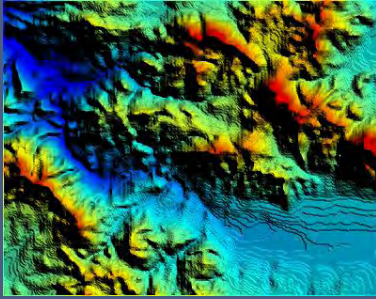




CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



**CARTA GEOLÓGICO-MINERA
OJINAGA, CLAVE H13-8
ESCALA 1:250,000
ESTADO DE CHIHUAHUA**

2001

CONTENIDO

RESUMEN	1
I.-INTRODUCCIÓN	5
I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO.	5
I.2.-TRABAJOS PREVIOS.....	5
I.3.- MÉTODO DE TRABAJO.	10
II.- GEOGRAFÍA	11
II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA.....	11
II.2.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN	11
II.3.- FISIOGRAFÍA.....	11
III.- GEOLOGÍA	15
III.1.- MARCO GEOLÓGICO	15
III.2.- ESTRATIGRAFÍA.....	16
PALEOZOICO.....	16
CALIZA-LUTITA; FORMACIÓN SÓSTENES (Po Cz-Lu).....	16
CALIZA-LUTITA. FORMACIÓN SOLÍS (Posdm Cz-Lu).....	19
CALIZA-LUTITA. FORMACIÓN MONILLAS (Pdmcp Cz-Lu).	20
CALIZA. FORMACIÓN EL PASTOR. (Pcppl Cz).....	22
LIMOLITA-CONGLOMERADO POLIMÍCTICO. FORMACIÓN PLOMOSAS. (Ppl Lm-Cgp).	22
LUTITA-ARENISCA. FORMACIÓN VERDE, (Ppl Lu-Ar).....	24
ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS	25
PÓRFIDO RIOLÍTICO. (Ppl PR).	25
MESOZOICO.....	25
TRIÁSICO-JURÁSICO MEDIO	25
CONGLOMERADO POLIMÍCTICO. (TRJm Cgp).	25
JURÁSICO.....	25
CALIZA-LUTITA. FORMACIÓN LA CASITA. (Jkpl Cz-Lu).....	25
CRETÁCICO	26
CRETÁCICO INFERIOR.	26
CALIZA-LUTITA. FORMACIÓN NAVARRETE (Kbev Cz-Lu).....	26
ARENISCA- LUTITA. FORMACIÓN LAS VIGAS (Kvh Ar-Lu).	27
CALIZA-LUTITA. GRUPO CUCHILLO (Kbap Cz-Lu).....	28
CALIZA-LUTITA. GRUPO AURORA (Kaim Cz-Lu).	30
LUTITA-CALIZA. FORMACIÓN BENAVIDES (Kams Lu-Cz).	31
CALIZA. FORMACIÓN LOMA DE PLATA (Kas Cz).	32
CALIZA-LUTITA. GRUPO WASHITA (Kce Cz-Lu).	32
LUTITA-CALIZA. FORMACIÓN OJINAGA (Kcet Lu-Cz).....	33
ARENISCA. FORMACIÓN SAN CARLOS (Kcoss Ar).....	34
LUTITA-ARENISCA. FORMACIÓN PICACHO (Kcm Lu-Ar).....	35

CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA. FORMACIÓN SACRAMENTO (KmTpa Cgp-Ar).....	36
<i>CENOZOICO</i>	37
<i>TERCIARIO</i>	37
ANDESITA (To A).....	37
LATITA (To La).....	38
RIOLITA-TOBA RIOLÍTICA (To R-TR).....	38
BASALTO (To B).....	40
<i>ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS</i>	40
PÓRFIDO RIOLÍTICO (To PR).....	40
PÓRFIDO ANDESÍTICO (To PA).....	41
PÓRFIDO DACÍTICO (To PDa).....	41
TONALITA (To Tn).....	42
GRANITO (To Gr).....	43
<i>MIOCENO</i>	43
CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-BASALTO (Tm (?) Cgp-B).....	43
CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA (Tm (?) Cgp-Ar).....	45
RIOLITA-TOBA RIOLÍTICA (Tm R-TR).....	45
BRECHA VOLCÁNICA ANDESÍTICA (Tm BvA).....	46
<i>CUATERNARIO</i>	47
CONGLOMERADO POLIMÍCTICO (Qpt Cgp).....	47
CONGLOMERADO POLIMÍCTICO (Qho Cgp).....	47
LACUSTRE (Qho la).....	47
LIMO-ARENA (Qho lm-ar).....	48
EÓLICO (Qho eo).....	48
ALUVIÓN (Qho al).....	48
III.3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	48
<i>III.3.1.- INTERPRETACIÓN DEL MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN</i>	48
<i>III.3.2.- INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN DE SATÉLITE</i>	51
<i>III.3.3.- DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURAS</i>	54
III.3.3.1.-Deformación Dúctil.....	54
III.3.3.2.- Deformación Dúctil-Frágil.....	54
III.3.3.3.- Deformación Frágil.....	55
III.4.- TECTÓNICA	55
<i>PRECÁMBRICO</i>	55
<i>PALEOZOICO</i>	58
<i>MESOZOICO</i>	58
<i>CENOZOICO</i>	60
IV.- YACIMIENTOS MINERALES	61
IV.1- INTRODUCCIÓN	61
<i>IV.1.1.- METÁLICOS</i>	63
DISTRITO MINERO PLACER DE GUADALUPE.....	63
DISTRITO MINERO PLOMOSAS.....	66
ZONA MINERALIZADA LAS DAMAS.....	69

ZONA MINERALIZADA LA ESPERANZA.....	71
ZONA MINERALIZADA CUCHILLO PARADO.....	72
ZONA MINERALIZADA SIERRA RICA.....	76
ÁREA MINERALIZADA TOSESIHUA.....	79
ÁREA MINERALIZADA LA AGUJA	81
IV.1.2. - NO METÁLICOS	83
YESO.	83
CAOLÍN.	84
CARBÓN.....	84
ARENA SÍLICA.....	85
ZEOLITA.	85
FELDESPATO.	85
ARCILLA.....	85
V.- MODELO DE YACIMIENTOS.....	86
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
VII.- PROBLEMAS NO RESUELTOS	88
BIBLIOGRAFÍA.	89

ANEXOS

TABLAS

Análisis químico
Datos estructurales
Determinaciones isotópicas
Determinaciones paleontológicas
Relación muestreo total
Resultados petrográficos
Rocas dimensionables y bancos de materiales
Yacimientos minerales

RESUMEN

La carta se localiza en la porción noreste del estado de Chihuahua y comprende una superficie de 18,192 Km², entre las coordenadas geográficas 29 ° 00' 00" a 30 ° 00' 00" de latitud norte y 104 ° 00' 00" a 106 ° 00' 00" de longitud oeste. Se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada como Cuencas y Sierras (Raisz, E. 1964). Forma parte del terreno tectonoestratigráfico Chihuahua (Campa U. M. F. y Coney P., 1983); constituido por un conjunto cratónico de más de 3,000 m de areniscas, lutitas y calizas del Paleozoico (Malpica y de la Torre, 1980) cubierto por sedimentos marinos mixtos y continentales del Mesozoico depositados en la cuenca de Chihuahua y rocas cenozoicas de origen volcánico y continental.

Las rocas más antiguas van del Ordovícico al Pérmico (Bridges, 1965), afloran únicamente en la parte sur-suroeste de la carta y están representadas por la Formación Sóstenes (**Po Cz-Lu**) de edad Ordovícico, se caracteriza por contener caliza con pedernal y pequeños lentes de dolomita, lutita y en menor proporción arenisca; la cubre de manera concordante la Formación Solís (**Posdm Cz-Lu**) de edad Ordovícico superior-Devónico medio constituida por caliza con pedernal con intercalaciones de capas dolomitizadas y lutita; durante el Devónico medio-Carbonífero (Pensilvánico)-Pérmico inferior, consiste de caliza masiva y estratos gruesos con escasos nódulos de pedernal; en el Pérmico inferior de forma concordante, se deposita la Formación Plomosas (**Ppi Lm-Cgp**), formada por limolita, conglomerado polimíctico, arenisca y caliza arrecifal; la cubre de manera concordante la Formación Verde (**Ppi Lu-Ar**) de edad Pérmico inferior, constituida por alternancia de lutita, arenisca y limolita; la secuencia anterior se encuentra afectada por un pórfido riolítico (**Ppi PR**), con una edad de 270 ± 30 Ma, determinada por el método Pb-alfa en zircón (De Cserna et al., 1970). Estas formaciones se depositaron durante una fase distensiva y transgresión marina que conformó la Cuenca Pedregosa en un dominio intracratónico (IMP, 1991). A partir del Triásico-Jurásico se deposita concordantemente un conglomerado polimíctico (**TRJm Cgp**), constituido por clastos subangulosos a redondeados de caliza, lutita, limolita y arenisca, que aflora en la parte sur-suroeste de la carta.

Durante el Kimmeridgiano-Portlandiano se deposita, discordantemente, una alternancia de caliza, lutita calcárea y arenisca pertenecientes a la Formación La Casita (**Jkpo Cz-Lu**), ubicada en la porción sur-suroeste de la carta. Concordantemente se deposita una secuencia de caliza arcillosa de estratificación delgada con intercalaciones de lutita y limolita calcáreas de la Formación Navarrete (**Kbev Cz-Lu**), del Berriasiano-Valanginiano y aflora en la parte centro y sur-suroeste de la carta; el contacto superior es transicional y concordante con la Formación Las Vigas (**Kvh Ar-Lu**) de edad Valanginiano-Hauteriviano, constituida por una secuencia de arenisca con intercalaciones de lutita, limolita y algunas intercalaciones de caliza en la base, se localiza principalmente en la parte centro de la carta; sobreyacen de manera transicional y concordante los depósitos del Grupo Cuchillo (**Kbap Cz-Lu**), de edad Barremiano-Aptiano constituido por las formaciones La Virgen (yeso con intercalaciones de caliza) Cupido (caliza) y La Peña (caliza con intercalaciones de arenisca calcárea, lutita y lutita calcárea) conformado por la Formación Benigno (caliza), Formación Chihuahua, (caliza y lutita) y Formación Finlay (caliza masiva); le sobreyace de manera transicional y concordante los sedimentos del Albiano medio-superior representados por la Formación Benavides (**Kams Lu-Cz**) constituida por lutita con intercalaciones de caliza arcillosa, le sobreyace concordantemente una alternancia de caliza nodular en estratos delgados con cuerpos de caliza masiva, con bandas de pedernal, de la Formación Loma de Plata (**Kas Cz**) de edad Albiano superior, su afloramiento es de amplia distribución en la carta. Las formaciones del Albiano se distribuyen ampliamente en la superficie de la carta.

Durante el Cretácico superior (Cenomaniano) se depositaron, de manera transicional y concordante, los sedimentos del Grupo Washita (**Kce Cz-Lu**) constituido por las formaciones Del Río y Buda, que consisten de una alternancia de caliza arcillosa y lutita en estratos delgados y medianos, su distribución es principalmente en la parte centro y noreste; le sobreyace de manera concordante y transicional una secuencia en estratos delgados de lutita, caliza negra laminar y en ocasiones arenisca de la Formación Ojinaga (**Kcet Lu-Cz**) de edad Cenomaniano-Turoniano. La sedimentación continua de forma transicional y concordante durante Coniaciano-Santoniano con el depósito de la Formación San Carlos (**Kcoss Ar**), constituida por una secuencia de arenisca en estratos delgados con concreciones calcáreas, presenta bioclastos de pelecípodos, troncos fósiles, restos de plantas y ocasionalmente niveles de algas; la cubre concordantemente la Formación Picacho (**Kcm Lu-Ar**) de edad Campaniano-Maastrichtiano, constituida por una secuencia de lutita carbonosa que gradúa a arenisca con estratificación cruzada, presenta madera y huesos fosilizados.

El proceso erosivo se presenta a finales del Maastrichtiano y culmina en el Paleoceno como lo demuestra el depósito del conglomerado polimíctico con intercalaciones de areniscas denominado informalmente Formación Sacramento (**KmTpa Cgp-Ar**). En el Eoceno no se registró depósito de unidades geológicas; durante el Oligoceno se desarrolla un volcanismo bimodal evidenciado por derrames andesíticos (**To A**), latícticos (**To La**) y por el emplazamiento de

unidades riolíticas y tobas riolíticas (**To R-TR**), estas unidades afloran principalmente en las porciones oeste-noroeste, norte y sureste de la carta; en este período se presenta la intrusión de pórfidos riolíticos (**To PR**) y andesíticos (**To PA**); todas las unidades anteriores están cubiertas por coladas de basalto (**To B**). Los cuerpos ígneos intrusivos del Oligoceno son granito (**To Gr**), tonalita (**To Tn**) y pórfido dacítico (**To PDa**), afloran como apófisis en diversas porciones de la carta, se encuentran afectando a rocas Mesozoicas.

En el Mioceno se inicia la etapa distensiva de Sierras y Cuencas, originando el depósito, de forma discordante, del conglomerado polimíctico con niveles de arenisca (**Tm (?) Cgp-Ar**), conglomerado polimíctico con intercalaciones de basalto (**Tm (?) Cgp-B**), asociado a este evento ocurre un volcanismo representado por derrames y tobas riolíticas (**Tm R-TR**) y brechas andesíticas (**Tm BvA**), que se localizan únicamente en la parte noreste de la carta. Cubriendo discordantemente a las unidades anteriores, afloran los depósitos semiconsolidados y no consolidados del Pleistoceno y Holoceno, constituidos por conglomerados polimícticos (**Qpt Cgp**) y (**Qho Cgp**), depósitos lacustres (**Qho la**) y eólicos (**Qho eo**), aluviones de planicie (**Qho lm-ar**) y de río (**Qho al**).

Estructuralmente la carta presenta tres dominios estructurales, el primero se observa en la parte centro-sur de la carta, donde afloran las rocas del Paleozoico en las sierras Plomosas, Placer de Guadalupe y De Enmedio, las unidades denotan dos fases de deformación dúctil visibles (S_0 y S_1). El segundo dominio es el dúctil-frágil resultado de la orogenia Laramide, provocando un esfuerzo de máxima compresión con rumbo general hacia el NE, que afecta principalmente a las unidades mesozoicas, formando anticlinales y sinclinales cuyos ejes se orientan N-S y NW-SE ligeramente flexionados, presentan pliegues amplios y en ocasiones cerrados y en otras acusan cierta recumbencia al NE y SW, como lo manifiestan las sierras El Morrión, Cuchillo Parado, Matasaguas, Grande y El Torreño entre otras; llegan a desarrollar cabalgaduras con vergencia al W y SW, como en las sierras La Víbora, Grande y Plomosas principalmente, con longitudes de 5 a 20 km. La deformación frágil es generalizada en toda la carta, se origina como resultado del evento distensivo de Sierras y Cuencas y la apertura del rift del Río Grande, generando principalmente fallas normales; son escasas las fallas de desplazamiento lateral. Las fallas normales que predominan en la carta tienen una orientación preferencial NW-SE, con inclinaciones al NE y al SW y longitudes que varían de 5 a 20 km, destacando El Jabalí, La Víbora, El Maguey, La Rómula, El Mulato y Vado de Piedra entre otras.

Los eventos tectónicos que han afectado la región inician en el Precámbrico, con la orogenia Grenvilliana que afecta a rocas Precámbricas (fuera de la carta), en el Paleozoico se registran las orogenias Taconiana, Apalacheana y Marathon-Oachita sobre unidades paleozoicas, la mejor representada en la carta es la Orogenia Laramide afectando a la secuencia sedimentaria mesozoica (IMP, 1991). En el Cenozoico se desarrollaron los eventos distensivos asociados al "Cuencas y Sierras" del Oligoceno y el rift del Río Grande del Plioceno-Pleistoceno (Seager y Morgan, 1979).

Con relación a los yacimientos minerales se agruparon en dos distritos mineros, Placer de Guadalupe y Plomosas), cuatro zonas mineralizadas (Las Damas, La Esperanza, Cuchillo Parado y Sierra Rica) y dos áreas mineralizadas (Tosesihua y La Aguja).

Distrito Minero Placer de Guadalupe.- Ubicado en la parte suroeste de la carta, en las inmediaciones del poblado Placer de Guadalupe; los minerales de mena son: Au asociado a pechblenda y cincita, la ganga es calcita, piritita y magnetita; ocurre en forma de mantos y vetas, de origen hidrotermal principalmente, como producto de las diversas intrusiones de tonalita que existen en la zona; las estructuras mineralizadas presentan una dirección al NW, aunque existen también al NE con buzamientos al NE, NW y al SE, encajonadas en unidades paleozoicas. En el muestreo realizado los valores de Au varían de 0.002 hasta 7 g/t; el Cu de 0.002 hasta 2.8%; Zn de 0.01 a 0.02% y Pb de 0.01 a 0.023%. Las minas más importantes son Puerto del Aire y Placer de Guadalupe.

Distrito Minero Plomosas.- Localizado en la porción suroeste de la carta, en las inmediaciones de la sierra Plomosas, la mineralización ocurre en forma de mantos y vetas, encajonada en rocas paleozoicas y jurásicas; los minerales de mena son: smithsonita, cincita, cerusita, esfalerita triboluminiscente con cantidades pequeñas de cadmio y germanio y galena; la ganga es calcita, barita y piritita; de origen hidrotermal, catalogado como teletermal (Escandón, V. F.J. 1971); las estructuras mineralizadas presentan una dirección preferencial NW-SE con inclinaciones al NE y SW. En el muestreo realizado los valores de Pb varían de 0.01 a 1.75%, con valores hasta de 13%; Zn de 0.01 a 1.37%, con valores hasta 7.1%; existen valores de Au del orden de 1.2 g/t. Las minas más representativas son Plomosas y Santo Domingo; actualmente no existe actividad minera.

Zona Mineralizada Las Damas.- Se localiza en la porción oeste de la carta; la mineralización ocurre en forma de vetas, encajonadas en calizas de edad Albiano; los minerales de mena son: smithsonita, cincita, cerusita y esfalerita;

de origen hidrotermal como producto de un intrusivo granítico no aflorante (PEMEX, 1983); las estructuras mineralizadas presentan una dirección preferencial de NE-SW con buzamientos tanto al NW como al SE. Se colectaron 15 muestras y los valores de Pb varían de 0.01 a 4.025%, dos muestras contienen más del 10%; Zn de 0.02 a 5.48%, dos muestras reportan más del 10%; existen valores de Au de hasta 1.7g/t y Ag de 330 g/t. La mina más importante es La Parsionera. Actualmente la zona se encuentra inactiva. Esta zona se propone como área prospectiva.

Zona Mineralizada La Esperanza.- Localizada en la porción oeste del área; la mineralización ocurre en forma de vetas y mantos, encajonados en rocas del Cretácico inferior y en intrusivos, la mena es smithsonita, cincita, cerusita, esfalerita, malaquita, azurita, crisocola, calcopirita y calcocita, la ganga es calcita, barita y arsenopirita; su origen es hidrotermal; las estructuras mineralizadas presentan una dirección NW y SE y NE-SW, con buzamientos tanto al SW y NE como al NW y SE. Se colectaron 31 muestras, los valores varían de 0.01 a 3% de Pb; Zn de 0.01 a 5.4%, dos muestras reportan más del 40%; Cu de 0.002 a 0.76%, dos muestras contienen más del 5%. La mina Lilian es la de mayor importancia, actualmente no existe actividad minera. Se propone como localidad prospectiva a la mina La Esperanza, porque en las inmediaciones se localiza una intrusión riolítica asociada a la mineralización.

Zona Mineralizada Cuchillo Parado.- Ubicada en la parte central de la carta; la mineralización consiste de smithsonita, cerusita, cincita, malaquita, azurita y crisocola, la ganga es calcita, yeso y óxidos de Fe; ocurre en forma de manto principalmente, encajonados en rocas de edad Cretácico Inferior; su origen es por reemplazamiento, singenético y en menor proporción hidrotermal; las estructuras mineralizadas presentan una dirección preferencial NW y SE y NE-SW con buzamientos tanto al NE como al NW. Se colectaron 19 muestras y valores varían en el rango: Pb de 0.01 a 2.01%, dos muestras reportan más de Zn y de 0.01 a 10.83%, cuatro muestras contienen más del 20%; Cu de 0.001 a 2.67%. Las minas que más destacan son La Aurora, fue importante productora de Pb-Zn y Vanadio y Las Vigas, de Cu; actualmente no existe actividad minera.

Zona Mineralizada Sierra Rica.- Localizada en la porción sureste de la carta, en las sierras Rica y El Ocotillo; la mena consiste de esfalerita, galena, fluorita, malaquita y azurita, la ganga son óxidos de Fe; ocurre en forma de vetas, encajonadas en unidades cretácicas; su origen es hidrotermal, generado por intrusiones riolíticas y andesíticas asociadas a la caldera San Carlos; las estructuras mineralizadas presentan una dirección NW-SE y NE-SW con buzamientos al NE, SW y verticales. Los valores varían para Pb de 0.01 a 0.88%, con valores hasta 12.2%; Zn de 0.1 a 0.63% Zn; Cu de 0.001 a 2.3%. La mina de mayor importancia es Dos Amigos, actualmente la zona se encuentra inactiva.

