_3, B_1, B_2 y C, diferenciados de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar y su origen se atribuye a rocas ígneas intrusivas de composición ácida a básica, rocas ígneas extrusivas de composición intermedia a básica, y rocas sedimentarias y metamórficas.(Figura 2).

Adicionalmente y a partir de lineamientos magnéticos se identificaron fallas regionales que afectan a las rocas profundas y que algunas veces no tienen manifestación superficial.

Se identificaron 3 dominios magnéticos denominados con las letras A_1, A_2 y A_3, atribuibles a la respuesta de rocas intrusivas de diferente composición dentro del batolito de Sinaloa-Sonora, permitiendo definir el zoneamiento y la configuración del batolito en el subsuelo y en superficie.

Los dominios magnéticos A_1 se caracterizan por una gran extensión y baja intensidad magnética, el dominio más amplio se ubica en la porción nor-oriental y oriente de la carta; se correlaciona con afloramientos de rocas intrusivas de composición ácida, que se localizan en la región de Choix, y delimitan la configuración en el subsuelo en donde éstas se encuentran cubiertas.

Hacia el extremo norponiente de la carta se localiza otro dominio magnético A_1 de regulares dimensiones, que se encuentra cubierto por depósitos aluviales, interpretándose un bloque intrusivo sepultado de composición ácida.

Los dominios magnéticos A_2 se caracterizan por ser de menor extensión y mayor intensidad magnética que los dominios A_1; definiéndose anomalías monopolares y dipolares que se atribuyen a cuerpos intrusivos en su mayoría cubiertos.

El dominio magnético A_2 más ampliamente distribuido se ubica al oriente de la carta, bordeando la porción sur y norte del dominio magnético A_1; se atribuye a rocas intrusivas de composición intermedia que se encuentran parcialmente cubiertas por colgantes de rocas volcánicas terciarias, y rocas sedimentarias y metavolcánicas de edad cretácica y paleozoica.

Existe una relación bastante marcada de este dominio magnético A_2 con localidades mineras, sugiriendo una relación directa entre rocas intrusivas cubiertas de composición intermedia con las rocas receptoras de mineralización constituidas por las rocas paleozoicas, mesozoicas y terciarias.

Al surponiente de la población de El Fuerte, Sin., se localiza otro dominio magnético A_2 representado por anomalías dipolares y se encuentra cubierto por sedimentos recientes y rocas volcánicas terciarias, se atribuye a la presencia de un intrusivo sepultado de composición intermedia.

Un tercer dominio magnético A_2 se ubica sobre la presa Miguel Hidalgo y se presenta siguiendo un rumbo general E-W seccionado en 3 bloques, el lineamiento de estos bloques sugiere que se emplazaron a lo largo de una falla regional. Se atribuyen a cuerpos intrusivos de composición intermedia, parcialmente cubiertos por rocas volcánicas terciarias y sedimentarias paleozoicas.

El dominio magnético A_3 se ubica en la porción suroriente de la carta, se caracteriza por una gran extensión y muy alta intensidad magnética; está representado por una gran cantidad de pequeños dipolos magnéticos normales e invertidos de muy alta intensidad; este dominio magnético se interpreta que está limitado al norte por una falla con rumbo E-W. Dentro de este cuerpo altamente magnético, se sugiere un intenso fracturamiento con diferentes direcciones, dando origen a una distribución caótica de dipolos.

Por las características que presenta esta zona anómala, se atribuye a que la respuesta fue originada por rocas intrusivas de composición básica, ya que los afloramientos corresponden a rocas volcánicas de composición ácida a intermedia cuya respuesta magnética observada en otras localidades, es de menor intensidad.

Hacia la porción sur de este dominio magnético A_3 se presentan varias localidades mineras, lo que sugiere una exploración a más detalle, abarcando el dominio magnético A_3 y las rocas volcánicas terciarias y cretácicas que encajonan la mineralización conocida.

Los dominios magnéticos B_1 se encuentran cubriendo grandes extensiones dentro de la carta (Figura 2), se caracterizan por una intensidad magnética intermedia respecto a los demás dominios, la principal expresión magnética de este dominio está representado por pequeños dipolos de alta frecuencia, que se atribuyen a la respuesta de las rocas volcánicas de composición intermedia que afloran hacia la parte oriente y se encuentran parcialmente cubiertas por aluvión en la porción poniente.