Área Mineralizada Tosesihua.- Se encuentra en la parte central de la carta; la mineralización es de Fe en forma de mantos, encajonada en rocas del Cretácico superior, con predominancia de hematita; su origen es por metasomatismo de contacto; las estructuras mineralizadas presentan una dirección predominante al NW con buzamientos al NE. En el muestreo realizado los valores de Fe total varían de 0.51% a 14.24 con valores hasta de 49.7%; se tienen valores anómalos de Zn-Pb. Las minas más importantes son Georgina y El Berrendo, actualmente se encuentra en preparación las minas Georgina y El Berrendo actualmente en preparación para su explotación a baja escala por óxidos de Hierro, para utilizarlos en la industria cementera. Con base a las observaciones de campo y a las condiciones geológicas, se propone esta zona como prospectiva por Zn-Pb.

Área Mineralizada La Aguja.- Ubicada en la parte norte de la carta; la mena es smithsonita, cerucita, esfalerita, galena, malaquita y azurita, la ganga es cuarzo, calcita y óxidos de Fe; ocurre en forma de vetas, mantos y placer, encajonadas en rocas de edad Cretácico Inferior; las estructuras mineralizadas presentan una dirección tanto al NE como al NW y buzamientos NW y NE. Los valores varían de Pb de 0.03 a 6.69%, con valores hasta 16.2%; Zn de 0.01 a 4.22%, con valores de hasta 18.8%; Cu de 0.015 a 0.69%, con valores hasta 4.5%. Las minas más importantes son Las Catas y La Aguja, actualmente en el área no existe actividad minera. Como zonas prospectivas dentro de esta área mineralizada, se propone el sector poniente, en virtud de las condiciones geológicas que predominan.

Áreas Prospectivas.- El potencial para prospección y exploración es atractivo, porque en la superficie de la carta existen las condiciones geológicas necesarias que justifican un mayor análisis geológico, estructural y estratigráfico enfocado a la localización de yacimientos económicos; en virtud de lo anterior se propone a la zona mineralizada Las Damas como prospectiva por Au y Ag, el área mineralizada Tosesihua por Pb-Zn, dentro de la zona mineralizada La Esperanza la mina del mismo nombre y dentro de la zona La Aguja se propone el sector poniente de la misma.

Con relación a los yacimientos de minerales no-metálicos en la carta son escasos, los que se identificaron son yeso, caolín y carbón; el primero se localiza en el sector centro-suroeste de la carta, actualmente se encuentran dos minas en actividad El Gatún y Belinda. Los segundos se ubican en el extremo sureste de la carta, en las minas El Alamo y El Carbón respectivamente, actualmente inactivas. Se colectaron algunas muestras sobre las lagunas El Uno y El Cuervo con la finalidad de identificar la presencia de Na, K, Li y Mg, los resultados fueron negativos. Los bancos de material se encuentran dispersos en la superficie de la carta, se constituyen por 2 bancos inactivos de arena sílica y algunos prospectos de zeolitas, arcillas, canteras y feldespatos. Con base a las condiciones socioeconómicas de la región se considera que la infraestructura minera es deficiente en la mayor parte de la carta; se localizaron dos plantas de beneficio, una en la unidad minera Plomosas, con una capacidad de 60 t/día por el método de flotación; la otra se ubica en el poblado de Coyame, Chih., consiste de una planta para lixiviación de minerales de Cu, tiene una capacidad de 100 t/día.

I.-INTRODUCCIÓN

I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.) es un organismo descentralizado del gobierno federal que cuenta con recursos y patrimonio propios. Desde hace 50 años ha apoyado al sector minero-metalúrgico evaluando el potencial geológico-minero de distritos y zonas prospectivas, a través de estudios a semidetalle y detalle, principalmente.

Ante la competitividad internacional de inversiones en el sector minero, se replanteo que México debería contar con infraestructura de información geológico-minera básica, orientada al descubrimiento de nuevos yacimientos minerales para estimular, soportar y captar mayores inversiones en materia minera, dando lugar a la generación de polos de desarrollo.

Para tal fin, a partir de 1995 el Gobierno mexicano encomendó al C.R.M. generar dicha infraestructura básica observando los estándares que ofrecen los principales servicios geológicos del mundo.

De frente a este entorno, el Organismo tiene como misión:

“Apoyar y fomentar el desarrollo sostenido de la industria minera nacional, a través de la generación, interpretación y difusión de información geológico-minera básica del territorio nacional”.

El caso del presente estudio consistió en realizar la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta Ojinaga, escala 1:250,000, clave H13-8, en la cual se reúnen los aspectos más importantes y de interés para el sector minero, por lo que constituye una infraestructura básica para el análisis, la interpretación y la selección de áreas susceptibles de prospección y exploración regional y/o local. La carta incluye información georeferenciada en litoestratigrafía, geología estructural y de yacimientos minerales metálicos, no metálicos, rocas dimensionables y bancos de material.

Paralelamente se realizó la cartografía geoquímica, la cual no es parte de este informe; con el muestreo de sedimentos activos de arroyo, así como el tratamiento estadístico de los resultados e interpretación de los mismos.

1.2.-TRABAJOS PREVIOS

Esta región ha sido objeto de estudios por parte de varios investigadores e instituciones, dentro de los trabajos más relevantes desde el punto de vista geológico minero destaca la información generada por el propio Consejo de

Recursos Minerales, como son informes de visitas de reconocimiento a diversos fundos mineros, estudios preliminares, evaluación de fundos mineros y estudios geológicos regionales.

Petróleos Mexicanos realiza diversos estudios que cubren una gran parte de la superficie de la carta, en los cuales destaca la definición de la estratigrafía con base a dataciones paleontológicas y micropaleontológicas, así como la identificación de las diversas unidades sedimentarias que afloran en la región, tales como: (**Figura 1**).

Estudio Geológico del Prospecto “Ojinaga”, 1973.

Estudio Geológico del Prospecto “Coyame”, 1974.

Informe Geológico del Prospecto Mojina-Tacubaya, Estado de Chihuahua, 1980.

Informe final de los Trabajos de Geología Superficial de detalle Estructural del Prospecto Tosisihua del Estado de Chihuahua, 1981.

Informe Geológico del Prospecto Estación, Estado de Chihuahua, 1981.

Exploración Geológica Petrolera de Detalle Estructural en el Prospecto El Tule, Estado de Chihuahua, 1982.

Prospecto Boquilla, 1982.

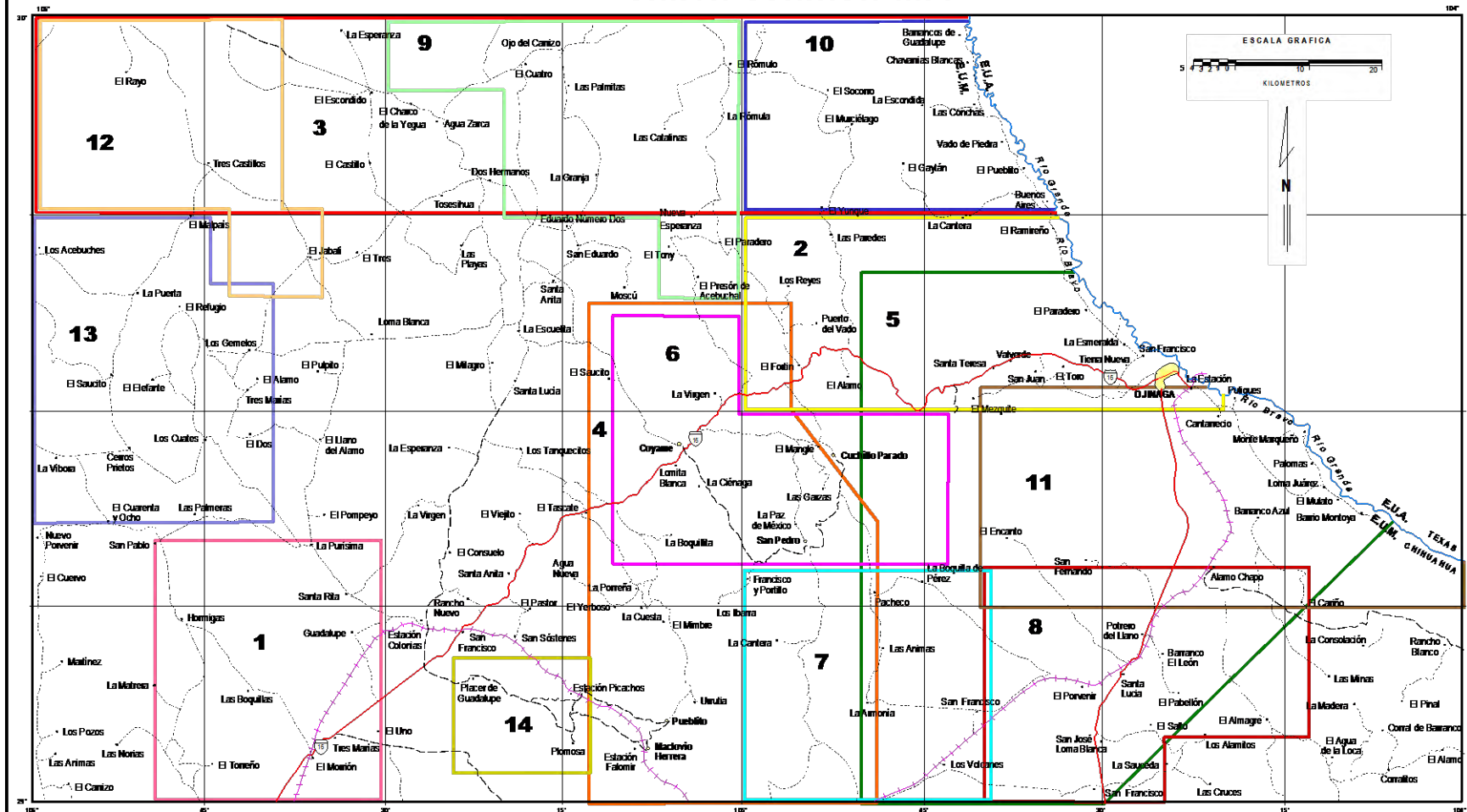
Prospecto Chilicote, 1982.

Informe Geológico del Prospecto Candelaria, estado de Chihuahua, 1983.

Exploración Geológica Petrolera de Detalle Estructural del Prospecto Las Damas, Estado de Chihuahua, 1983.

Informe Final de Detalle Estructural del Prospecto Placer de Guadalupe, 1983.

**FIGURA 1 TRABAJOS PREVIOS (PEMEX)
CARTA OJINAGA H3-8**



EXPLICACIÓN

- Ciudad y Poblado
- Carretera
- Ferrocarril
- Camino de Terracería
- Brecha, Vereda
- Río

TRABAJOS PREVIOS (PEMEX)

1. Informe geológico del prospecto Mojina-Tacubaya, Edo.de Chihuahua; Ferreiro Raúl; 1980.
2. Informe final de los trabajos de geología superficial de detalle estructural del prospecto Tosisihua del Edo. de Chihuahua; GEOCA, S.A.;1981.
3. Exploración geológica petrolera de detalle estructural en el prospecto El Tule, Edo.de Chihuahua; Estudios Geotécnicos, S.A.;1982.
4. Estudio geológico del prospecto "Coyame", Barradas José P. ; 1974.
5. Estudio geológico del prospecto "Ojinaga "A"; Valencia José; 1973.
6. Prospecto Boquilla; Hernández Contreras A.; 1982.
7. Prospecto Chilicote; Hernández Alcides; 1982.
8. Informe geológico del prospecto estación Edo.de Chihuahua; Guzmán Albino J.; 1981.
9. Informe geológico de detalle estructural del prospecto "El Carrizo" Edo. de Chihuahua; Cabrera César; 1984.
10. Informe geológico del prospecto Candelaria, Edo.de Chihuahua, detalle estructural; Guzmán Jaime; 1983.
11. Prospecto El Granero-Chapo; García José;1985.
12. Prospecto Hueso-Pilares; García José; 1985.
13. Exploración Geológica Petrolera de detalle estructural del prospecto Las Damas, Edo.de Chihuahua; Estudios Geológicos y Obras Civiles, S.A.; 1983.
14. Informe final de detalle estructural prospecto Placer de Guadalupe; Quintanal Antonio; 1983.

Informe Geológico de Detalle Estructural del Prospecto "El Carrizo", 1984.

Informe Final del Prospecto El Granero-Chapo, 1985.

Informe Final del Prospecto Hueso-Pilares, 1985.

Distribución Actual e Isopacas de las Rocas Paleozoicas, en el norte de los estados de Sonora y Chihuahua, Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, 1988.

Estudio Integral del Paleozoico en Chihuahua y Coahuila, IMP, 1991.

Entre otros estudios realizados por diversos autores destacan (**Figura 1A**)

González R. J., (1956) realiza un estudio preliminar en Placer de Guadalupe y Puerto del Aire sobre uranio y oro sin dar cantidad de reservas.

Bridges Luther W. (1965), establece la estratigrafía del área de Plomosas, Chihuahua.

La UACH (1978) realiza la excursión geológica No.2 al Paleozoico de Chihuahua en donde se observan formaciones de esta edad y se discute sobre su ambiente y tectonismo.

Tovar-Rodríguez J.C. (1981) considera a la parte noreste del estado como propicio para la generación y almacenamiento de hidrocarburos.

Cepeda J., Henry C. y Duex T. (1981) consideran que los depósitos de U en la caldera de las Montañas Chinati pertenecientes a la provincia Transpecos de Texas, U.S.A pueden ser de origen hidrotermal.

Eguiluz-de Antuñano, S. (1984) menciona que las fallas transcurrentes de El Caballo, El Almagre y de Juárez se relacionan al movimiento de la placa de Norteamérica.

Martínez-Palomares D. (1985) presenta una distribución de rocas paleozoicas en el subsuelo y propone tres áreas con posibilidades de almacenamiento de petróleo para ser exploradas con barrenación.

La Sociedad Geológica Mexicana, A.C. y la UACH (1985) en la Excursión Geológica Chihuahua-Placer de Guadalupe describen y discuten las unidades aflorantes en el área.

La Sociedad Geológica Mexicana, A.C. (1994) en la IV Excursión Geológica al Mesozoico de Chihuahua describen la geología del Mesozoico, así como la paleogeografía y la tectónica.

Ramírez y Asociados Consultores (1992) realizan la evaluación del lote "La Martinica", encontrando 3 mantos con ley promedio de 3.5% Cu.

El Consejo de Recursos Minerales ha efectuado estudios preliminares sobre algunas localidades dentro de la carta, tales como (**Figura 1B**).

Informe final del proyecto Carbón, Ojinaga, Chih., 1977.

Informe Final de los Trabajos de Exploración para Sales de Potasio, en la Estructura Salina de Cuhillo Parado, 1977.

Informe de la visita a la Mina "Aurora", Municipio de Coyame, Chih., 1978.

Proyecto de Exploración en el Fundo El Negro, 1979.

Informe de la Visita de Reconocimiento al Fundo El Negro, 1986.

Visita de Reconocimiento Realizada al Lote Minero "La América, 1991.

Reconocimiento Geológico Minero de la Mina San Antonio, 1991.

Resultado de la Verificación de las Anomalías Detectadas con Helicóptero, 1994.

Informe Geológico Minero del Lote "La Verdad", 1994.

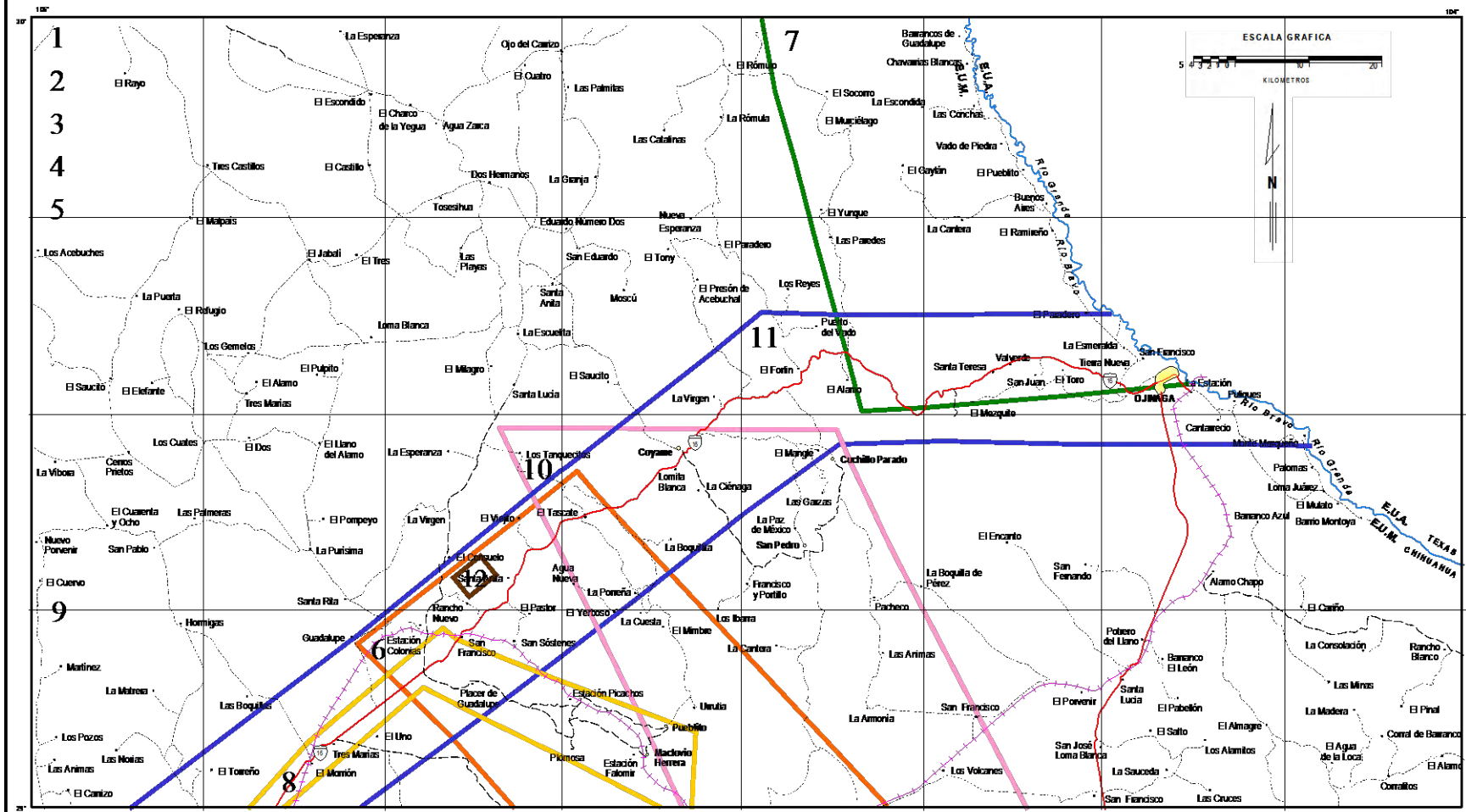
Estudio Evaluativo para el Desarrollo Minero de la Región de Coyame, Chih., 1995.

Informe Geológico de Evaluación Preliminar de la Visita de Reconocimiento a la Concesión Minera de Exploración "La Fortuna", 1996.

Informe Geológico Minero de la Visita de Reconocimiento Realizada al Lote "La Chayito", 1998.

Visita de Reconocimiento a los fondos Mineros "La Armonía y La Armonía II", 1998.

**FIGURA 1A TRABAJOS PREVIOS
CARTA OJINAGA H13-8**



1.- Fallas transcurrentes en el norte de México; Eguiluz Samuel; 1984.

2.- Provincias con posibilidades petroleras en el Distrito de Chihuahua; Tovar Jorge C.; 1981.

3.- Distribución actual e isopacas de las rocas paleozoicas en el norte de los estados de Sonora y Chihuahua; Martínez Daniel; 1988.

4.- Yacimientos y posibilidades de industrialización de minerales no metálicos en el estado de Chihuahua; Alderete Manuel J.; 1980.

5.- Estudio integral del paleozoico en Chihuahua y Coahuila; Escamilla Arturo, Hernández Jeronimo, Eguizabal Francisco I.; 1991.

6.- Paleozoic history of the southern Chihuahua tectonic belt; Bridges Luther W.; 1970.

7.- Structural evolution of the eastern Chihuahua tectonic belt; Gries John C., Haengg Walter T.; 1970.

8.- Excursión geológica Chihuahua - Placer de Guadalupe; Reyes José A.; 1985.