Los dominios magnéticos B_2 se localizan principalmente en la porción nor-oriental de la carta, se caracterizan por tener una alta intensidad magnética y están representados por anomalías formadas por pequeños dipolos de alta frecuencia. Esta zona magnética se atribuye a la presencia de rocas volcánicas de composición básica.

El dominio magnético C está ampliamente distribuido en la planicie costera y en menor extensión en el extremo sur-oriental, se caracteriza por tener la más baja intensidad magnética. La respuesta magnética de este

dominio, se atribuye a la presencia de rocas sedimentarias y metamórficas del Paleozoico y Mesozoico, cubiertas la mayor parte por potentes espesores de sedimentos continentales y en menor proporción por rocas volcánicas ácidas.

En lo que respecta a los curvolineamientos magnéticos señalados en la porción nor-oriental, éstos se atribuyen a variaciones en el contenido de minerales magnéticos dentro de las rocas intrusivas interpretadas.

Los lineamientos magnéticos atribuibles a tallas regionales están ampliamente distribuidos en la carta, los lineamientos de mayor longitud tienen un rumbo E-W y se ubican en la porción central, se interpretan como fallas relacionadas a la apertura del Golfo de California.

El lineamiento del extremo sur-oriente se considera como un contacto oculto entre el cuerpo altamente magnético del dominio A_3 y los dominios A_1 y B_1.

Existen también lineamientos magnéticos con rumbo N-S ubicados en la porción norte de la carta; estos lineamientos probablemente delimitan bloques levantados de los dominios A_1 y A_2.

Las intersecciones de los lineamientos mencionados pueden indicar zonas de interés geológico-minero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barraclough D.R., 1981. The 1980 Geomagnetic Reference Field; Nature, vol. 294 p. 14-15

Barraclough, D.R. (IAGA) Division 1 Working Group 1), 1985 International Geomagnetic Reference Field, revisión 1985. J. Geomag. Geoelectr. 37, p. 11 57-1163.

De Cserna, Zoltan y Kent B.H., 1961. Mapa Geológico de reconocimiento y secciones estructurales de la región de San Blas y El Fuerte, Estado de Sinaloa, Cartas Geológicas y Mineras No. 4, Instituto de Geología UNAM.

IAGA División l. Working Group l (D.R. Barraclough, Chairman), 1988. Internacional Geomagnetic Reference Field, revisión 1987. Geophysical Journal, vol. 93, p. 187-189.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1985. Carta Geológica Huatabampo Gl 2-6.

McDowell F.W. and Keizer R.P., 1977, Timing of Mid Tertiary Volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlán, México. Geol. Soc. America Bull, vol. 88, p. 1479-1487.

Oliver M.A. 1990, Kriging: A Method of Interpolation for Geographical Information System, International of Journal of Geographic Information System, vol. 4, p. 313-332.

Peddie Norman W., 1982. Internacional Geomagnetic Reference Field; the Third Generation, J. Geomag. Geoelect. v. 34, p. 309-326.

Peddie N.W., 1983. International Geomagnetic Reference Field, its Evolution and the Difference in Total Field Intensity between new and Old Models for 1965-1980, Geophys., v. 48 No. 12, p. 1691-1696.

Rodríguez Torres T. y Córdoba D.A., 1977. Atlas Geológico y Evaluación Geológico-Minera del Estado de Sinaloa. Instituto de Geología, UNAM y Secretaría del Desarrollo Económico del Estado de Sinaloa.

Royle A.G. 1981. Practical Universal Kriging and Automatic Countouring Geoprocessing. p. 337-354.

Urrutia Fucugauchi J. y Campos Enríquez J.Q. (1991) Geomagnetic Secular Variation in Central Mexico since 1923 and Comparison with 1945-1990 IGRF Models; Instituto de Geofísica UNAM.