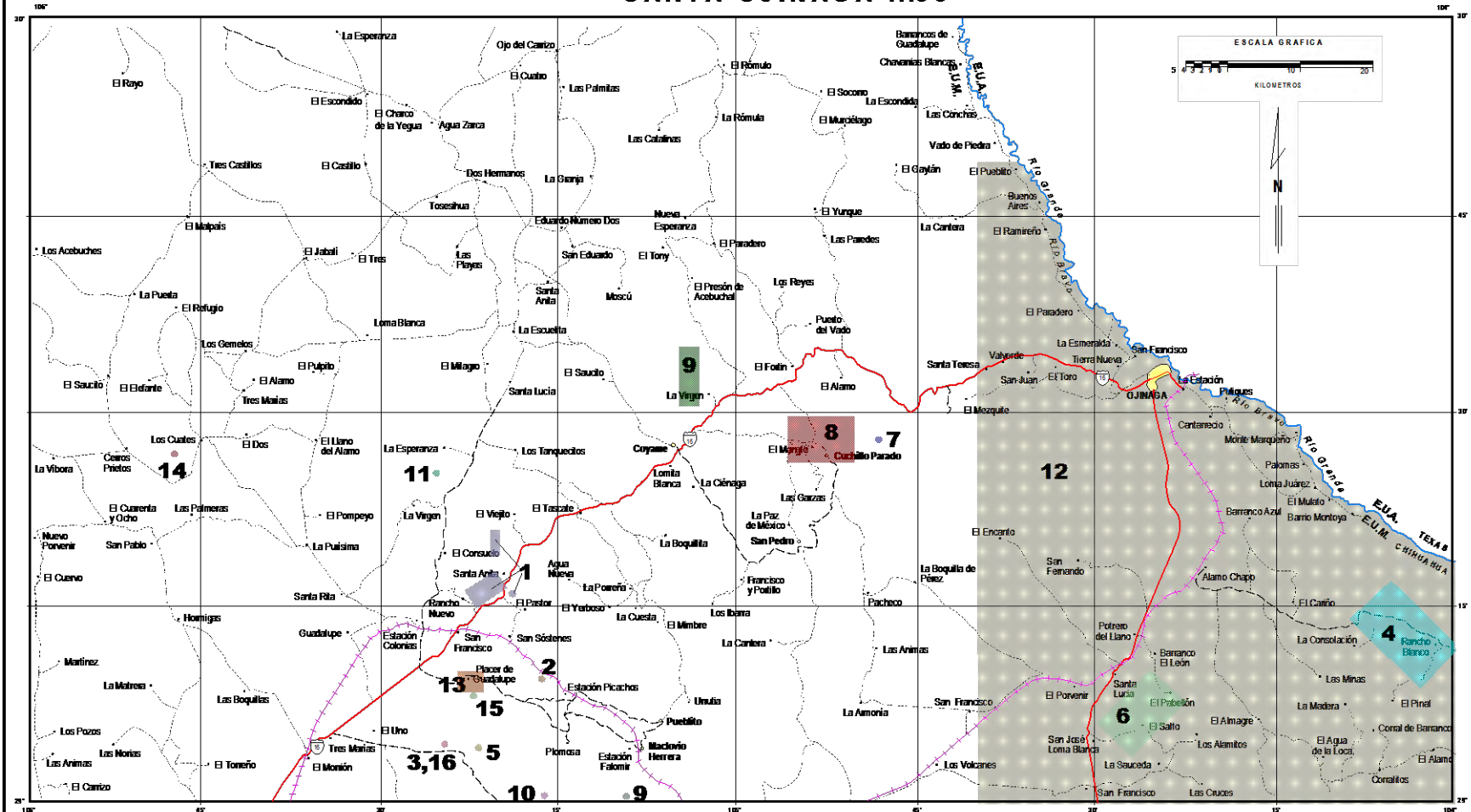
9.- Los criaderos de uranio y oro en Placer de Guadalupe y Puerto del Aire, Estado de Chihuahua; González Jenaro; 1946.

10.- Estudio estratigráfico - sedimentológico de rocas sedimentarias del Albiano - Cenomaniano en el área de Coyame - La Perla, Estado de Chihuahua; Arenas Rodolfo; 1982.

11.- IV Excursión Geológica al Mesozoico de Chihuahua; Soc. Geol. Mex. A.C.; 1994.

12.- Evaluación Geológico - Minera en el lote "La Martinica"; Ramirez y asociados consultores; 1992.

**FIGURA1B TRABAJOS PREVIOS (CRM)
CARTA OJINAGA H13-8**



TRABAJOS PREVIOS (CRM)

1. Estudio evaluativo para el desarrollo minero de la región de Coyame, Chih.(Las Vigas); De la Fuente Fernando y Padilla Manuel; 1995.
2. Informe geológico de evaluación preliminar de la visita de reconocimiento a la concesión minera de exploración "La Fortuna", Robles David; 1996.
3. Proyecto de exploración en el fundo El Negro Til. 163163, Mpio.de Aldama, Chih. (Ag, Pb, Zn, Cd, y Tungsteno); Serrano Noé; 1979.
4. Informe final Proyecto Carbón, Ojinaga, Chih.; Alcántara Jorge y Camacho Roberto; 1977.
5. Resultado de la verificación terrestre de las anomalías detectadas con helicóptero, Exploración regional con apoyo de helicóptero III etapa; Guzmán Enrique, et al; 1994.
6. Informe geológico minero del lote "La Verdad", Mpio.de Aldama, Edo.de Chihuahua ; De La Fuente Fernando y Pérez José A.; 1994.
7. Informe de la visita a la "Mina Aurora" Mpio.de Coyame, Chih.(Plomo y Zinc); López Oscar y Ramírez Enrique; 1978.
8. Informe final de los trabajos de exploración para sales de potasio en la estructura salina de Cuchillo Parado, Mpio.de Coyame, Chih.; Viveros Manuel y Valdéz Dionisio; 1977.
9. Visita de reconocimiento a los fundos mineros "La Armonía y La Armonía II", Hernández Avila A, 1998; Mpio. de Aldama, Chih.
10. Informe geológico minero de la visita de reconocimiento realizada del lote "La Chayito", Mpio.de Aldama, Chih.; Hernández Magdaleno y Rivera José C.; 1998.
11. Reconocimiento geológico minero de la Mina San Antonio, Mpio.de Aldama, Edo.de Chihuahua; Hernández Magdaleno, 1991.
12. Estudio geológico del área Ojinaga-San Carlos, Edo.de Chih.; Exploraciones Geológicas y Geofísicas, S.A; 1959.
13. Reconocimiento radiométrico en Placer de Guadalupe y Puerto del Aire, Chih. ; Martínez J.J. y López Javier, Comisión Nacional de Energía Nuclear; 1957.
14. Visita de Reconocimiento realizada al lote minero "La América", Mpio. de Aldama, Edo. de Chihuahua; Hernández Magdaleno, 1991.
15. Informe preliminar sobre los yacimientos de Uranio y Oro del Placer de Guadalupe y Puerto del Aire, Mpio. de Aldama, Edo.de Chihuahua; Antúnez Francisco; 1954.
16. Informe de la visita de reconocimiento al fundo minero "El Negro", Mpio.de Villa Aldama, Edo. de Chihuahua; González José A y De La Rosa Víctor; 1986.

I.3.- MÉTODO DE TRABAJO.

La metodología aplicada en la realización del proyecto integral cartográfico de escala 1:250,000, consiste de tres etapas durante un año:

1.- Gabinete, al inicio de los trabajos (recopilación de información).

2.- Cartografía, como parte medular del estudio.

Consiste básicamente en el reconocimiento de la evolución espacio-tiempo de los eventos geológicos y procesos mineralizantes ocurridos en una región y plasmarlos en los planos correspondientes.

3.- Integración, interpretación y elaboración de informe y planos finales, como resultado total del trabajo.

La primera etapa de gabinete y no mayor a los dos primeros meses del año está compuesta de:

a.- Recopilación de información para su selección, integración e interpretación para los fines geológico-mineros y geoquímicos perseguidos. Las fuentes de información son el propio Consejo de Recursos Minerales, bajo una base cartográfica de INEGI, además de instituciones afines (PEMEX, CFE, SARH), universidades y empresas mineras tanto nacionales como extranjeras.

b.- Interpretación de imagen de satélite digitalizada con apoyo del software ER Mapper 5.5, con especial énfasis en lineamientos, curvilineamientos, zonas de alteración y relación estructural con yacimientos minerales conocidos, para la definición de nuevas áreas con potencial geológico-minero.

c.- Análisis morfoestructural a partir de interpretación del modelo digital de elevación con apoyo del software ER Mapper 5.5.

d.- Programación de localidades de muestreo de sedimento activo de arroyo para geoquímica regional, con densidad de una muestra por cada 37.5 km², aplicando el criterio de cuencas y subcuencas hidrológicas.

La segunda etapa se realiza en campo y corresponde alrededor de nueve meses, donde los dos primeros meses la actividad es parcial y en general consiste de:

a.- Obtención del muestreo geoquímico de sedimento activo (limo y arcilla) de arroyo, con un total de 476 muestras a las cuales se le aplicó un análisis cuantitativo multielemental; finalmente se definen treinta y un elementos para el análisis de todas las muestras, el cual se controla mediante fichas alfanuméricas, con obtención de datos geológicos puntuales. Además la realización del muestro de orientación, con un total de 32 muestras, sobre una zona mineralizada o distrito minero conocido, con la finalidad de conocer los parámetros geoquímicos tales como migración, asociaciones, etc. para extrapolarlos a otras áreas.

b.- Cartografía geológica, para tal fin se realiza la actividad de campo con el mapeo geológico, poniendo especial énfasis en la verificación y trazo de contactos geológicos, descripción de las unidades litológicas, medición de datos estructurales, definición de las relaciones estratigráficas, obtención de muestras enfocadas a resolver problemas específicos, tales como muestras petrográficas para problemas litológicos y estructurales, de roca entera, para el análisis de elementos mayores, con la finalidad de determinar la evolución magmática y ambiente geodinámico y paleontológicas y/o isotópicas para resolver problemas estratigráficos. Complementando esta actividad con trabajo de gabinete el cual consiste básicamente en la transferencia de datos estructurales, complementar el trazo de contactos geológicos, construcción de secciones geológicas y columna estratigráfica de avance, así como plasmar la información generada en los planos correspondientes de avance.

c.- Ubicación y muestreo de yacimientos minerales, es la actividad enfocada a definir el contexto geológico de los yacimientos minerales metálicos, no metálicos, bancos de material y rocas dimensionables, generando información básica sobre estatus, obras mineras, substancias, naturaleza mineralógica, forma y dimensiones, génesis, mineralogía, roca encajonante, unidad estratigráfica, potencial, etc.; definir las alteraciones hidrotermales y ubicación de plantas de beneficio. Se delimitan zonas, distritos o provincias mineralizadas con sus respectivas características, además de áreas prospectivas.

d.- Obtención de muestras de: esquirlas en zonas mineralizadas y alteraciones, para análisis químico

cuantitativo, difracción y fluorescencia de rayos "x", roca total, y minerografía.

e.- En forma paralela, la gerencia de geofísica realiza el estudio de aeromagnetometría.

La tercera y última etapa consiste en la integración e interpretación de la información obtenida, se realiza

durante los últimos tres meses del año. Se produce un informe final con los siguientes planos digitalizados: geológico minero estructural. Cabe mencionar que la información estará disponible en disco compacto y se podrán combinar varios temas, para obtener planos especiales.

II.- GEOGRAFÍA

II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA

La carta Ojinaga clave H13-8, se ubica en la porción noreste del estado de Chihuahua y comprende una superficie de 18,192 km², se encuentra delimitada por las coordenadas geográficas 290 00' a 300 00' de latitud norte y 1040 00' a 1060 00' de longitud oeste de Greenwich; la jurisdicción política comprende 5 municipios: Ahumada, Aldama, Coyame, Manuel Benavides y Ojinaga. Las cartas colindantes son: Buenaventura (H 13-7) al oeste, San Antonio el Bravo (H 13-5) al norte, Manuel Benavides (H 13-9) al este y Ciudad Delicias (H 13-11) al sur. (**Figura 2**).

II.2.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

Su acceso se realiza a través de la carretera estatal No. 16 la que comunica a la ciudad de Chihuahua con Ojinaga, atraviesa a la carta en su mayor parte, de ésta parten un sin número de brechas y caminos de terracería que comunican a poblados y ranchos ganaderos. Los servicios de energía eléctrica, agua potable, teléfono, servicio postal y demás servicios solamente se tienen en las cabeceras municipales, por lo que se considera una infraestructura pobre. (**Figura 3**).

II.3.- FISIOGRAFÍA.

El área se encuentra dentro de la provincia fisiográfica denominada Cuencas y Sierras; esta provincia difiere poco de la continuación en Nuevo México y Arizona, U.S.A. La llanura tiene una elevación promedio de 1220 m. Las sierras son comúnmente alargadas hacia el NNW. Las sierras en la parte oeste son principalmente ígneas, pero en las cercanías del Río Grande existen plegamientos de sedimentos cretácicos (E. Raisz, 1964). (**Figura 4**).

La región se encuentra caracterizada por la presencia de sierras alargadas separadas por depresiones que son conocidas localmente como "bolsones". Las sierras presentan una orientación general hacia el N-NW, tienen una altitud promedio de 2 000 m. Las sierras más notables son Cuchillo Parado y Matasaguas. En la porción occidental los "bolsones" son muy amplios, aparecen interrumpidos por pequeñas sierras alargadas como la sierra La Víbora, El Jabalí, Las Damas, El Morrión y por cerros aislados como los Altos del Alamo. La altitud máxima del área es de 2 400 m en sierra Rica.

Los rasgos geomorfológicos que predominan corresponden generalmente a montañas plegadas que aparecen modificadas con rasgos que pertenecen a montañas de bloques y/o complejas, de esta última principalmente en el área de Placer de Guadalupe y algunas montañas volcánicas tales como las sierras: Rica, El Mulato y El Ranchito, entre otras.

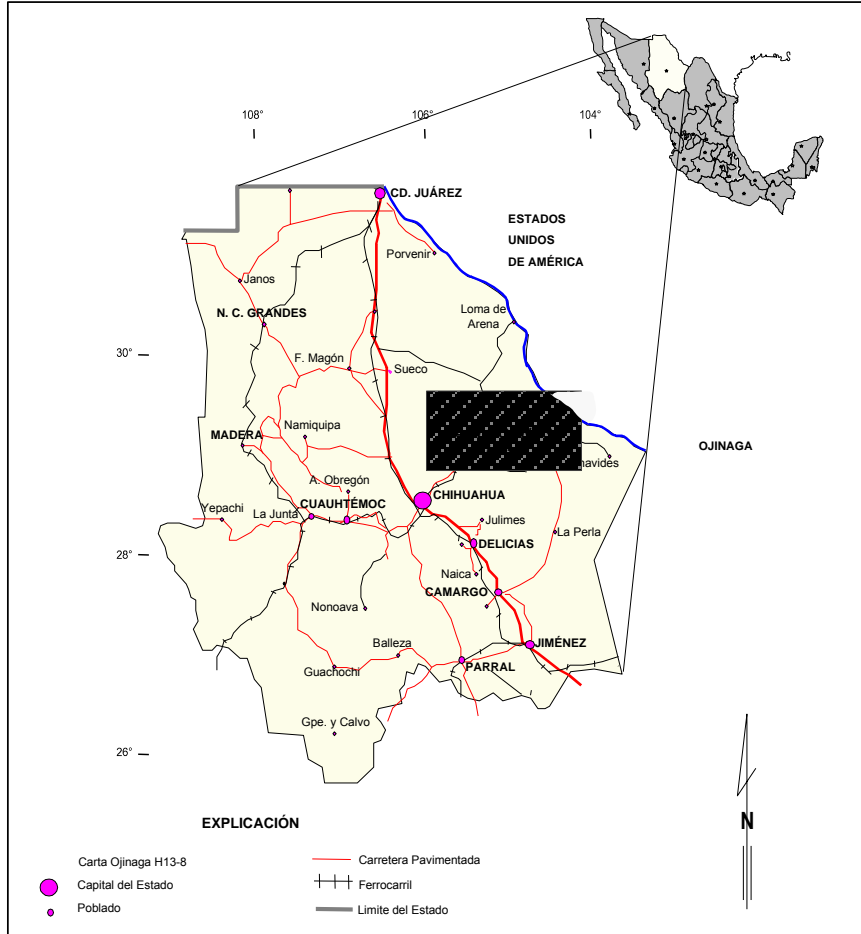
Todas las geoformas se encuentran profundamente disectadas por gran cantidad de arroyos generalmente de origen intermitente de sección transversal en forma de "V", las estructuras aún son reconocibles, se encuentran algunas cavernas de disolución, rasgos de disolución diferencial y marmitas.

Se encuentran valles y abanicos aluviales, cañones y pedestales, principalmente a lo largo del Río Conchos; este río y el Bravo forman meandros, lagunas en media luna, estrangulaciones, canales de intercepción y planicies de inundación.

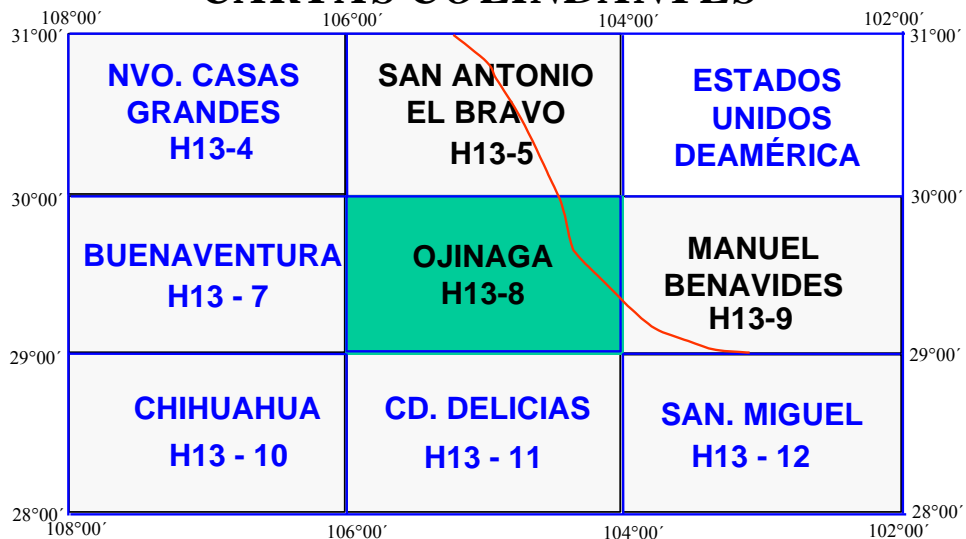
La región se encuentra en una etapa de madurez correspondiente a un clima árido, con un avanzado grado de denudación de las estructuras y drenaje bien integrado, salvo en la porción occidental, donde dicho drenaje todavía no se encuentra bien integrado (INEGI, 1984).



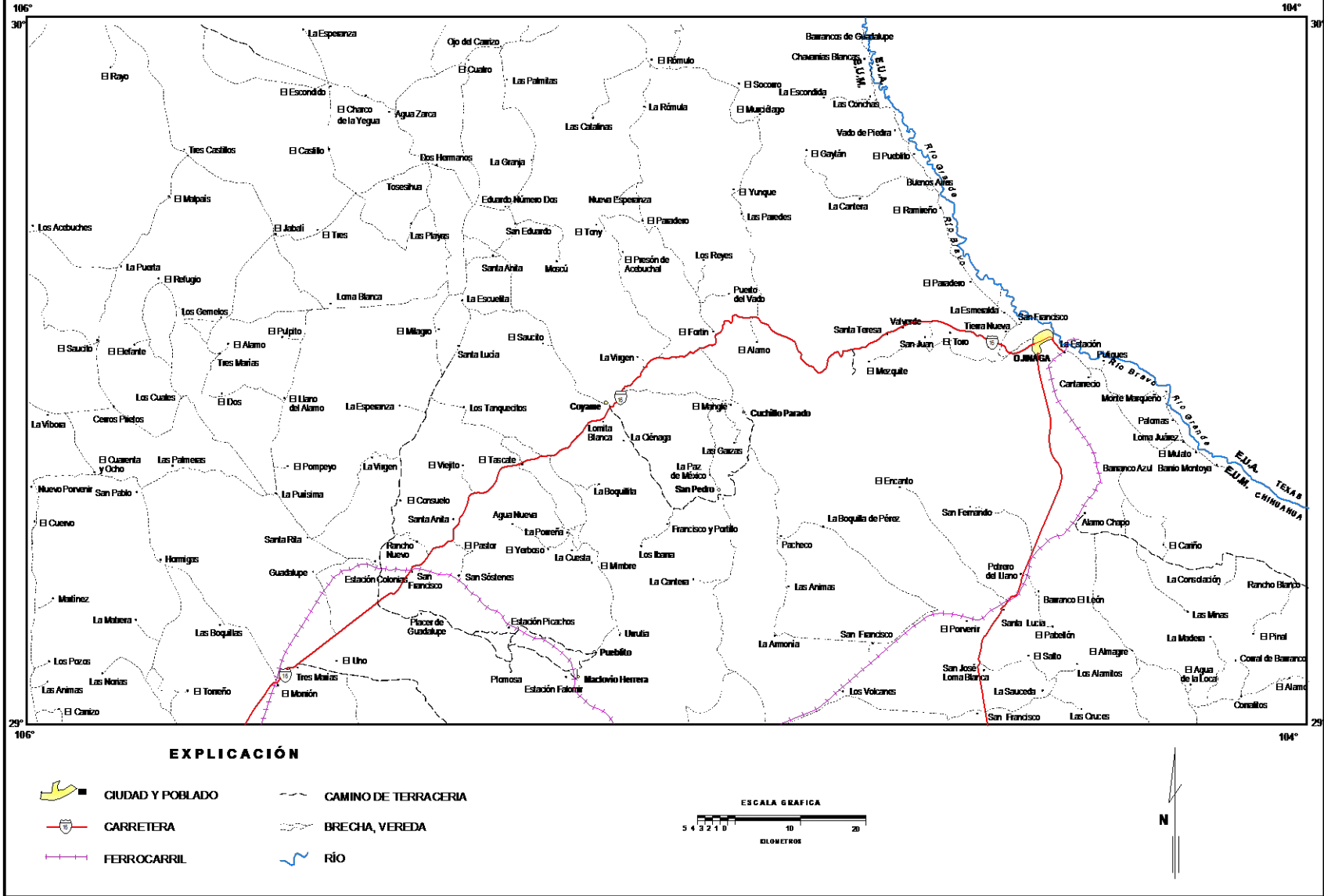
**FIGURA PLANO DE LOCALIZACIÓN
CARTA OJINAGA H13-8, Escala 1:250,000**



CARTAS COLINDANTES



**FIGURA 3 PLANO DE ACCESO Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARTA OJINAGA H13-8**



III.- GEOLOGÍA

III.1.- MARCO GEOLÓGICO

El área de estudio pertenece al terreno tectonoestratigráfico Chihuahua Campa U. M. F. et al, (1983).

El Paleozoico se encuentra representado por dos secuencias sedimentarias. La primera de ellas se desarrolló durante el Paleozoico inferior (Cámbrico-Silúrico?), se encuentra representada por las formaciones Bliss (fuera de la carta), Sóstenes y Solís, los modelos paleoambientales indican que se depositaron en un dominio intracrátónico que constituía la cuenca de Tobosa. El segundo ciclo corresponde al Paleozoico superior (Devónico-Pérmico), está formado por las formaciones Monillas, Pastor, Plomosas y Verde, los modelos paleoambientales definen una fase distensiva y transgresión marina que conformó la cuenca Pedregosa en un dominio intracrátónico (IMP, 1991).

Los depósitos marinos del Mesozoico con espesores de hasta 7 000 m en la cuenca de Chihuahua, presentan tres ciclos sedimentarios: terrígenos-carbonatos (Jurásico superior-Aptiano); carbonatos con intercalaciones arcillosas (Albiano-Cenomaniano) y terrígenos predominantes (Turoniano-Senoniano) (Tovar R. J. C., 1981).

El Jurásico superior presenta una secuencia transgresiva con facies clásticas hacia la base, que varían estratigráficamente a carbonatos y terrígenos en la parte superior y está representado por la Formación La Casita de edad Kimmeridgiano-Tithoniano.

El Neocomiano-Aptiano, está constituido principalmente por terrígenos y carbonatos con subordinados cuerpos de evaporitas de las formaciones Navarrete, Las Vigas y Grupo Cuchillo, conformado éste por las formaciones La Virgen, Cupido y La Peña.

El megaciclo Albiano-Cenomaniano incluye al Grupo Aurora, el cual está formado por las formaciones Coyame, Benigno, El Bronce y Finlay, además en este ciclo se depositó la Formación Benevides; consiste de un potente espesor de carbonatos, interrumpido por quiebres arcillo-calcáreos.

El Cretácico superior se caracteriza por grandes depósitos de terrígenos de facies flysh con zonas aisladas de carbonatos subordinados; conformado por el Grupo Washita constituido por las formaciones Loma de Plata, Del Río y Buda. Así como por las formaciones Ojinaga, San Carlos y Picacho.

El Terciario se encuentra representado por rocas piroclásticas y derrames de composición tanto riolítica como andesítica y basáltica; además del emplazamiento de cuerpos ígneos, de diferente composición y actitud.

Las unidades resultantes de la erosión están representadas por diferentes tipos de conglomerados, tanto oligomícticos como polimícticos; además de arena, limo-arena y material aluvial (**Figura 5**).

El marco estructural regional, sugiere que las rocas aflorantes del basamento de la región, fueron sometidas a los esfuerzos compresivos de la orogenia grenvilliana, con una dirección incierta de WSW-ENE, esta afecta únicamente a las rocas metamórficas precámbricas localizadas en la sierra del Cuervo (Los Filtros) y el cerro Carrizalillo, estas se encuentran fuera de la carta; dentro del perímetro de ésta, se tienen evidencias de dos eventos tectónicos que afectan a las rocas del Paleozoico, las cuales afloran en la sierra Plomosas y el cerro El Placer; el primero presenta una orientación N-S el cual es asociado a la orogenia Taconiana, esta afecta a las rocas del Paleozoico inferior; el segundo evento es compresivo, con dirección WNW-ESE evidenciado en rocas paleozoicas y precámbricas (fuera de la carta), el cual se origina a partir de la orogenia apalacheana; el evento laramídico es el mejor representado en la carta, consiste de una tectónica compresiva con rumbo general NE-SW y afecta principalmente a la secuencia sedimentaria mesozoica (IMP, 1991); así mismo se define un evento distensivo asociado a la formación de la provincia fisiográfica de Cuencas y Sierras (Basin and Range); como último evento tectónico distensivo que sigue actuando en el presente, se le denomina "Rift" del Río Grande (Seager y Morgan, 1979, en P.E.M.E.X., 1982 Bis).

Localmente las estructuras geológicas consisten de pliegues anticlinales y sinclinales cuyos ejes se orientan NW-SE, mismas que se encuentran limitadas,

flexionadas y en ocasiones sensiblemente rotadas por lineamientos, los cuales se interpretan como los que delimitan bloques que involucran a las rocas más antiguas y al basamento, asociados a las trazas de estos lineamientos se presentan una serie de afloramientos de rocas volcánicas tanto extrusivas como intrusivas, dentro de éstas últimas existen algunas intrusiones que contienen mineralización, principalmente de tipo hidrotermal. Los lineamientos presentan una orientación NE-SW y E-W, ambos se asocian a la tectónica compresiva de la orogenia Laramide, sobre el sector noreste de la carta, los segundos se interpretan como una consecuencia del "Rift del Río Bravo"; existen otros lineamientos con dirección N-S, provocados por las fallas transcurrentes del norte de México (Eguiluz de A.S., 1984.).

Las fallas de tipo normal se encuentran ampliamente distribuidas en la carta, las que se ubican sobre el sector poniente están íntimamente relacionadas a la fase distensiva como producto de la provincia fisiográfica de Cuencas y Sierras, presentan una orientación preferencial NW-SE; mientras aquellas que se localizan en el resto de la carta, se interpretan como antitéticas y son el resultado de la evolución de los esfuerzos compresivos laramídicos (IMP, 1991).

La edad de las rocas que afloran dentro de la superficie de la carta, varía desde el Paleozoico (Ordovícico inferior) hasta el Cuaternario.

III.2.- ESTRATIGRAFÍA

En este capítulo se describen todas las unidades litoestratigráficas identificadas dentro de la carta, en una relación de unidades cartografiadas, definiendo las características principales de cada una de ellas. (Figura 6).

PALEOZOICO

CALIZA-LUTITA; FORMACIÓN SÓSTENES (Po Cz-Lu).

Bridges (1966), asignó este nombre a una secuencia litológica constituida por mudstone gris ocasionalmente dolomítico de color café claro, con intercalaciones de lutita verde olivo y de arenisca olivo pardo y su cima dos capas prominentes de arenisca. El nombre fue tomado de la estación de ferrocarril San Sóstenes, Chih.

El área de distribución de esta formación está en el sector sur-central de la carta, aflora en el cerro Placer de Guadalupe, sierra de Plomosas y cerro de Enmedio.

Esta unidad se caracteriza por contener caliza con pedernal, en algunas partes la unidad contiene pequeños lentes de dolomita, también existen secciones gruesas con caliza pura, capas de lutita, así como dos capas prominentes de arenisca en la cima, mientras que a la base se observan lentes menores de dolomita. La caliza es de color gris claro, mientras que la dolomita es de color ocre que varía a amarillo naranja, mientras que el color de la lutita es verde olivo grisáceo, negro verdoso y negro grisáceo, el color de la arenisca varía de verde olivo pálido a blanco con manchas de hematita, presenta un color de intemperismo en varios tonos de café. La lutita se presenta en estratos delgados, la caliza y la arenisca está en estratos medianos a gruesos. La caliza se observa con lentes y nódulos metamorfoseados de caliza, toda la arenisca es ortocuarcita, los granos son del tamaño de la arena y varía de muy fina a media, están compuestos por cuarzo, los granos son redondeados a subangulares y en algunos lugares se observa una mezcla de ambos, se encuentran cementados por sericita. En el cerro de Enmedio existen espesores de 303 m, esta unidad ha sido identificada en el subsuelo por Petróleos Mexicanos, mediante los pozos exploratorios Chinos-1 con un espesor de 330 m y Ojinaga-1 con 10 m de espesor (IMP, 1991).

El contacto inferior no aflora, y se encuentra cubierta por la Formación Solís de manera nítida y concordante.

La edad de los sedimentos que conforman a esta unidad es del Ordovícico inferior al superior, se han encontrado fósiles característicos (Bridges, op. cit) como son:

Palliseria y *Orhambonites* del Ordovícico medio y los braquiópodos *Multicostella* y *Machocoelia* del Ordovícico medio superior, Petróleos Mexicanos (1983) ha identificado *Maclurites* que es un gasterópodo del Ordovícico medio a superior, además crinoides, briozoarios y foraminíferos cuyo rango bioestratigráfico es más amplio.

FIGURA 5 PLANO GEOLOGICO SIMPLIFICADO
CARTA OJINAGA H13-8

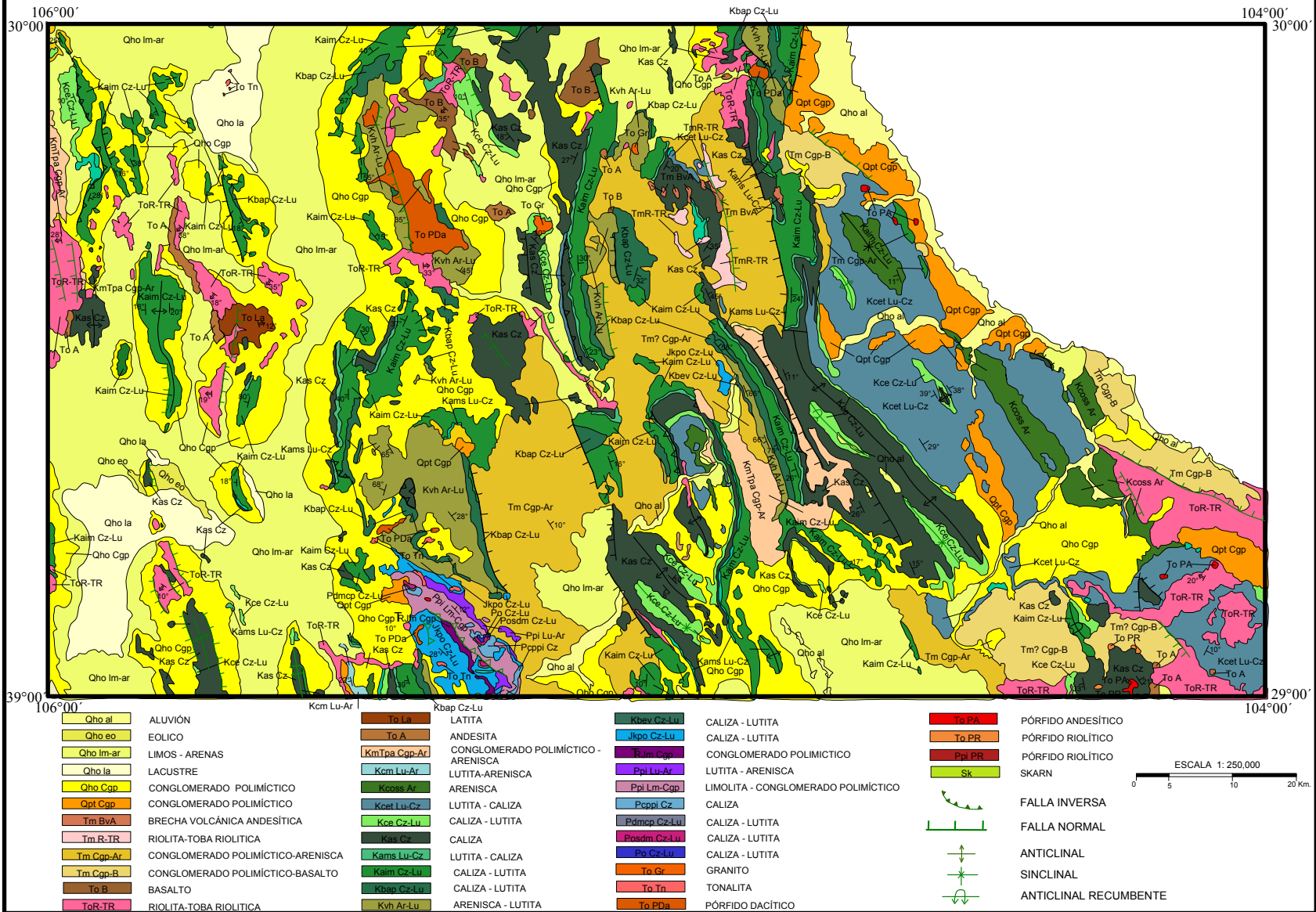


FIGURA 6 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA CARTA OJINAGA (H13-8)

SIMBOLOGIA

CUATERNARIO

Holoceno

- Qho al ALUVIÓN
- Qho es EOLICO
- Qho lm-ar LIMO - ARENA
- Qho la LACUSTRE
- Qho Cgp CONGLOMERADO POLIMÍCTICO

Pleistoceno

- Qpt Cgp CONGLOMERADO POLIMÍCTICO

TERCIARIO

Mioceno

- Tm BvA BRECHA VOLCÁNICA ANDESÍTICA
- Tm R-TR RIOLITA-TOBA RIOLITICA
- Tm Cgp-Ar CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA
- Tm Cgp-B CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-BASALTO

Oligoceno

- To B BASALTO
- ToR-TR RIOLITA-TOBA RIOLITICA
- To La LATITA
- To A ANDESITA

CRETÁCICO

CRETÁCICO SUPERIOR

- KmTpa Cgp-Ar CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA
- Km Lu-Ar LUTITA-ARENISCA
- Kbass Ar ARENISCA
- Kcet Lu-Cz LUTITA - CALIZA
- Kce Cz-Lu CALIZA - LUTITA

CRETÁCICO INFERIOR

- Kas Cz CALIZA
- Kams Lu-Cz LUTITA - CALIZA
- Kaim Cz-Lu CALIZA - LUTITA
- Kbap Cz-Lu CALIZA - LUTITA
- Kvh Ar-Lu ARENISCA - LUTITA
- Kbev Cz-Lu CALIZA - LUTITA

JURÁSICO

JURÁSICO SUPERIOR

- Jkpo Cz-Lu CALIZA - LUTITA

JURÁSICO MEDIO - TRIÁSICO

- Tjm Cgp CONGLOMERADO POLIMICTICO

PALEOZOICO

PÉRMICO INFERIOR

- Ppi Lu-Ar LUTITA - ARENISCA
- Ppi Lm-Cgp LIMOLITA - CONGLOMERADO POLIMICTICO

CARBONIFERO - DEVÓNICO

- Pcgp Cz-Lu CALIZA
- Pdmcp Cz-Lu CALIZA - LUTITA

DEVÓNICO - SILÚRICO

- Posdm Cz-Lu CALIZA - LUTITA

ORDOVÍCICO

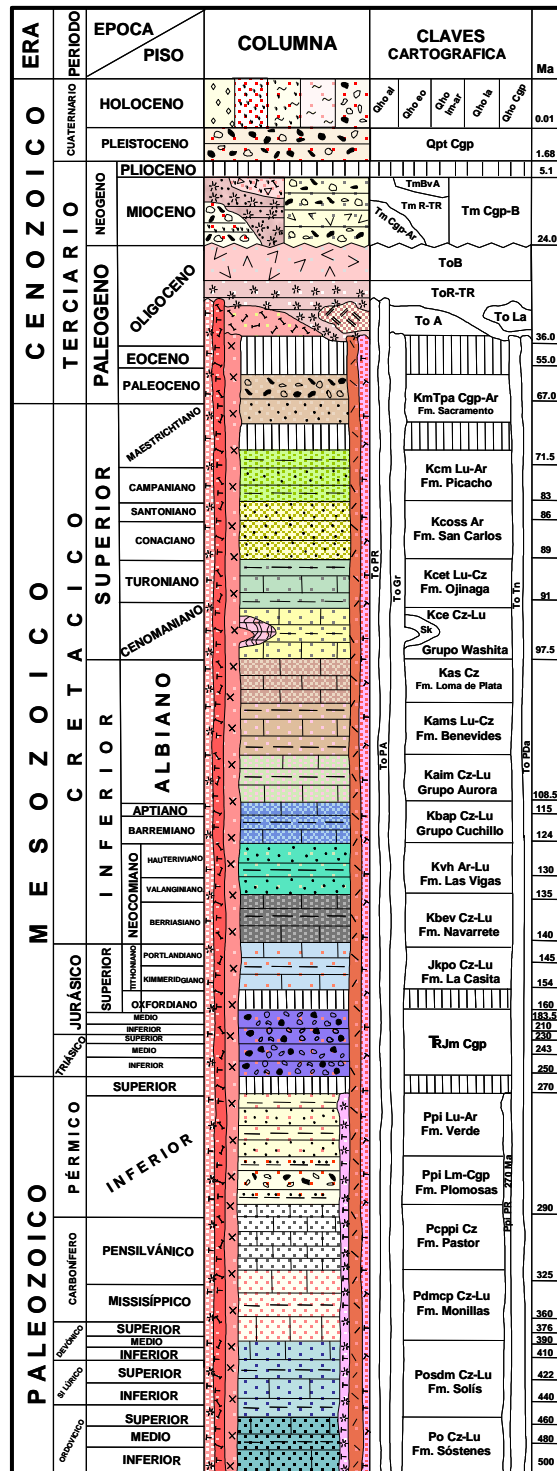
- Ppdi Cz-Lu CALIZA - LUTITA

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

- To Gr GRANITO
- To Tn TONALITA
- To PdA PÓRFIDO DACÍTICO
- To PA PÓRFIDO ANDESÍTICO
- To PR PÓRFIDO RIOLÍTICO
- Ppi PR PÓRFIDO RIOLÍTICO

ROCAS DE METAMORFISMO DE CONTACTO

- Sk SKARN



Esta unidad es correlacionable con el Grupo Simpson del sureste de Texas (Bridges op. cit.) y con la Formación Montoya y El Paso del sur de Nuevo México y la Formación Marathon de la cuenca de Marathon, Texas, U.S.A. En México es correlacionable en tiempo con la Formación Bísani del noroeste de Sonora, con la Formación Calizas Victoria en el área de ciudad Victoria, Tamaulipas y con la parte inferior de la Formación Cobachi de la porción central del estado de Sonora. Por las características litológicas y paleontológicas se interpreta que fue depositada posteriormente a un evento regresivo que propició el depósito de los terrígenos en una zona litoral dentro de un ambiente marino restringido, lo cual está evidenciado por la presencia de abundantes óxidos (PEMEX, 1983b).

CALIZA-LUTITA. FORMACIÓN SOLÍS (Posdm Cz-Lu).

La denominación de formación fue propuesta por Bridges (1966), para substituir lo que Bridges y De Ford (1961) habían llamado Unidad 2. El nombre fue tomado del cerro Solís y el cañón del mismo nombre, localizado en la sierra La Monilla, que se encuentra entre Placer de Guadalupe y la mina Plomosas. Esta unidad se encuentra formada predominantemente por caliza con pedernal con intercalaciones de capas dolomitizadas.

Esta formación se divide en tres miembros de diferente edad, esta varía desde el Ordovícico superior hasta el Devónico.