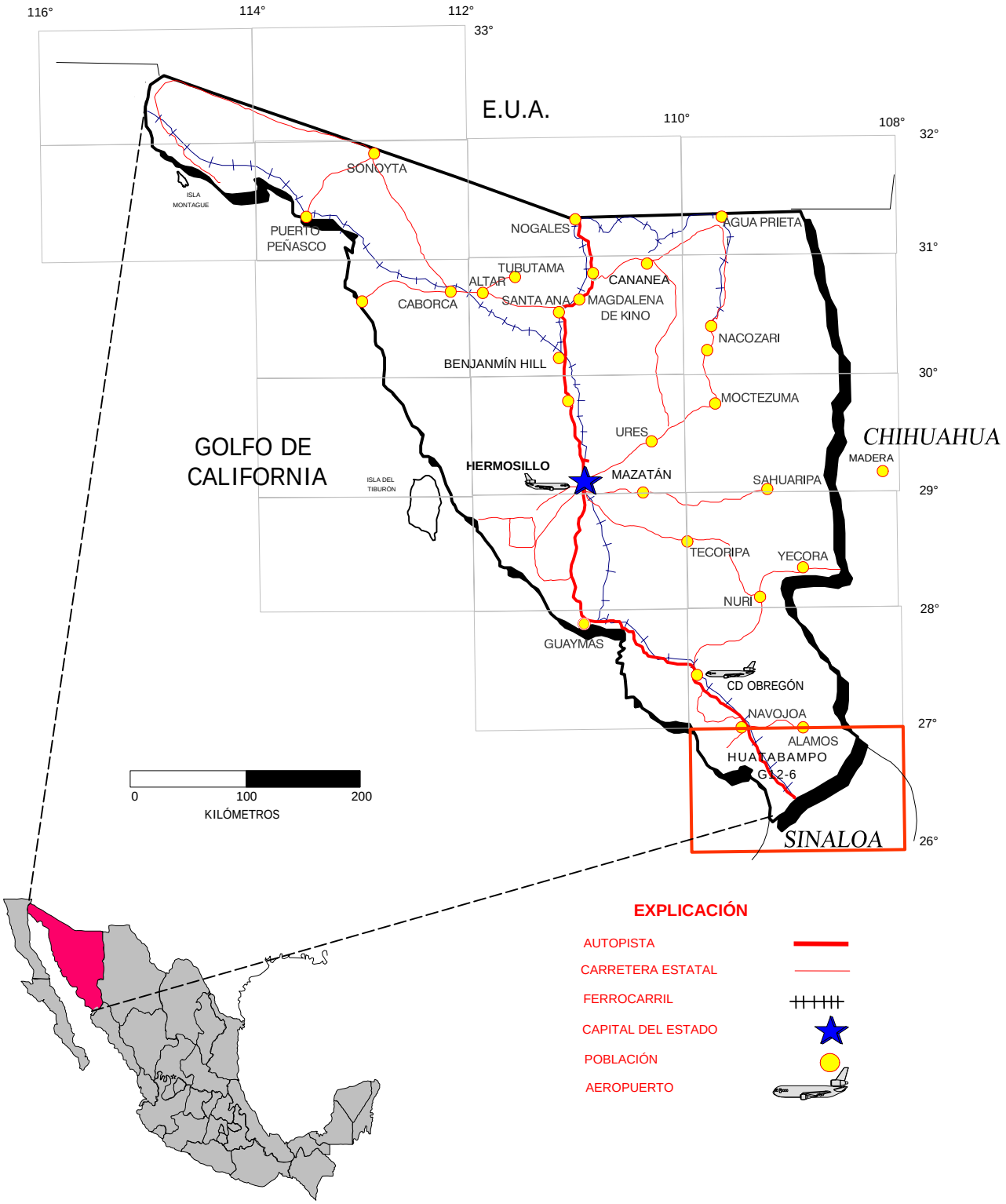
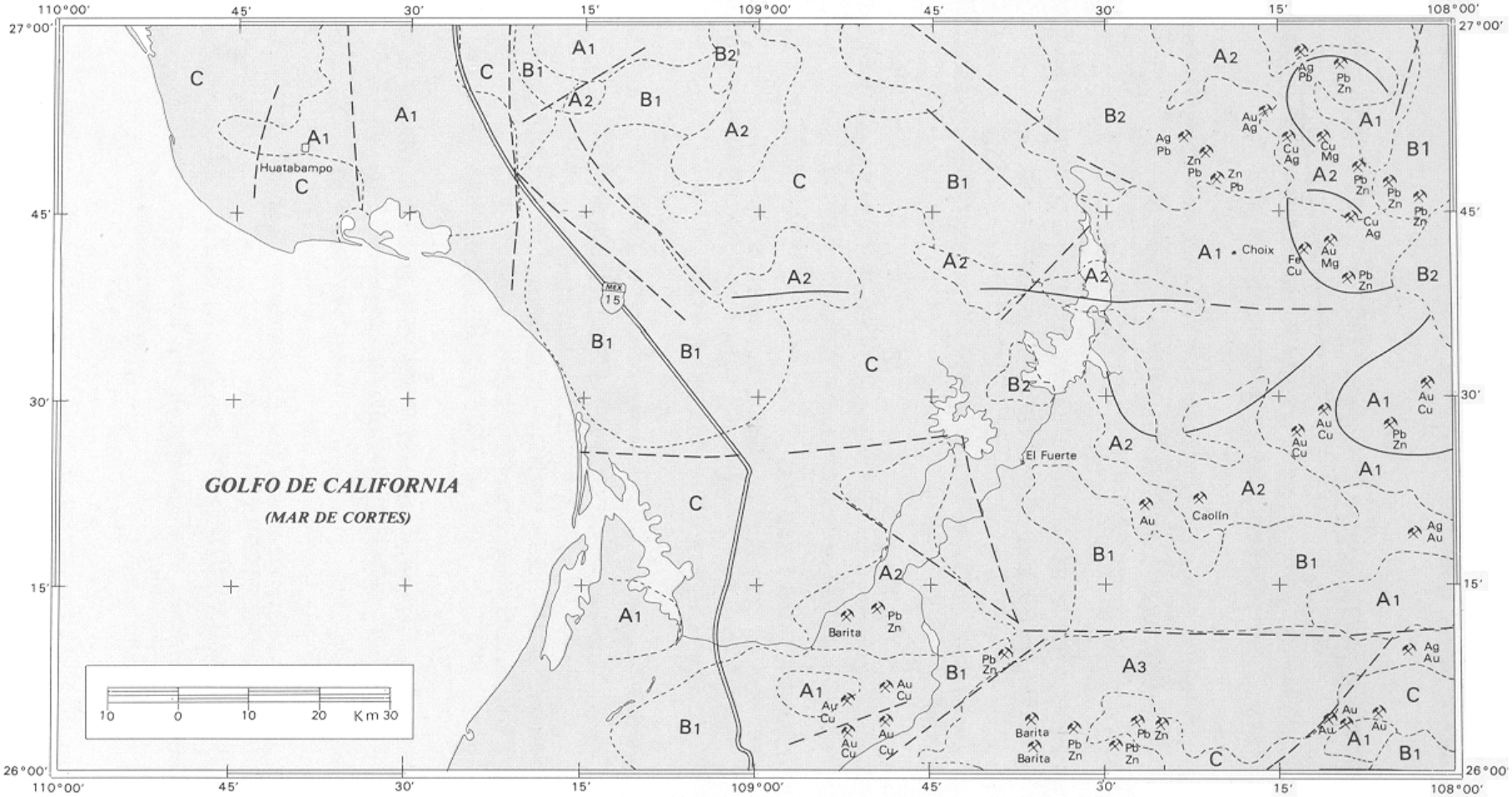


FIGURA 1 .- MAPA DE LOCALIZACIÓN



INTERPRETACION DE CARACTER REGIONAL

LIMITE DE UNIDADES LITOMAGNETICAS

LINEAMIENTO MAGNETICO ASOCIADO A FALLAS

LINEAMIENTO MAGNETICO ASOCIADO A ESTRUCTURAS

A_1- ACIDAS A INTERMEDÍAS
A_2- INTERMEDIAS A BASICAS
A_3 BASICAS
} ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

B_1- ACIDAS A INTERMEDIAS
B_2- BASICAS
} ROCAS VOLCANICAS

C- ROCAS SEDIMENTARIAS Y METAMORFICAS

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL

HUATABAMPO G12-6

FIGURA 2