El miembro del Ordovícico superior litológicamente se encuentra constituido por caliza arcillosa y caliza con pedernal ocasionalmente arenosa de color gris a gris oscuro, con intercalaciones de capas dolomitizadas y lutita color gris en delgados horizontes, conteniendo hacia la base nódulos de pedernal de color gris. El Silúrico es la parte media de la formación, se caracteriza por caliza con intraclastos de color gris oscuro en capas medianas. En Placer de Guadalupe contiene un cuerpo de dolomías hacia la base y caliza con peletoides, de color gris claro, en partes con dolomitización. El Devónico corresponde a la porción media y superior de la formación, está constituida por caliza con incrementos en la cantidad de pedernal, la estratificación es mediana y gruesa, es notorio el contenido de fracturas paralelas y subparalelas a los planos de estratificación rellenas de material arcilloso de color rojizo. En el cerro Placer de Guadalupe la

cima formacional se constituye de caliza con crinoides, masiva y parcialmente dolomitizada. El espesor de esta unidad es de 201 m en el cerro de Enmedio, en el subsuelo Petróleos Mexicanos (IMP, 1991), la reporta en los pozos exploratorios Chinos-1 con 967 m de espesor, Centauro-1 tiene 319 m, Ojinaga con 240 m y Apache-1 cortó 324 m.

El contacto inferior con la Formación Sóstenes es claro y concordante y está marcado por dos cuerpos prominentes de arenisca que contrastan con las calizas de la Formación Solís. La cima formacional está marcada por una discordancia con la sobreyacente Formación Monillas, caracterizado este contacto por un cambio abrupto entre calizas con pedernal en estratificación masiva de la Formación Solís y caliza arcillosa color negro en capas delgadas de la Formación Monillas.

La edad de esta formación es del Ordovícico superior al Devónico medio (Bridges, 1966). Para el Ordovícico superior los fósiles característicos son los braquiópodos *Sowebyella sp.*, *Plaesiomys sp.*, *Zygospira sp.*, (Bridges op. cit.), así como también los siguientes conodontos *Acodos sp.*, *Ambolódos sp.*, y otras especies, corales *Favositoide sp.*, y *Streptelasma sp.* Los fósiles índices del Silúrico son los corales *Halysites sp.* Y *Entelopylum* y otros fósiles silúricos como braquiópodos, corales, conodontos y ostrácodos.

Los fósiles característicos del Devónico son los braquiópodos *Levenea*, *Leptocoelia*, *Acrospirifer*, *Atrypa* y *Strophonella*; los corales *Alveolites* y *Favosites*; y conodontos *Distacodus* e *Icriodus Latericrescens*.

La porción inferior se correlaciona con la Formación Maravillas de la cuenca de Marathon, Texas, U. S. A.; en México con la parte superior de la Formación Cobachi, del centro de Sonora, con la Formación Bísani del noroeste de Sonora, con las formaciones El Paso y Montoya del pozo Los Chinos 1 del estado de Chihuahua y con las calizas Victoria del área de Ciudad Victoria, Tamaulipas.

La porción media se correlaciona con la Formación Fusselman de las montañas Franklin del suroeste de Texas y con la Formación Cañón de Caballeros de Ciudad Victoria, Tamaulipas.

La parte superior se puede correlacionar con la porción superior de la Formación Novaculita Caballos de la Cuenca de Marathon, Texas, U. S. A., con las formaciones Martín y caliza cristalina inferior de Cananea-Cabullona, Sonora, con la Formación Murciélagos de Bísani, Caborca Sonora y con la Formación Canutillo del pozo Los Chinos-1 de Chihuahua.

Los cambios de facies de la caliza dolomítica en el cerro Placer de Guadalupe, a una caliza silíceas con capas de pedernal del Devónico inferior en el cerro de Enmedio y cerro Solís respectivamente, hacen que este depósito sea un poco complejo (Bridges op. cit.). El depósito de caliza dolomítica y caliza conglomerática se efectuó en aguas someras. La caliza silíceas es de aguas más profundas. De acuerdo con Bridges, la novaculita Caballos presenta características de aguas profundas, se tienen espículas de esponjas silíceas y radiolarios del Silúrico y Devónico, pero en Placer de Guadalupe se tienen corales de aguas relativamente someras de moderada energía.

En el cerro de Enmedio ocurrió una etapa de erosión en la parte media del Devónico medio a la parte inferior del Devónico superior (Malpica De La Torre, en P.E.M.E.X., 1980). Posteriormente un segundo período de erosión se extiende desde la parte superior del Devónico superior hasta el Misisípico superior. En el cerro de Placer de Guadalupe el período de erosión fue más largo, por lo que la parte Devónica de la Formación Monillas no está expuesta, en el cerro Placer de Guadalupe ni en el cerro Solís. De acuerdo con Malpica De La Torre (op. cit.), las formaciones Sóstenes y Solís, representan un depósito continuo e ininterrumpido desde el Ordovícico inferior hasta el Devónico medio; no obstante que durante el Ordovícico las variaciones litológicas marcan un depósito transicional de arenisca a caliza.

Por los rasgos litológicos y paleontológicos que presenta esta formación se interpreta que fue depositada sobre una plataforma durante un evento regresivo, existiendo aporte de sedimentos terrígenos provenientes de áreas emergidas cercanas (PEMEX, 1983b).

CALIZA-LUTITA. FORMACIÓN MONILLAS (Pdmcp Cz-Lu).

Bridges (1966) denominó Formación Monillas para sustituir a lo que Bridges y De Ford (1961), habían llamado Unidad 3.

El nombre genérico fue tomado de la sierra y cañón del mismo nombre que se encuentra entre la mina Plomosas y Placer de Guadalupe.

Se caracteriza por constituirse de una secuencia de caliza arcillosa, caliza arenosa y lutita, situadas entre dos secuencias potentes de caliza.

Los afloramientos de esta unidad se encuentran restringidos al área de Plomosas y Placer de Guadalupe, aflora en el cerro de Enmedio, cerro Solís y cerro Placer de Guadalupe.

Se divide en dos miembros separados por una discordancia. El miembro inferior va del Devónico medio al superior mientras que el miembro superior se ubica del Misisípico superior al Pensilvánico.

El miembro inferior aflora en el cañón de Monillas y cerro de Enmedio con espesores de 7 y 33 m respectivamente. En el cañón de Monillas se constituye por caliza arcillosa y lutita color gris oscuro que intemperiza a gris olivo claro, en estratos de 0.25 a 0.30 m, con algunas formas orgánicas en los planos de estratificación, el contacto superior debe ser discordante, el inferior representa un cambio abrupto en litología y probablemente también discordante.

El cerro de Enmedio se constituye por caliza limolítica de color gris a gris oscuro en capas delgadas y lutita con pedernal cerca de la base, es de color gris claro, pobremente expuesta.

El miembro superior se encuentra aflorando en Placer de Guadalupe, cañón de Monillas y cerro de Enmedio.

En Placer de Guadalupe consiste de caliza arcillosa de color gris ligeramente recristalizada con interestratificaciones de caliza arcillo-carbonosa en capas delgadas y con un horizonte arenoso en su parte intermedia que gradúa a caliza arenosa, contiene nódulos de pedernal en las capas de caliza con fragmentos de braquiópodos.

En el cañón de Monillas se conforma por caliza arcillosa con lentes de pedernal, de color gris a gris claro.

En el cerro de Enmedio consiste de lutita pizarrosa de color gris claro, caliza arcillosa y una capa de arenisca en la cima, la estratificación es delgada.

Los espesores medidos son: en Placer de Guadalupe 70 m, en cañón Monillas 46 m y en el cerro de Enmedio 42 m.

Esta formación tiene cambios de facies y reducción de espesor; el miembro inferior en Placer de Guadalupe está ausente, en el cerro de Enmedio el contacto con la Formación Solís está constituido por material silíceo color negro y café con tonalidades rojizas. En el cañón de Monillas se presenta un cambio franco y agudo en litología y en espesor; de acuerdo a esta consideración el contacto se considera subparalelo con la Formación Solís.

El contacto inferior del miembro superior de la Formación Monillas se encuentra marcado por una ausencia de depósito o hiatus, entre el Devónico superior y Misisípico superior (Brdges, op. cit.), alcanzando el mayor hiatus en Placer de Guadalupe (Devónico inferior a Misisípico superior) y en el cerro de Enmedio (Devónico medio a Misisípico inferior).

El contacto superior es nítido y concordante con la Formación Pastor del Pensilvánico, caracterizándose por ser un contraste litológico y topográfico entre esta formación y la Formación Monillas.

Para el miembro inferior los fósiles característicos son el tentaculido *Styliolina* y el braquiópodo *Orbiculoidea*, existen también los siguientes fósiles (retrabajados) *Acrospirifer*, *Leptocoelia* y *Meristella*, y los conodontos *Hindeodella*, *Icriodus*, *Latericrescens* y *Polygnathus linqiiformis*.

Telles Girón, 1977 (en P.E.M.E.X., 1983), estableció para la Formación Monillas 7 microfacies sin fauna diagnóstica de edad, sin embargo delimitó los ambientes de depósito de cada una de las microfacies.

Bridges (op. cit.), menciona que la edad del miembro inferior no es muy precisa, pues una parte puede corresponder al Devónico medio superior y otra parte al Misisípico inferior, aunque también puede ser datado como Devónico superior. El miembro superior

contiene los siguientes fósiles: en el cerro de Enmedio se han reportado los siguientes braquiópodos: *Chonete sp.*, y *Leiorhynchus sp.*, y un briozoario parecido a *Overtonia sp.*

Yochelson (PEMEX, 1983b), identificó el gasterópodo *Glabrocingulum sp.* Elison, determinó los conodontos, (Malpica y De La Torre en PEMEX, 1983b) *Cavusgnathus sp.*, *Hindeodella sp.*, *Metalonchodina sp.*, *Neoprioniodos sp.*, *Prionoidus sp.*, y *Spathagnathodus sp.*

En el cerro Placer de Guadalupe presenta el braquiópodo *Chonetes*, el miembro superior fue datado como Misisípico superior al Pensilvánico inferior. Cooper (PEMEX, 1983b) considera que la edad de los braquiópodos en el cuerpo calcáreo del cañón de Monillas es Misisípico, Pensilvánico inferior y los braquiópodos del cuerpo arcilloso superior son de edad Pensilvánico inferior, los braquiópodos del cuerpo arcilloso superior son de edad Pensilvánico. Yochelson, 1960 (en PEMEX, 1983b) define la edad del gasterópodo *Glabrocingulum sp.*, del cerro de Enmedio como Misisípico superior-Pensilvánico y Cooper en esa misma localidad consideró a los braquiópodos identificados como Misisípico o Post-Devónico. Elison clasificó a varias especies de conodontos como Misisípico superior.

El miembro inferior es correlacionable con la parte superior de la Formación Canutillo de Nuevo México, U. S. A., y con las formaciones Canutillo y Percha del pozo Los Chinos-1 en el estado de Chihuahua, con la parte superior de la Novaculita Caballos de la cuenca de Marathon Texas, U. S. A., con las formaciones Martín y caliza cristalina inferior del área Cananea-Cabullona, en Sonora y con la Formación Murciélagos del área Bísani-Caborca, Sonora.

El miembro superior se correlaciona con la Formación Venada de Bísani, Caborca, Sonora y con la Formación Vicente Guerrero de Cd. Victoria, Tamulipas (IMP, 1991).

El medio de depósito de la Formación Monillas debió haberse efectuado en una plataforma marina de aguas poco profundas; las características arcillo-carbonosas de las calizas de estratificación gruesa indican períodos de mares cerrados, (Malpica-De La Torre en PEMEX, 1983b), poco circulantes de vida prolifera, bajo condiciones reductoras o bien de rápido

sepultamiento de la materia orgánica que se preservó con la ayuda de aportaciones arcillosas. La presencia de material terrígeno sugiere una fuente de suministro cercana a través de corrientes fluviales a lo largo de grandes extensiones del lecho marino (PEMEX, 1983).

CALIZA. FORMACIÓN EL PASTOR. (Pcppi Cz).

El nombre de Formación El Pastor fue propuesto por Bridges (1966) para designar a una secuencia constituida principalmente por caliza de edad Pensilvánico inferior-Pérmico inferior, el nombre fue tomado de la sierra El Pastor, localizada entre la mina Plomosas y cerro Placer de Guadalupe. La mejor localidad expuesta está en el lado sur del cerro Placer de Guadalupe. Consiste de caliza masiva que varía a estratos gruesos, con escasos nódulos de pedernal.

Esta formación se restringe al área de Placer de Guadalupe-La Boquilla; aflora en la sierra de Santo Domingo, cerro La Suástica, área de la mina Plomosas, cerro de Enmedio y cerro Placer de Guadalupe.

Consiste de calizas en estratos gruesos a masivos, entre la fauna que presenta se tienen braquiópodos, crinoides, espículas de equinodermos, corales y abundantes fusilínidos, la coloración es gris a gris oscuro con tonalidades de gris claro. En el cerro Placer de Guadalupe se tienen intercalaciones de lutita negra laminar; también existen lentes y nódulos de pedernal en una matriz recristalizada. En el área de la mina Plomosas se constituye caliza arcillosa, lutita gris oscura, caliza recristalizada y dos capas de lutita verde. En el cerro de Placer de Guadalupe la cima en una coquina crinoidal (encrinita). En esta misma localidad Newell, 1956 (en PEMEX, 1983b) midió 360 m de espesor, y Hernández Ríos, 1975 (en PEMEX, 1983b) midió 392 m. En el cañón de Monillas, Bridges (op. cit.) midió 149 m, donde aflora solamente la base y la cima, el horizonte intermedio se encuentra ausente por fallamiento.

El contacto inferior con la Formación Monillas es nítido y concordante. El contacto superior es concordante con la Formación Plomosas. En algunos lugares la Formación El Pastor infrayace en discordancia angular con la Formación Plomosas (Bridges op. cit.), principalmente donde presenta facies arrecifales.

Los fósiles característicos de esta formación son los fusulínidos, en asociación con braquiópodos, gasterópodos, corales, algas y conodontos.

Los fusulínidos más comunes fueron identificados por Wilde (1960-61, en Bridges op. cit.); *Fusulina sp*, *Fusulinella sp* y *Wedekindellina sp*, así como *Kansanella sp*, *Triticitis sp*, *Triticites Cullomensis*, *Parashwagerina ? sp*, *Pseudofulinella ? sp*, *Schwagerina sp* y *Triticites cf*.

Los braquiópodos que se han identificado del Pensilvánico son los siguientes *Schuchertellidos* grandes, de los cuales Cooper (op. cit.) identificó *Anticuatonia sp*, *Cleiothypidina sp*, *Hustedia sp*, *Schuchertella sp*, o *Derbila "Spirifer" Texanus* y *Neospirifer sp*.

Los conodontos son: *Cavusgnathus sp* (raro), *Gnathodus roundi*, *Hindeodella sp*, *Idiognathodus delicatus*, *Phragmodus sp*, *Prionidus sp* y *Stroptognathodus sp*, también presenta corales coloniales como *Chaetes sp*, y algas como *Ivanovia ? sp*. Por su contenido faunístico se le asigna una edad que varía desde el Pensilvánico inferior al Pérmico inferior.

Se correlaciona con la Formación Puertecitos del área Cananea-Cabullona, Sonora; con la Formación Horquilla del área de la sierra de Palomas y subsuelo del noroeste de Chihuahua, con la porción superior de la Formación San José de Gracia, Sinaloa, con la Formación del Monte del área de Ciudad Victoria, Tamaulipas y con la Unidad II de la Sierra de Teras, Sonora.

De acuerdo a sus características litofaunísticas esta Formación se depositó en una plataforma de aguas someras y probablemente en borde de plataforma.

LIMOLITA-CONGLOMERADO POLIMÍCTICO. FORMACIÓN PLOMOSAS. (Ppi Lm-Cgp).

Burrow, 1909 (en I.M.P., 1991) fue el que designó con este nombre a rocas encontradas en la mina Plomosas sin designarle edad específica. Bridges (op. cit.), utilizó este nombre para rocas del Pérmico que tienen cambios de facies a corta distancia. Se constituye por limolita, conglomerado polimíctico, arenisca y rocas arrecifales. En el área su afloramiento se restringe al oriente de Placer de Guadalupe, sierra Plomosas,

parte suroccidental de la sierra de Santo Domingo y occidente de la sierra de Enmedio.

Esta formación está constituida por limolita de color café rojizo en tonos gris rojizo con intemperismo morado claro, la estratificación es de 0.40 m, contiene conglomerado en estratos gruesos a masivos, los fragmentos principales son de riolita, caliza, cuarcita y pedernal rojo y negro y en menor proporción arenisca y limolita, se encuentra pobremente clasificado; también es frecuente encontrar capas medianas de caliza recristalizada, ocasionalmente arenosa; con intercalación, en su porción inferior, de arenisca de color gris que intemperiza a gris claro en estratos delgados, la caliza contiene gasterópodos y crinoides, el color es gris claro y al intemperismo gris a café.

Al sur y occidente de la mina Plomosas, afloran facies arrecifales que consisten de caliza ligeramente dolomítica, color gris oscuro con gris a gris verdoso al intemperismo, estratificación masiva, presenta organismos coloniales de crinoides, pelecípodos y esponjas, abundantes restos de algas, que predominan sobre los demás fósiles en el núcleo del arrecife, hacia los bordes o facies marginales son frecuentes los fusulínidos y braquiópodos, estas facies descansan sobre limolita calcárea de color gris, de estratificación delgada, intercalada con calizas gris claro y arenisca gris de grano medio con cementante silíceo. Sobreyaciendo al núcleo arrecifal se tienen en forma discordante arenisca gris conglomerática en capas delgadas y limolita gris claro con un espesor de 350 m.

El espesor máximo se encuentra en la cercanía de la mina Plomosas y Placer de Guadalupe y es de 1 050 m a 1 400 m (Bridges op. cit.). Hernández R. (op. cit.), midió un espesor incompleto de 819 m en una sección compuesta en el cerro Placer de Guadalupe y sus alrededores. Petróleos Mexicanos (1983b) midió una sección de 836 m de espesor, al occidente del cerro de Enmedio.

El contacto superior es concordante con la Formación Verde, cabe señalar que esta formación está muy plegada en algunas localidades y por lo tanto es difícil observar su contacto. El contacto inferior con la Formación El Pastor es concordante y abrupto, definido por las características petrográficas de ambas formaciones que delimitan dos unidades contrastantes litológicamente. De acuerdo con Bridges (op. cit.) en algunas localidades esta formación descansa discordantemente sobre la Formación El Pastor.

Por su contenido faunístico Bridges (op. cit.) le asigna una edad del Pérmico inferior (Wolfcampiano superior).

La facie arrecifal de la Formación Plomosas está constituida predominantemente por algas azul verde: *Coactillum* sp, hacia los bordes es frecuente encontrar *Macroporella* sp, además de las esponjas *Heliospongia Volkesi* (R.H. King, en PEMEX, 1983). *Actinocoelia* sp, y crinoides, algunos en posición de crecimiento asociados con ostrácodos, briozoarios y corales. En las capas inferiores, del cerro de Enmedio se tienen gasterópodos; *Babylonites* sp, parecido a *B. Acutus* (Yochelson, en PEMEX, 1983b), *Discotropis* sp, y *Boylea*, los braquiópodos *Leiorhynchoidea* cf. *L. Gisulcata* (Schumard, en PEMEX, 1983b) y *Composita* sp, y conodontos *Gondolella* sp.

En el intervalo conglomerático, abajo del arrecife, se tienen *Parafusulina* ? sp, y *Schwagerina* ?, en la caliza marmorizada del cerro de Enmedio, estratigráficamente arriba del arrecife se reportan fusulínidos alterados que probablemente correspondan a *Schwagerina* sp.

El Pérmico inferior está representado por los fusulínidos *Schwagerina* sp, *Triticites* sp y *Pseudoschwagerina* sp y para el Leonardiano *Parafusulina* ? sp.

Amonoide *Perrini Hilli* (Smith en P.E.M.E.X., 1983b). Pérmico-braquiópodos *Leiorhynchoidea* cf. *L. bisulcata* (Shumard) y *Composita* sp. (Cooper, 1961 en Bridges op. cit.). Pérmico o Triásico *Gondolella* sp. (Ellison, 1961, en P.E.M.E.X., 1983b).

La Formación Plomosas es correlacionable en cuanto a edad a la Formación Mazatlán, del área de Mazatlán, Sinaloa- Cobachi, Sonora; con las unidades Pérmicas del área Las Delicias-Acatita, Coahuila; con la Formación Guacamaya de Ciudad Victoria, Tamaulipas y Tianguistengo, Hidalgo; con la Formación Colina, Epitaph, Sherrer y Concha del noroeste de Chihuahua.

El depósito de esta formación se realizó en una plataforma somera, con eventos oscilantes transgresivos y regresivos. Los movimientos oscilantes fueron desde el inicio del Pérmico (Malpica y De La Torre en P.E.M.E.X., 1983b); haciéndose en este período marcadamente regresivo; los conglomerados indican levantamiento de áreas cercanas expuestas a

la erosión, probablemente localizadas hacia el norte (Bridges op. cit.). Las capas arcillosas y conglomeráticas que subyacen y sobreyacen al complejo arrecifal, son discordantes, sin embargo Malpica (op. cit.), interpreta que esta situación no necesariamente debe indicar levantamiento y deformación de las rocas encajonantes al banco calcáreo, sino que pudiera tratarse de depósitos de



talud. (**Fotografía 1**).

Fotografía 1.-Cabalgadura de la Formación Plomosas (Ppi Lm-Cgp) sobre la Formación La Casita (Jkpo Cz-Lu); localidad al sur del poblado Placer de Guadalupe, sector suroeste de la carta.

LUTITA-ARENISCA. FORMACIÓN VERDE, (Ppi Lu-Ar).

Bridges (1962, en I.M.P., 1991) designó con este nombre a una secuencia Pérmica constituida por lutita y limolita cloritizada de color verde. Aflora principalmente en la porción occidental del lineamiento Placer de Guadalupe-Plomosas. Su mejor exposición se encuentra en el arroyo del camino que parte de Placer de Guadalupe a San Sóstenes.

Esta formación aflora a lo largo de casi todo el flanco nororiental de la cadena montañosa entre la mina Plomosas y Placer de Guadalupe, en la porción oriental del cerro de Enmedio y La Sofía y al sur de la sierra de Santo Domingo.

En la base de la secuencia se tiene 20 m de espesor de conglomerado, constituido por cantos redondeados de caliza, arenisca y pedernal, el diámetro promedio de los fragmentos es de 0.10 m, mal clasificado, la matriz es areno-arcillosa y el cementante es silíceo-calcáreo, sobreyaciéndose se encuentra una secuencia gruesa de 600 m conformada por la alternancia de lutita verde, limolita y arenisca de grano fino subredondado y cementante silíceo-calcáreo de color gris verdoso; existe una cantidad menor de yeso inferestratificado. Hernández R. (en I.M.P., 1991) estimó un espesor de 620 m, Bridges (op. cit.) considera un espesor de 350 y 700 m. Es difícil medir el espesor real de esta formación en el área de

Plomosas, debido a que está muy deformada por plegamiento y fallamiento; en la mayoría de los afloramientos se observa muy plegada de tal manera que no se puede reconocer la estratificación, en algunos sitios es brechoide; en los lugares donde la estratificación es reconocible, se presenta en estratos medianos a delgados.

Al noreste de Placer de Guadalupe, por el camino del arroyo, existe un conglomerado que descansa sobre esta formación, algunos autores han considerado este contacto como Mesozoico y han colocado una discordancia entre el conglomerado y la Formación Verde; probablemente la formación es gradacional al conglomerado, la discordancia se ubica en la cima del conglomerado, el cual se encuentra cubierto por estratos jurásicos.

El contacto inferior es aparentemente concordante con la Formación Plomosas; Malpica (op. cit.) considera que el conglomerado basal no indica una discordancia sino más bien un cambio litológico en la sedimentación; Bridges (op. cit.) cita que el contacto inferior es un plano de falla. El contacto superior es discordante con la Formación La Casita del Jurásico. (**Fotografía 2**).

Por su posición estratigráfica se le asigna una edad del Pérmico inferior. Se puede correlacionar tentativamente con la parte superior de las formaciones pérmicas, específicamente con la Formación Santa Rita del noroeste de Chihuahua.

Por sus características litológicas, es eminentemente regresiva con aporte de terrígenos. La presencia de yeso evidencia una plataforma muy somera, con períodos de levantamientos someros que originó la precipitación de evaporitas por cortos períodos de tiempo. El conglomerado basal indica rápidos movimientos de levantamiento y hundimiento, la redondez casi total de los fragmentos indican una fuente de suministro relativamente lejana al lugar de sedimentación, que probablemente se encontraba al norte y oriente del área.



Fotografía 2.-Panorámica mostrando unidades paleozoicas; localidad al sur del poblado Placer de Guadalupe.

ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

PÓRFIDO RIOLÍTICO. (Ppi PR).

Bridges (op. cit.) la define como un pórfido riolítico de composición uniforme, que se emplaza como un sill en la Formación Plomosas.

Aflora en el sector oeste del cerro de Enmedio. Consiste de una roca ígnea intrusiva subvolcánica de composición riolítica de color gris a gris rojizo, de textura porfídica con matriz afanítica, la cual consiste en un agregado microcristalino de cuarzo y feldespato alcalino; los fenocristales de cuarzo y feldespato alterado comprenden el 25% de la roca, el cuarzo se presenta en fenocristales subhedrales a euhedrales y muchos de ellos están corroídos. Su espesor es de 34 m.

Se encuentra emplazado como un sill en la Formación Plomosas.

La edad de esta roca ha sido determinada por Zoltán de Cserna, Cesar Rincón y colegas en 1970 (en Bridges, 1970), mediante una datación radiométrica utilizando el método Larsen o plomo-alfa en una concentración de cristales de zircón, determinando una edad de 270 ± 30 M.a. correspondiente al Pérmico inferior. En la región no se han encontrado evidencias de estas rocas por lo que es difícil correlacionarlas.

MESOZOICO

TRIÁSICO-JURÁSICO MEDIO

CONGLOMERADO POLIMÍCTICO. (TRJm Cgp).

Descrito por García, E., 1985, 1989 (en I.M.P., 1991), mientras que Bridges (op. cit.) a esta unidad la considera como parte de la Formación Plomosas.

Su distribución se restringe al sector suroeste de la carta, sobre el flanco poniente de la sierra Plomosa.

Consiste de clastos subangulosos a redondeados de caliza, lutita, limolita y arenisca de las formaciones El Pastor, Plomosas y Verde. Los clastos varían de 0.20 a 0.40 m de diámetro, soportados por una matriz arenosa gruesa y en partes cementados por sílice. Presentan una coloración rojiza en partes debido a la oxidación y a la naturaleza de los clastos. Los espesores varían de 10 a 400 m. El mínimo espesor

se reporta al norte de la presa El Granero, sobre el río Conchos. En el arroyo San Sóstenes se reportó un espesor aproximado de 120 m y en el cerro de Enmedio 135 m.

Cubre discordantemente a las rocas de las formaciones Plomosas y Verde y es cubierto en la misma forma por la Formación La Casita.

Por la posición estratigráfica que presenta se le ha asignado una edad del Triásico-Jurásico medio.

De acuerdo a las características litológicas que presenta, se interpreta que su depósito ocurrió en ambientes netamente continentales de abanicos aluviales (PEMEX, 1983b).

JURÁSICO

CALIZA-LUTITA. FORMACIÓN LA CASITA. (Jkpo Cz-Lu).

Esta formación fue definida por Imlay, 1936 (en I.M.P., 1991). Se refiere a sedimentos del Jurásico, conformados por lutita, arenisca e intercalaciones de caliza con abundantes amonitas, yeso y localmente sal; en su base presenta conglomerado polimíctico.

La Formación La Casita aflora principalmente en las sierras Las Monillas, Solís Santo Domingo y El Bronce.

En la sierra Las Monillas está constituida por lutita y arenisca, intercalaciones de limonita, arenisca calcárea y yeso; aflora un espesor parcial de 600 m. Su contacto inferior con la Formación Plomosas es discordante y el superior con la Formación Navarrete es transicional.

En la sierra El Bronce esta formación está constituida por caliza y caliza arcillosa, intercalaciones de caliza dolomitizada, arenisca, limolita y brechas intraformacionales. Aflora un espesor parcial de 240 m.

En la sierra de Santo Domingo, aflora un espesor parcial de 129 m y consiste de conglomerado, caliza arcillosa, limolita y yeso. Su contacto inferior con la Formación Verde es discordante y el superior ausente.

La lutita es de color verde grisáceo que intemperiza a gris oscuro, la estratificación es delgada. La arenisca se presenta de color café claro que intemperiza a café rojizo, constituida por clastos de grano medio a grueso de cuarzo, con cementante silíceo-calcáreo, en

estratos medianos a delgados. La caliza se observa con abundantes clastos de cuarzo dispersos irregularmente en la matriz, escasos bioclastos, asociados con pelecípodos y probablemente algas filamentosas, en estratos que varían de 0.40 a 0.60 m; presenta también intercalaciones de caliza dolomitizada de color gris a gris oscuro en capas medianas, con fracturas rellenas de material arcilloso color rojizo. El yeso es de color blanco, en horizontes subhorizontales con esporádicas intercalaciones de caliza color oscuro.

Subyace transicionalmente a la Formación Navarrete y sobreyace discordantemente a la Formación Verde y al conglomerado rojo del Triásico-Jurásico.

Petróleos Mexicanos (1983b) reporta los siguientes fósiles: amonitas en Placer de Guadalupe; *Mazapillites* sp, *Grassicostatus Burckardt* del Tithoniano medio. En la sierra El Bronce *Kossmatia* sp, del Tithoniano. En la sierra Plomosas *Subplanites reisi*, (schneid), cf; *Kossmatia* sp, *Virgatosphinctes denseplicatus* (Waagen), aff; *Fresnosensis* Imlay; del Tithoniano medio. En la sierra La Monilla, *Kossmatia*, sp, del Tithoniano superior. En la sierra Solís, *Virgatosphinctes mexicanus* (Burckhardt), cf, *Subplanites* sp, del Tithoniano inferior. En la sierra Sofía identificaron *subplanites* aff, *frasnensis* (Imlay) y cf, *subplanites* sp. del Tithoniano.

Bridges (op. cit.) colectó amonitas del Kimmeridgiano al Tuthoniano; Imlay, 1946 (en P.E.M.E.X., 1983b) estudió amonitas colectadas por King y Adkins en el área de Placer de Guadalupe, con edades que varían del Kimmeridgiano al Portlandiano.

Asociados a estos fósiles se tienen fragmentos de corales, pelecípodos, ostrácodos, espículas de esponjas y radiolarios.

Esta formación se correlaciona con las formaciones La Caja y La Casita del norte y noreste de México, con las formaciones Tamán, San Andrés y Pimienta del noreste y centro del País y con la Formación Cotton Valley, de Texas, U.S.A..

Por su contenido faunístico, debido a la gran variedad de amonitas que presenta, se le asigna una edad que varía desde Kimmeridgiano-Tithoniano (Portlandiano).

Las rocas de esta formación fueron depositadas en ambientes que varían de abanicos aluviales y litorales

a plataforma abierta, producto de la transgresión regional que inició durante el Jurásico superior. (Fotografía 3).



Fotografía 3.- Afloramiento de caliza con intercalaciones de lutita, pertenecientes a la Formación La Casita (Jkpo Cz-Lu); localidad, sobre el kilómetro 12 del camino a la presa Luis L. León (El Granero), sector suroeste de la carta.

CRETÁCICO

CRETÁCICO INFERIOR.

CALIZA-LUTITA. FORMACIÓN NAVARRETE (Kbev Cz-Lu).

Haenggi, 1966 (en P.E.M.E.X., 1983b), llamó Formación Navarrete a una secuencia de lutita, intercalada con caliza y arenisca asociadas con evaporitas, que afloran en el área del Cuervo, Chihuahua. Su localidad tipo se ubica al oriente del arroyo Navarrete, aproximadamente a 1300 m al N20°E de La Aguja, Chihuahua; donde se tiene un espesor incompleto de 132 m.

Dentro de la carta presenta escasos afloramientos localizados en la parte central de la misma, presentando exposiciones ubicadas sobre el flanco centro-occidental de la sierra Cuchillo Parado.

En el área se observa constituida por un paquete de caliza de color gris oscuro a negro, en estratos de 1 m de espesor promedio, presenta intercalaciones de lutita carbonosa en estratos laminares que en conjunto llegan a medir hasta 2 m de espesor. El espesor total reconocido para esta unidad varía de 55 a 120 m, fuera de la carta ha sido reportada en las sierras de Chorreras con 363m y El Soldado 600m.

Fuera del área Petróleos Mexicanos reporta en el subsuelo los espesores siguientes, alcanzados por los pozos exploratorios: Apache-1 con 706 m; Maijoma-1 con 760 m; Moyotes-1 cortando 1385 m; 474 m en el

pozo Villa Ahumada, alrededor de 1700 m en el Espía-1 y 658 m en el pozo Menonita-1 (IMP. 1991).

Petrográficamente (Muestra OJ-239) los estratos calcáreos son de color gris oscuro, estructura compacta y masiva, con textura criptocristalina, los componentes principales son: calcita anhedral de la variedad micrita, la cual constituye la mayor parte de la roca en contenidos superiores al 75%, además del cuarzo de origen detrítico, el cual se presenta disperso en la matriz de la roca cuyos contenidos varían del 5 al 25% del total de la roca. Como minerales accesorios se tienen a la hematita, la cual forma parte de la matriz asociada con calcita; así como calcita secundaria rellenando intersticios y espacios en la roca, formando además vetillas. Se le clasifica como un mudstone.

En la zona en estudio se observó que su contacto superior con la Formación Las Vigas (Kvh Ar-Lu) es concordante, abrupto y nítido; mientras que su contacto inferior no aflora.

Basándose en su posición estratigráfica la Formación Navarrete (Kbev Cz-Lu) se le asigna una edad correspondiente al Berriasiano y probablemente llega hasta el Valanginiano (Cantú, 1983, en P.E.M.E.X., 1983b).

Se correlaciona con las formaciones Taraises, Menchaca y San Marcos del Golfo de Sabinas y Tamaulipas Inferior de la Zona Norte.

Por sus características litológicas se interpreta que su depósito se realizó en un ambiente de plataforma somera a lagunar durante una fase ligeramente regresiva.

Dentro del área en estudio, no se identificó ningún tipo de manifestación mineral.

ARENISCA- LUTITA. FORMACIÓN LAS VIGAS (Kvh Ar-Lu).

Burrows, 1910 (en P.E.M.E.X., 1983b), definió como Formación Las Vigas, a una alternancia de arenisca calcárea y lutita con espesor aproximado de 650 m que aflora en la sierra de Chorreras, Chihuahua; inicialmente Wedd, 1902 (en P.E.M.E.X., 1983) efectuó la descripción de esta formación, en la localidad de Las Vigas, municipio de Coyame, Chihuahua, sin embargo quedó establecida la localidad tipo en Chorreras, Chihuahua.

En estas localidades, los espesores reportados por Burrows (op. cit), alcanzan potencias de hasta 970 m.

Dentro de la carta la Formación Las Vigas presenta afloramientos en las porciones central, centro suroccidental, norte-noroeste y norte-noreste, con exposiciones respectivamente, en el flanco suroriental de la sierra Grande, sobre toda la porción occidental de la sierra Cuchillo Parado y en el arroyo de Puerto La Boquilla de Los Quiñones; en los cortes de la carretera que conduce de Coyame a Aldama, en el tramo situado entre las rancherías de Santa Anita y San Francisco; en las zonas adyacentes al cerro El Tecolote y en la sierra La Esperanza.

Está constituida principalmente por arenisca de cuarzo con partes calcáreas, de grano fino a grueso, en colores marrón y verde, con tramos en color gris claro a café claro; sus estratos varían entre los 10 cm a 1.0 m de espesor, con algunas capas de 5 cm de espesor; las cuales presentan intercalaciones de horizontes de lutita y limolita en colores gris, verde y café rojizo y con espesores de 1 a 7 cm.

El espesor de la unidad se determinó en aproximadamente 800 a 900 m sobre el flanco occidental de la sierra de Cuchillo Parado y de 1,070 m en el flanco oriental de la sierra de Puerto Frío, donde se tienen exposiciones completas de dicha formación.

Derivado del análisis petrográfico de la muestra OJ-105, la cual presenta color crema rosácea, verde o rojiza, de estructura compacta y masiva, con textura fragmentaria. Su constituyente principal es cuarzo con contenidos superiores al 75 % del contenido total de la roca, donde se presenta formando casi exclusivamente el total de la matriz; como minerales secundarios, están presentes calcita y hematita con contenidos menores al 5 %, donde se encuentran asociadas, rellenando el juego de vetilleos presentes en la roca; además hematita dispersa en el mosaico de la roca, entre los intersticios formados por los clastos de cuarzo. A la unidad petrográficamente se le clasifica como cuarzo-arenita.

El contacto superior de esta formación se presenta cubierto de manera concordante por rocas del Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu), mientras que su contacto inferior sobreyace también de forma concordante a caliza y lutita de la Formación Navarrete (Kbev Cz-Lu).

Por su posición estratigráfica se le ha asignado una edad del Neocomiano (Valanginiano - Hauteriviano).

Es correlacionable con las formaciones Torcer de las montañas Quitman, Yuca y Siligio del sur de Texas y Hell to Finish de Nuevo México, USA, parcialmente es correlacionable con las formaciones Cúpido, La Virgen, Padilla, La Mula y arcosa San Marcos de Sabinas.

Las características litológicas de esta unidad, permiten interpretar que su depósito ocurrió en ambientes principalmente de tipo litoral, variando hacia los flancos de la cuenca, a ambientes continentales.

Dentro de esta unidad se presentan numerosas manifestaciones de mineralización de cobre de origen tanto hidrotermal como singenético, algunas de ellas tan importantes como la mina Las Vigas, de la cual toma su nombre esta formación (**Fotografía 4**).

CALIZA-LUTITA. GRUPO CUCHILLO (Kbap Cz-Lu).

R.H. Burrows, 1909 (en P.E.M.E.X., 1983b), asignó el nombre de Formación Cuchillo a unos sedimentos que afloran en el valle del río Conchos, en las cercanías de Coyame Chihuahua; en la localidad tipo cercana al poblado de Cuchillo Parado, Chih., la unidad está formada por lutita gris oscura y caliza intercalada con yeso y anhidrita. Este grupo se ubica estratigráficamente entre la Formación Las Vigas y el Grupo Aurora. (**Fotografía 4**).



Fotografía 4.- Arenisca color marrón y verde, en estratos que varían de 0.1 a 1.0 m, pertenecientes a la Formación Las Vigas (Kvh Ar-Lu); localidad arroyo El Pastor, porción suroeste de la carta.

Holguín y Cantú, 1979 (en P.E.M.E.X., 1983b) identifican en la Formación Cuchillo tres miembros, denominándolos con los nombres formacionales de La Virgen, Coyame y La Peña. En otros trabajos se ha

dividido a la secuencia de dicha formación en las formaciones La Virgen, para facies principalmente evaporíticas; las facies calcáreas se denominaron con el nombre de Formación Cupido, a las facies terrígenas con el nombre de Formación La Peña (IMP, 1991).

Cabe señalar que se adoptó el criterio cartográfico de integrar a las formaciones La Virgen, Cupido y La Peña como Grupo Cuchillo. (**Fotografía 5**).



Fotografía 5.- Secuencia sedimentaria correspondiente al Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu), cubierto concordantemente por el Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu); localidad sobre el kilómetro 10 del camino a la presa Luis L. León (El Granero), sector suroeste de la carta.

Como miembro inferior se tiene a la Formación La Virgen, la cual dentro de la carta se encuentra constituida principalmente por yeso de textura sacaroide, color blanco lechoso en estratos medianos y gruesos con escasos horizontes de caliza biógena de 20 a 40 cm de espesor. Los espesores de esta unidad varían desde unas decenas de metros hasta aproximadamente los 500 m, como se determinó en la sierra El Bronce. Fuera del área, se han reportado sobre la sierra El Soldado, y en el subsuelo PEMEX identifica en los pozos Apache-1 un espesor de 365 m, Maijoma-1 con 418 m, 158 m en el Ojinaga-1 y 701 m el Ascención-1 (IMP, 1991).

Su contacto inferior es concordante con la Formación Las Vigas (Kvh Ar-Lu), lo mismo que el contacto superior el cual está sobreyacido de forma concordante por el miembro medio, el cual corresponde a la Formación Cupido.

Por las relaciones estratigráficas que presenta se le asigna una edad del Barremiano.

Esta formación fue depositada en ambientes de plataforma somera restringida que pudieron variar a

ambientes de supramarea, existiendo aportes intermitentes de sedimentos terrígenos.

Esta unidad es muy importante desde el punto de vista de los yacimientos minerales, puesto que constituye excelentes depósitos para la exploración de yeso.

Como miembro medio del Grupo Cuchillo se tiene a la Formación Cupido, está constituida por caliza de oolitas, peletoides y bioclastos, de color gris a gris oscuro, en capas de estratificación mediana de 1.0 a 1.50 m de espesor, fuertemente fosilíferas, con nódulos y concreciones de pedernal. El espesor de la unidad es variable, desde algunas decenas de metros, hasta los 350 m aproximados, determinados en la sierra El Bronce. Fuera de la carta los espesores reportados tanto en superficie como en el subsuelo son: 118 m en la sierra El Cuervo, 226 m sobre la sierra La Mojina, 86 m en la sierra La Amargosa y 25 m en los cerros La Biznaga; en los pozos exploratorios realizados por PEMEX se reportaron 25 m en el Apache-1, 19 m en el Majjoma-1, 45 m en el Ojinaga-1 y 185 m en el Camello-1 (IMP, 1991).

Su contacto inferior es concordante y nítido con la Formación La Virgen, su contacto superior es de igual forma con la Formación La Peña.

Por su contenido faunístico y posición estratigráfica, se le asigna una edad del Barremiano-Aptiano inferior.

Se correlaciona en tiempo con las formaciones Tamaulipas inferior de la cuenca Tampico-Misantla, Santuario de la cuenca de Zimapán, Guaxcamá de la plataforma Valles - San Luis Potosí, Fresnillo de la cuenca del Centro de México, además de San Marcos de la plataforma de Coahuila.

Los sedimentos de esta formación se depositaron en mares cálidos de plataforma somera, con aguas agitadas, ricas en oxígeno que propiciaron el desarrollo abundante de fauna o desarrollo de biohermas.

Dentro del área de trabajo, no se reconoció ninguna clase de manifestación de mineral dentro de esta unidad.

El miembro superior está conformado por la Formación La Peña, se encuentra constituida por caliza con alternancia de arenisca calcárea, lutita y lutita calcárea en estratos delgados a medianos que contienen

abundantes microfósiles, amonitas, pelecípodos y gasterópodos.

Presenta un espesor máximo reconocido de 50 m determinado en la sierra El Bronce. Fuera de la carta ha sido reportada, tanto en superficie como en el subsuelo, con espesores muy variables; 130 m en la sierra El Cuervo, 138 m en la sierra Mojina, 105 m en la sierra El Soldado, 472 m en La Amargosa, 196 m en Chorreras y 65 m en los cerros La Biznaga; PEMEX en los siguientes pozos exploratorios reporta: 110 m en el Ojinaga-1, 179 m en el Majjoma-1, 260 m en El Apache-1, 515 m en el Ascención-1, 30 m en el Moyotes-1, 574 m en el Samayo-1 A y 136 en el Villa Ahumada-1 (IMP, 1991).

Su contacto inferior es normal y nítido con la Formación Cupido. Su contacto superior se presenta de la misma forma con la Formación Finlay del Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu) (**Fotografía 6**).



Fotografía 6.- Porción noroeste de la sierra Cuchillo Parado, constituida por las formaciones Las Vigas (Kvh Ar-Lu) hacia la base, Grupo Cuchillo (Kbp Cz-Lu) y Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu) hacia la cima.

Por su contenido faunístico y posición estratigráfica, se le asigna una edad del Aptiano superior.

Basándose en sus características litológicas y contenido fosilífero, esta formación se depositó en facies de plataforma, con sedimentación terrígena en aguas no muy profundas. Su ambiente es marino sublitoral de aguas tranquilas, cuyo aporte de terrígenos fue drenado por los ríos al mar abierto y depositados por corrientes submarinas.

No presenta manifestaciones de mineral dentro del área en estudio.

CALIZA-LUTITA. GRUPO AURORA (Kaim Cz-Lu).

Debido a que el nombre de Formación Aurora no ha sido aplicado correctamente en las localidades de Chihuahua, se ha creado confusión con el nombre original de la localidad tipo. Holguín y Cantú, 1979 (en Martínez, C. A., 1980) proponen informalmente para la cuenca de Chihuahua elevar a la categoría de Grupo Aurora a los sedimentos de plataforma (formaciones Coyame, Benigno, Walnut y Finlay) situados estratigráficamente bajo la Formación Benevides o equivalentes y sobre la Formación La Peña (miembro superior del Grupo Cuchillo), en aquellas localidades donde la diferenciación formacional sea factible, y conservar el término de Formación Aurora para aquella secuencia no diferenciable. En el marco del presente trabajo se considera a la Formación Coyame como la base o miembro inferior del Grupo Aurora, mientras que las formaciones Benigno y Walnut se integran como el miembro medio, mientras que el superior corresponde a la Formación Finlay.

A la base de este grupo se encuentra la Formación Coyame, conformada por caliza gris claro con bioclastos, presenta *Colomiella* recta, *Colomiella* mexicana y *favusella* sp., aflora en estratos medianos con intercalaciones de lutita en intervalos delgados, de color gris. Los afloramientos se localizan en la sierra Cuchillo Parado, Boquilla, El Bronce y Puerto Frío. Cubre de forma concordante a la Formación La Peña, estando el contacto donde comienza la caliza de mar abierto con *Colomiella*; subyace de igual manera a la Formación Benigno marcándose el contacto donde inicia la caliza masiva de plataforma.

Por su contenido faunístico y posición estratigráfica, se le asigna una edad del Albiano inferior.

Esta formación se depositó en un ambiente nerítico externo, en facies de mar abierto con condiciones de estabilidad propicia para el depósito de carbonatos con poco aporte de arcillas.

Formando la parte media del Grupo Aurora se tiene a las formaciones Benigno y Walnut; la primera de ellas constituida hacia la base por caliza color gris y gris claro, con peletoides, *Orbitolina* Texana, miliólidos, caprinidos y ostrácodos, en estratos gruesos y masivos con intemperismo del mismo color; en la parte media aflora caliza arcillosa y lutita de color gris con bioclastos, ostrácodos, equinodermos, en estratos delgados y medianos; hacia la cima se compone de

caliza gris con moluscos, equinodermos, foraminíferos bentónicos, caprinidos, en estratos gruesos y masivos. Aflora principalmente en las sierras Cuchillo Parado, Boquilla y Puerto Frío.

Petrográficamente (Muestra OJ-245) a la unidad se le clasifica como un mudstone o bien micrita fosilífera; constituida por calcita anhedral de la variedad micrita, en una proporción mayor del 75% del total de la roca, soportando a los fragmentos de bioclastos, los cuales presentan formas subangulosas, en proporciones del 5 al 25% del total de la roca, encontrándose dispersos en la misma; su composición es principalmente de carbonato de calcio, constituida esencialmente por equinodermos y/o bivalvos, los cuales se encuentran en suspensión dentro del lodo micrítico. Otro componente es el cuarzo con contenidos menores al 5% y formas subredondeadas que se encuentran dispersos en la matriz, con sus aristas retrabajadas y extinción recta a ligeramente ondulante.

Su contacto inferior es nítido y concordante con la infrayacente Formación Coyame, de igual manera con la sobreyacente Formación Walnut.

Por su contenido faunístico y posición estratigráfica, se le asigna una edad del Albiano medio.

Los sedimentos que constituyen a esta formación, se depositaron en aguas relativamente quietas y bien aireadas, en un ambiente nerítico.

La Formación Walnut se compone de caliza arcillosa color gris con equinodermos, ostrácodos, radiolarios y miliólidos, aflora en estratos delgados con intemperismo del mismo color, presenta intercalaciones de lutita calcárea gris en intervalos de 1 y 2 m de espesor. Aflora en las sierras Cuchillo Parado, Boquilla y Puerto Frío.

Sobreyace de manera concordante a la Formación Benigno y subyace de la misma forma a la Formación Finlay.

Por su contenido faunístico y posición estratigráfica, se le asigna una edad del Albiano medio.

Esta formación se depositó en un ambiente nerítico externo, con aporte de terrígenos.

Como miembro superior de este grupo se encuentra la Formación Finlay, formada por caliza gris con

caprínidos, equinodermos, *Dyctioconus* sp., gasterópodos, aflora en estratos gruesos y masivos, presenta nódulos de pedernal.

Sobreyace en forma concordante a la Formación Walnut y subyace de la misma manera a la Formación Benevides. Los contactos son claros ya que contrasta la caliza de esta formación con las rocas arcillosas de las formaciones encajonantes.

Por su contenido faunístico y posición estratigráfica, se le asigna una edad del Albiano medio.

Esta formación se depositó en un ambiente nerítico interno en facies de plataforma. (**Fotografía 7**).



Fotografía 7.- En primer plano alternancia de caliza arcillosa y lutita de la Formación Walnut, miembro medio del Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), en segundo plano sierras volcánicas (To R-TR); localidad, flanco suroeste de la sierra Las Escaramuzas.

LUTITA-CALIZA. FORMACIÓN BENAVIDES (Kams Lu-Cz).

Amsbury, 1954 (en P.E.M.E.X., 1974) asignó el término Benevides a una secuencia de 50.0 m de lutita gris oscuro y calcarenita café amarillento, localizada entre las formaciones Finlay y Loma de Plata que afloran cerca del rancho Benevides, en el Cañón Pinto, condado de Presidio, Texas.

Está constituida básicamente de lutita calcárea color gris claro, de estructura laminar, asociada con *Dictyoconus* sp., globigerídeos y radiolarios, presenta intercalaciones de caliza arcillosa de color gris claro que intemperiza a gris amarillento, en estratos delgados, se observan bioclastos, caprínidos, peletoides y toucasias; también se han identificado *Colomiella* recta y *Colomiella* mexicana en la porción inferior, ocasionalmente se observan esporádicos horizontes de arenisca calcárea de grano fino y color gris.

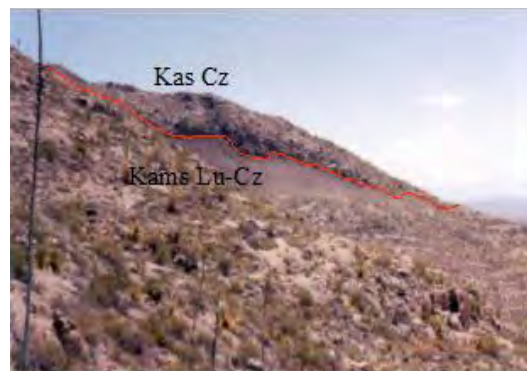
Dentro de la carta el espesor promedio es de 200 m, sobre la sierra Cuchillo Parado, también aflora en la sierra El Peguis. Fuera del área ha sido reportada por PEMEX en superficie sobre las sierras: Berruguenta con 315 m, del Fuste 125 m, La Mojina 130 m, Boquilla 296 m y El Hueso 55 m; en el subsuelo por medio de los siguientes pozos exploratorios Chapo-2 cortó 130m, 101 m en el Ojinaga-1, 187 m en El Pulpito-1, 272 m en El Apache-1, 133 m en El Menonita-1 y 152 m en El Sueco-1 (IMP, 1991).

Su contacto inferior con la infrayacente Formación Finlay del Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu) es concordante y bien nítido, debido al contraste litológico entre ambas formaciones. Así mismo su contacto superior también se observa concordante y bien definido con la caliza masiva de la sobreyacente Formación Loma de Plata (Kas Cz).

Basándose en su contenido faunístico y posición estratigráfica la edad determinada para esta formación corresponde al Albiano medio y la parte baja del Albiano superior; la fauna que contiene es muy variada y abundante (PEMEX, 1974), como *Exogira* Texana, gasterópodos, equinodermos, amonitas y un cuerpo con rudistas y miliólidos.

Se correlaciona con la Formación Kiamichi de Coahuila, con la Formación Sombrerillo del estado de Nuevo León., la parte superior se correlaciona con la porción inferior de la Formación Georgetown y con la Formación Sue Peaks del área de Presidio y del Big Bend Park, Texas, U.S.A.

Los sedimentos de esta formación se depositaron en un ambiente nerítico interno en aguas poco profundas; Haenggi, 1966 (en P.E.M.E.X., 1983b), menciona que la abundancia de fósiles bentónicos y nectónicos indican aguas bien aeradas y posiblemente una sedimentación relativamente lenta. (**Fotografía 8**).



Fotografía 8.- Afloramiento de la Formación Benevides (Kams Lu-Cz), cubierta de manera concordante por la Formación Loma de Plata (Kas Cz); localidad al sureste del poblado de Coyame, Chih., porción central de la carta.

CALIZA. FORMACIÓN LOMA DE PLATA (Kas Cz).

Amsbury, 1954 (en P.E.M.E.X., 1973) asignó el término Loma de Plata a una secuencia de 240 m de espesor, integrada por una alternancia de estratos delgados de caliza nodular, con cuerpos de estratos masivos de caliza, de color café grisáceo, con bandas de pedernal gris y horizontes de rudistas silicificados. La sección tipo se encuentra localizada, hacia el área del cañón Pinto, en el condado de Presidio, Texas, cerca de la mina Loma de Plata, estratigráficamente entre la Formación Benevides y la marga Grayson.

Se presenta ampliamente distribuida en la zona en estudio, siendo sus afloramientos principales los siguientes:

En la parte central de la zona de trabajo, formando parte de la sierra Grande y sierra El Maguey; porción sur de la carta, conformando la sierra Los Almireces y mesa Rancherías, con afloramientos a lo largo del flanco occidental de las sierras El Chilicote y El Vallecillo; al centro poniente del área, constituyendo la sierra Merino y la ladera occidental de la sierra Tasajera, así como con afloramientos en los alrededores de la ranchería El Saucito; en el sector norte aflorando en el cerro Las Peñitas y la sierra La Tinaja; y al centro sureste de la zona con amplias exposiciones que cubren buena parte de la sierra Matasaguas.

Litológicamente se encuentra constituida por caliza color gris y café, de estratificación gruesa y masiva del orden de 4 a 5 m, con nódulos de pedernal, líneas estilolíticas; contiene bioclastos, caprínidos, miliólidos, peletoides y toucasias. Ocasionalmente presenta fracturas rellenas de calcita.

El espesor es muy variable, desde los 488 m en la sierra Cuchillo Parado, 432 m en La Boquilla, del Bronce 241 m y El Morrión 240 m. (**Fotografía 9**). Sus contactos tanto superior como inferior son nítidos y concordantes, debido a la naturaleza de la infrayacente Formación Benevides (Kams Lu-Cz) y la suprayacente Formación Del Río perteneciente al Grupo Washita (Kce Cz-Lu), que contrastan con los estratos masivos de caliza de esta formación.



Fotografía 9.- Sierra El Morrión, constituida principalmente por caliza de la Formación Loma de Plata (Kas Cz); sector suroeste de la carta.

La edad que se le asigna a esta formación es en base a su contenido faunístico y relaciones estratigráficas corresponde al Albiano superior.

Se correlaciona con la parte superior de la Formación Georgetown y Salmon Peak de Texas, y también con parte de las formaciones Cuesta del Cura y Acatita del noreste de México.

En el área, se interpreta que esta formación se depositó en una plataforma semirestringida, en condiciones de intermarea e inframarea, con niveles de energía propiciando el desarrollo de bancos arrecifales.

Dentro de la zona de trabajo, a esta unidad se le reconocieron ciertas manifestaciones de mineralización, como es el caso de la mina El Chivo.

CALIZA-LUTITA. GRUPO WASHITA (Kce Cz-Lu).

Humphrey, 1956 (en P.E.M.E.X., 1973) identificó como Grupo Washita a unidades de sedimentos finos y rocas carbonatadas del Albiano superior, que se encuentran al noreste de México.

El Grupo Washita tiene su localidad tipo en Fort Washita al noreste de Marshall, Oklahoma y consta de las formaciones Georgetown, Del Río y Buda.

Cabe mencionar que en el marco del presente trabajo con el nombre de Grupo Washita, se integraron las formaciones Del Río y Buda; ya que las mismas, presentan escasa expresión superficial para ser representadas de manera individual, pero que en conjunto se manifiestan con claridad dentro de la carta. Así mismo, se dejó fuera de este agrupamiento

a la Formación Loma de Plata, en virtud de que presenta las suficientes dimensiones para ser representada de manera individual.

El miembro inferior de este grupo está conformado por la Formación Del Río, constituida por una alternancia de caliza arcillosa, de color gris en capas delgadas y lutita calcárea, con la misma estratificación. Se le determinó un espesor total de 30 m, aflora en las sierras: El Vallecillo, La Ceja, El Morrión, Torreño y Gómez principalmente.

Esta unidad cubre de forma concordante a rocas del Albiano superior, de la Formación Loma de Plata (Kas Cz). El contacto superior es igualmente concordante con la Formación Buda; generalmente se presenta en los bajos topográficos.

Por la presencia de las amonitas Remiester clavini y Holotypus sp. y los microfósiles Calciphaerula innominata, Pithonela ovalis y Stomiosphaera conoidea (PEMEX, 1980) y por su posición estratigráfica, se le asigna una edad del Albiano superior-Cenomaniano.

Se le correlaciona con la marga Grayson del norte de Texas, Eagle Mountains del sureste de Texas y parcialmente con la Formación Cuesta del Cura del noreste de México.

Los sedimentos que conforman esta unidad se depositaron en una plataforma externa con aporte de sedimentos terrígenos, existiendo posiblemente zonas inestables.

Como miembro superior de este grupo se presenta la Formación Buda; la cual aflora principalmente en las sierras Matasaguas, El Vallecillo, Los Almireces, La Aguja y El Maguay.

Está constituida por caliza de color gris a crema en estratos medianos a delgados, en algunas localidades con intercalaciones de lutita calcárea de color gris claro. (**Fotografía 10**).



Fotografía 10.- Alternancia de caliza y lutita del Grupo Washita (Kce Cz-Lu); localidad sector noroeste de la sierra El Ocotillo, porción sureste de la carta.

Contiene bioclastos, equinodermos, globigerínidos, ostrácodos y radiolarios (PEMEX, 1983c). Se determinó un espesor máximo de 50 m en el flanco occidental de la sierra El Vallecillo.

Sus contactos son concordantes y nítidos con las formaciones Del Río que la infrayace y con la Formación Ojinaga (Kcet Lu-Cz), que la suprayace.

Con base en su contenido faunístico y a la posición estratigráfica se le asigna una edad del Cenomaniano.

Se correlaciona con parte de la Formación Cuesta del Cura del noreste de México; y corresponde a la parte alta del Grupo Washita.

Los sedimentos de la Formación Buda se depositaron en una plataforma amplia de aguas profundas y tranquilas, por su gran uniformidad en espesor sugiere estabilidad tectónica de la cuenca.

LUTITA-CALIZA. FORMACIÓN OJINAGA (Kcet Lu-Cz).

Burrows, 1909 (en P.E.M.E.X., 1983c), propuso el término Formación Ojinaga, para una secuencia de arenisca y lutita con subordinados estratos de caliza, dolomía y limolita, que afloran en el área de Ojinaga,

en la porción noreste del estado de Chihuahua. Esta unidad presenta amplios afloramientos localizados sobre las porciones centro noreste, oriente y sureste de la carta, en lo que es el valle de Ojinaga, de donde precisamente esta formación toma su nombre; con exposiciones también al sur suroeste de la carta, en el valle sinclinal del arroyo La Boquilla; además de la parte central del área, con exposiciones en todo el flanco occidental de la sierra Grande.

En el área de trabajo, la formación está constituida por lutita negra laminar en estratos de 25 cm a 3 m de espesor, con intercalaciones de calcilita laminar de 3 a 5 cm de espesor y horizontes delgados de caliza negra en estratos de 5 a 40 cm de espesor, estas constituyen paquetes de hasta 1.50 m de espesor. (**Fotografía 11**).

El espesor total de la unidad se determinó en aproximadamente 850 m, en la porción sur suroeste de la carta, en el valle sinclinal del arroyo La Boquilla; sin embargo hacia las partes centro noreste, oriente y sureste de la carta, en lo que es el valle de Ojinaga, la formación pudo llegar a tener hasta los 3,000 m de espesor.

El análisis de un horizonte de caliza de esta formación (Muestra OJ-256), indica que es de color gris claro bandeada, de estructura compacta y masiva, con textura cristalina. Sus componentes principales son la caliza, con contenidos del 25 al 50 % del total de la roca, presentándose constituyendo la matriz de la misma; los fragmentos de bioclastos en proporciones del 25 al 50 % del total de la unidad, presentándose completos, indicios de haber recibido poco transporte; la albita-oligoclasa con contenidos menores al 5 %, se presentan en microcristales rotos y fracturados; y por último el cuarzo en proporciones menores al 5 %, presentándose en microcristales rotos y fracturados. Se clasifica a este horizonte como un Packstone (Biomicrocristal).

Su contacto subyacente con la Formación Buda es nítido y concordante, mientras que su contacto superior con la Formación San Carlos (Kcoss Ar) es concordante y transicional.

Considerando su posición estratigráfica y su contenido faunístico caracterizado por la presencia de *Inoceramus* sp y amonitas dentro de su macrofauna, a

esta unidad se le asigna una edad que corresponde con el Cenomaniano superior-Turoniano.

Es correlacionable con el Grupo Eagle Ford del centro de Texas y con las formaciones Indidura y Agua Nueva del noreste de México.



Fotografía 11.-Alternancia de lutita y caliza de la Formación Ojinaga (Kcet Lu-Cz), al fondo se observa sierra Rica, conformada por rocas riolíticas (To R-TR); localidad rancho La Consolidación, sector sureste de la carta.

Las rocas de esta formación al inicio de la sedimentación fueron depositadas en ambientes de plataforma abierta, los cuales fueron graduando a ambientes de plataforma somera y litoral con influencia deltaica.

En esta unidad se reconocieron manifestaciones de mineralización hidrotermal, representada por la mina Dos Amigos.

ARENISCA. FORMACIÓN SAN CARLOS (Kcoss Ar).

Este término fue propuesto por Vauhan en 1900 (en P.E.M.E.X., 1983c), para una secuencia de arenisca y lutita con alto contenido de carbón, que aflora en la mina San Carlos, en Rim Rock Country, en el condado de Presidio, Texas. Miller dividió en 1957 (en P.E.M.E.X., 1983c), a la Formación San Carlos en tres unidades; la unidad inferior constituida por lutita el intermedio por arenisca y el superior bandeado.

Haenggi y Wolleben en 1966 (en P.E.M.E.X., 1983c), determinaron que el miembro superior corresponde a la Formación Picacho, restringiendo la parte media para la Formación San Carlos, aplicando este nombre en el área de Ojinaga.

Esta formación presenta amplias exposiciones ubicadas en lo que es el valle de Ojinaga, el cual se

localiza en las porciones centro noreste, oriente y sureste de la carta en estudio con exposiciones también en el valle sinclinal del arroyo La Boquilla, al sur suroeste de la carta.

Consiste de una secuencia eminentemente terrígena, representada por arenisca principalmente feldespática y algunas calcáreas, de grano fino a grueso en estratos que varían de delgados a gruesos de colores claros, café oscuro y gris verdoso con estructuras de laminación paralela, cruzada y ondulada; estas alternan con delgados horizontes de caliza, lutita y lutita laminar en estratos delgados, medianos y gruesos; contiene algunos bioclastos de pelecípodos, restos de plantas, troncos fósiles y en ocasiones carpetas de algas.

Petrográficamente (Muestra OJ-259), esta unidad presenta un color gris verdoso, estructura compacta y masiva, con textura fragmentaria. Sus componentes principales son el cuarzo, con contenidos aproximados del 50 al 75 % del total de la roca, presentándose en microcristales rotos y fracturados; la albita-oligoclasa en proporciones del 5 al 25 % del total, constituyendo microcristales de origen detrítico; la muscovita en proporciones menores al 5 %, se presenta dispersa en la roca y la apatita, con contenidos menores al 5 %, se presenta incluida en la plagioclasa y cuarzo.

En el área de trabajo se presenta como un paquete de arenisca de color verde pistache en estratos delgados de 10 a 30 cm de espesor.

El espesor total de la unidad se determinó en aproximadamente 300 m, en la porción sur suroeste de la carta, en el valle sinclinal del arroyo La Boquilla; mientras que en las porciones centro noreste, oriente y sureste de la carta, se considera que su espesor es de aproximadamente 550 m.

Su contacto inferior es transicional y concordante con la Formación Ojinaga (Kcet Lu-Cz), al igual que su contacto superior con la Formación Picacho (Kcm Lu-Ar).

Sobre la base de su posición estratigráfica, a esta unidad se le asigna una edad correspondiente al Coniaciano-Santoniano, siendo correlacionable con la Formación Austin y con la parte inferior del Grupo Taylor del centro de Texas.

Se considera que los sedimentos de esta formación, se depositaron en un ambiente litoral a continental, posiblemente con influencia deltaica.

No se identificaron manifestaciones de mineral dentro de esta unidad.

LUTITA-ARENISCA. FORMACIÓN PICACHO (Kcm Lu-Ar).

Consiste de una secuencia de lutita violácea y carbonosa, que hacia la porción sur, gradúa a arenisca rojiza y amarilla con estratificación cruzada, madera fósil, huesos de dinosaurios y bioturbación, presentándose algunos conglomerados polimícticos, (Vivar, 1925, en I.M.P., 1991).

Haenggi y Wolleben, 1966 (en P.E.M.E.X., 1983c), determinaron que el miembro superior de la Formación San Carlos corresponde a la Formación Picacho.

Dentro de la carta la unidad presenta aislados afloramientos situados en la porción central de la carta, donde se le ve a 4 km al norte del poblado de La Paz de México; al sur suroeste del área, sobre el arroyo La Boquilla (**Fotografía 12**) y en la parte centro oeste-suroeste, con exposiciones situadas a 5 km al norte del poblado de Alamo Chapo.



Fotografía 12.- Alternancia de lutita y arenisca de la Formación Picacho (Kcm Lu-Ar); localidad arroyo La Boquilla, sector suroeste de la carta.

Consiste de una secuencia de lutita violácea y carbonosa, conformando horizontes de hasta 3 m de espesor, que hacia la cima gradúan a arenisca rojiza y amarilla, estratos de 0.3 a 0.5 m de espesor, con estratificación cruzada, madera y huesos fosilizados, en aisladas localidades se presenta caliza color gris en estratos delgados.

El miembro calcáreo de esta unidad se describe (Muestra OJ-263), como de color gris claro, de estructura compacta y masiva, con textura microcristalina. Sus componentes principales son la calcita, en proporciones mayores al 75 % del contenido total de la muestra, de la variedad espatita, constituyendo la mayor parte de la roca; fragmentos de bioclastos con contenidos menores al 5 %, presentándose dispersos en la roca, principalmente de foraminíferos de la variedad globigerinos; fragmentos líticos, con contenidos menores al 5 %, son de origen volcánico de composición intermedia a félsica y el cuarzo, con contenidos menores al 5 %, presentándose roto y fracturado.

A esta unidad en la porción sur suroeste del área, sobre el arroyo La Boquilla, se le determinó un espesor total de aproximadamente 1,000 m.

El contacto inferior es concordante con la Formación San Carlos (Kcoss Ar) y el superior está erosionado y cubierto por rocas volcánicas y aluvión.

Por su posición estratigráfica se le ha asignado una edad Campaniano - Maastrichtiano y se ha interpretado que su depósito ocurrió en ambientes fluvio-litorales y pantanosos.

No se reconocieron manifestaciones de mineral dentro de esta unidad.

CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA. FORMACIÓN SACRAMENTO (KmTpa Cgp-Ar).

Torres J. A., 1991 (en C.R.M, 1997) denomina informalmente como Conglomerado Sacramento, a un conjunto de fragmentos subredondeados a angulosos de caliza, expuestos a 10 km al noroeste del poblado de Sacramento, Chih.

Los afloramientos se ubican principalmente en los sectores oeste, centro y sureste de la carta; sobre el flanco poniente de la sierra La Víbora, al norte del rancho Las Choyas, así como en las cercanías del poblado de Coyame, Chih, sector norte de la sierra El Vallecillo y porciones oriente y poniente de la sierra Cuchillo Parado.

La unidad está constituida principalmente por fragmentos subredondeados de caliza y en menor grado de arenisca, moderadamente consolidados dentro de una matriz calcáreo arenosa; los cuales se

presentan en formas subangulosas a subredondeadas y en tamaños de 1 a 13 cm de diámetro, constituyendo estratos medianos de 2 a 4 m de espesor. Sobre el flanco poniente de la sierra La Víbora se identificaron dos horizontes de rocas epiclásticas, petrográficamente determinadas de composición andesítica (Muestra OJ-68), consiste de una roca color verde, de estructura compacta, masiva, megascópicamente se observan fragmentos líticos, feldespato, clorita, calcita y óxidos de Fe; al microscopio los fragmento líticos se presentan subangulosos a subredondeados, en una proporción aproximada de 25 a 50 %, se encuentran abundantemente en la roca, de microtextura microcristalina de composición andesítica, algunos total a parcialmente hematizados y cloritizados; los fragmentos de los cristales se observan subangulosos a subredondeados en una proporción aproximada de 25 a 50 %, se encuentran constituidos por plagioclasa sódica (albita-oligoclasa), piroxeno, apatita y magnetita, presentan macla del tipo polisintética alterados a illita-sericita, el piroxeno está disperso en la roca, reemplazado por clorita y alterándose a hematita, se observan diminutos cristales de apatita incluidos en la plagioclasa, magnetita diseminada en la roca alterándose a hematita; los componentes secundarios son illita, como alteración del feldespato y dispersa en los fragmentos líticos, clorita reemplazando a los ferromagnesianos, hematita como producto de la alteración de los ferromagnesianos y magnetita a través de sus bordes y planos de clivaje y calcita relleno los intersticios.

El espesor total de la unidad se considera que puede llegar a ser de 200 m.

La unidad cubre discordantemente a las rocas del Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu) y a la Formación Loma de Plata (Kas Cz). El contacto superior se encuentra cubierto de manera discordante por riolita y toba riolítica del Oligoceno (ToR-TR). Por la composición litológica y su posición estratigráfica, a esta unidad se le asigna una edad del Maastrichtiano-Paleoceno.

Por las características litológicas que presenta esta unidad, indica una denudación de rocas pre-existentes, principalmente del Albiano medio-superior, y por su naturaleza, se interpreta que su depósito se realizó en facies continentales.

Sobre esta unidad no se identificó ninguna clase de mineralización económico-minera. (**Fotografía 13**).



Fotografía 13.- Contacto discordante entre conglomerado polimíctico de la Formación Sacramento (KmTpa Cgp-Ar) a la base y unidades riolíticas a la cima (To R-TR); localidad rancho Los Acebuches, porción noroeste de la carta.

CENOZOICO.

TERCIARIO.

ANDESITA (To A).

Unidad constituida por rocas en forma de derrame, que conforman lomeríos de pendiente suave, en el área se interpreta como la parte inferior de la secuencia volcánica.

En la carta los afloramientos son escasos, ubicados únicamente en la porción norte y en el extremo sureste de la carta; en la primera localidad está sobre las lomas El Berrendo y al noroeste del rancho San Dionisio, en la segunda está en los ranchos El Agua de la Loca y El Alamo.

Se encuentra formada por andesita de color café rojizo y gris oscuro con tonalidades verdosas; megascópicamente presenta una estructura compacta, masiva con textura porfídica, se observan feldespatos, ferromagnesianos, vidrio volcánico y óxidos de hierro en una matriz criptocristalina.

La descripción microscópica de la Muestra OJ-35, determina como minerales principales: oligoclasa-andesina en un contenido mayor al 75%, de forma subhedral, en fenocristales, los cuales muestran macla de tipo polisintética en criptocristales, forman parte de la matriz asociados con vidrio volcánico; el vidrio volcánico se observa en una proporción aproximada de entre el 5 y 25%, se encuentra amorfo y formando

parte de la matriz, está desvitrificándose a cristobalita; la biotita está presente en una proporción menor al 5%, se observa anhedral y dispersa escasamente en la roca, alterándose a hematita a través de sus bordes y planos de clivaje; apatita en un contenido menor al 5%, de forma euhedral en diminutos cristales prismáticos de seis lados y alto relieve incluidos en los feldespatos; y magnetita en una proporción menor al 5%, de manera anhedral, diseminada en la roca, alterándose a hematita a través de sus bordes y planos de clivaje. Como minerales secundarios se encuentran cristobalita en proporción aproximada de 5 y 25%, consiste de sílice criptocristalina, resulta como producto de la desvitrificación del vidrio volcánico; la hematita se encuentra como resultado de la alteración de los ferromagnesianos y magnetita a través de sus planos de clivaje y/o zonas de debilidad.

El espesor se considera mayor a 50 m.

Estratigráficamente se encuentra cubriendo de manera discordante a rocas de los grupos Cuchillo (Kbap Cz-Lu) y Aurora (Kaim Cz-Lu), así como a las formaciones Loma de Plata (Kas Cz) y Ojinaga (Kcet Lu-Cz); está cubierta de forma discordante por riolita y toba riolítica (To R-TR).

En base a las observaciones de campo así como a las relaciones estratigráficas que presenta se le asigna una edad del Oligoceno.

Se interpreta que su origen es derivado de la disminución en la velocidad de convergencia de las placas Norteamérica y Farallón, durante la progresión del arco magmático continental hacia el oriente (Clark et al, Op cit.; Price y Henry, 1984, en C.R.M., 1998); mientras que las calderas marcan el final del vulcanismo riolítico por el consumo de la placa de Farallón (Coney, P., 1978).

En la porción sureste se encuentra genéticamente asociada a la caldera de San Carlos, mientras que en el resto de la carta se interpreta de origen fisural, asociada a la tectónica distensiva provocada por la falla Juárez (Eguiluz de A. S., 1984).

Sobre esta unidad no se identificaron yacimientos minerales, sin embargo en la muestra OJ-419, analizada por medio de fluorescencia y difracción de rayos "X", se determinó la presencia de trazas de Zn y un contenido menor al 0.1% de pirita, cabe señalar

que la muestra fue colectada en roca ligeramente oxidada y silicificada, con escasas fracturas pequeñas rellenas de cuarzo y calcita.

LATITA (To La).

Esta unidad consiste de una roca fluidal, ocasionalmente masiva y con seudoestratificación, asociada a riolita (To R-TR), se presenta en forma circular, con un diámetro aproximado de 5 km; de color café rojizo con manchas claras, con estructura compacta, masiva y textura porfídica, se observan megascópicamente feldespato, vidrio volcánico, ferromagnesianos, minerales arcillosos y óxidos de hierro.

Se localiza únicamente en la porción oeste de la carta, sobre el cerro Altos del Alamo.

Consiste de una latita de piroxeno (Muestra OJ-89), en la cual la descripción microscópica se determina que la microtextura es porfídica con matriz microcristalina; como los minerales principales son: albita-oligoclasa en una proporción aproximada del 25 al 50% de forma subhedral, en feno y microcristales, los fenocristales muestran maclas del tipo polisintético combinada con carlsbad, en microcristales se encuentra formando parte de la matriz, alterados a través de sus planos de clivaje a illita-sericita; ortoclasa en contenido entre 5 y 25%, en microcristales anhedral, confinada en la matriz de la roca, alterándose a illita-sericita a través de sus planos de clivaje; vidrio volcánico en una proporción aproximada de entre 5 y 25%, se encuentra amorfo, formando parte de la matriz, asociado a feldespato, alterándose a sílice criptocristalina de la variedad cristobalita; piroxeno en una proporción menor a 5%, se encuentra de forma anhedral y disperso en la roca, alterándose a hematita a través de sus bordes y planos de clivaje. Como minerales secundarios se observan cristobalita, como variedad de sílice criptocristalina, se encuentra formando parte de la matriz es el resultado de la alteración del vidrio volcánico; illita-sericita como producto de la alteración del feldespato a través de sus planos de clivaje, por último, hematita como producto de la alteración de los ferromagnesianos.

Su espesor se considera de 100 m.

Se encuentra cubriendo discordantemente a la caliza de la Formación Loma de Plata (Kas Cz) y a andesita

(To A), el contacto superior es cubierto de forma concordante por riolita y toba riolítica (To R-TR).

Se interpreta que su origen es derivado de la disminución en la velocidad de convergencia de las placas Norteamérica y Farallón, durante la progresión del arco magmático continental hacia el oriente (Clark et al, Op cit; Price y Henry, 1984, en C.R.M., 1998).

Sobre esta unidad no se identificaron yacimientos minerales.

RIOLITA-TOBA RIOLÍTICA (To R-TR).

Bajo esta nomenclatura se agrupa una secuencia volcánica, constituida por riolita y una amplia variedad de toba riolítica, entre las que predominan vítreas, cristalovítreas y cristalolíticas, así como pequeños afloramientos de andesita y toba andesítica, los cuales se asocian al evento volcánico riolítico.

Presenta numerosos afloramientos situados dentro de la carta, dentro de los cuales se pueden citar los siguientes: en la porción central del área, en las cercanías con el poblado de Coyame; hacia el sector centro sur, en los alrededores con el poblado de San Pedro; en la parte sur, en el flanco occidental de la sierra Los Almireces; en la zona sur suroeste, en el arroyo de La Boquilla; en las porciones centro poniente, poniente y oeste noroeste, con varias exposiciones ubicadas en las cercanías de las rancherías El Pulpito, Los Cuates, La Puerta y Los Acebuches; al centro nor - noroeste, en los alrededores de las rancherías de Dos Hermanos, Agua Zarca; al norte en la ranchería El Murciélagos y hacia el sureste con las exposiciones de mayores dimensiones, conformando la sierra Rica, sierra El Ranchito-El Mulato y abarcando amplias zonas en sitios adyacentes a los ranchos de Las Cruces, El Agua de La Loca y Corralitos.

Presenta afloramientos de formas tanto alargadas, como semi-circulares, con longitudes de aproximadamente 3 a 21 km, por 1 km de ancho y 150 m de espesor, para la riolita y de hasta 32 km de longitud por 6 km de ancho para la toba riolítica, las cuales pueden llegar a presentar espesores de hasta 600 m, determinados hacia el sureste del área en estudio, en la sierra El Ranchito y sierra El Mulato.

Las rocas de derrame (Muestra OJ-132) megascópicamente son de color café claro con

manchas rojizas, de estructura compacta y masiva con textura porfídica, se observan feldespatos, cuarzo, sílice, ferromagnesianos, arcillas y óxidos de hierro. Al microscopio se presentan como minerales principales: sanidina, con un contenido aproximado del 50 al 75% del total; la cual se presenta como feno y microcristales subhedrales, presenta macla del tipo carlsbad, alterándose parcial o totalmente a mineral arcilloso de la variedad illita-sericita en forma incipiente. El vidrio volcánico con contenidos del 25 al 50%, el cual se presenta formando parte de la matriz desvitrificándose a sílice criptocristalina de la variedad tridimita, muestra líneas de flujo.

El cuarzo con proporciones entre el 5 a 25% del total, constituyendo microcristales anhedrales dispersos en la matriz de la roca. El piroxeno con contenidos del 5 al 25% del contenido total; el cual se presenta disperso en la roca, parcialmente reemplazado por hematita a través de sus bordes y planos de clivaje. Los minerales secundarios son: tridimita, como resultado de la desvitrificación del vidrio volcánico; cristobalita en menor proporción que la tridimita; illita-sericita como resultado de la alteración del feldespato; hematita reemplazando parcial o totalmente al piroxeno.

Las características petrográficas del miembro piroclástico fueron identificadas en la Muestra OJ-066; consiste en una roca color rosa claro, con manchas oscuras y claras, de estructura compacta y masiva, con textura fragmentaria, megascópicamente se observa cuarzo, feldespato, fragmentos líticos, vidrio volcánico y minerales arcillosos; al microscopio se presenta de microtextura piroclástica cristalolítica; los componentes principales son: fragmentos de cristales, en una proporción aproximada de 50 a 75%, de forma subangulosa, se encuentran constituidos por cuarzo, feldespato potásico (ortoclasa), piroxeno y magnetita; fragmentos líticos en un contenido entre 5 y 25%, de forma subangulosos, son de origen volcánico, monogenéticos y de composición intermedia a félsica; vidrio volcánico en una proporción de 5 a 25%, se encuentra formando parte de la matriz, desvitrificándose a sílice criptocristalina de la variedad tridimita. Como componentes secundarios están presentes montmorillonita, como producto de alteración del feldespato y vidrio volcánico; tridimita, como resultado de la desvitrificación del vidrio volcánico, se encuentra rellenando vesículas y formando amígdalas, asociada con calcita, que se presenta rellenando vesículas en la roca; hematita,

como resultado de la alteración de ferromagnesianos y magnetita.

Cabe mencionar que la unidad tobácea, presenta variaciones en cuanto a su contenido, tanto de vidrio volcánico como de fragmentos de cristales, por lo cual sobre la base de este contenido se les clasifica petrográficamente como toba vítrea, o bien como toba cristal-vítrea. Su espesor máximo se considera de aproximadamente 600 m. (**Fotografía 14**).



Fotografía 14.- Miembro tobáceo de la unidad To R-TR; localidad al norte del rancho Los Acebuches, porción noroeste de la carta.

Esta unidad se presenta sobreyaciendo discordantemente a diversas unidades y formaciones, tales como: La Casita (Jkpo Cz-Lu), Las Vigas (Kvh Ar-Lu), Benevides (Kams Lu-Cz), Loma de Plata (Kas Cz), Grupo Washita (Kce Cz-Lu), Ojinaga (Kcet Lu-Cz), San Carlos (Kcoss Ar), Sacramento (KmTpa Cgp-Ar), andesita (To A) y latita (To La). Así mismo se presenta sobreyacida por basalto (To B) y diferentes tipos de conglomerado (Tm Cgp-Ar; Tm Cgp-B y Qpt Cgp).

Sobre la base de su posición estratigráfica a esta unidad se le asigna una edad correspondiente al Oligoceno.

Se interpreta que su origen es derivado del vulcanismo calcoalcalino con facies alcalinas, durante la progresión del arco magmático continental hacia el oriente (Clark et al, Op cit; Price y Henry, 1984, en C.R.M., 1998); culminando con la emisión ignimbrítica y riolítica creadora de la Sierra Madre Occidental, mientras que las calderas marcan el final del vulcanismo riolítico por el consumo de la placa Farallón (Coney, P., 1978).

Esta unidad es importante desde el punto de vista económico, ya que el muestreo realizado sobre la unidad tobácea, indicó la presencia de minerales de zeolita específicamente clinoptilolita, heulandita, wairakita y estilbita, identificadas por medio de análisis de difracción y fluorescencia de rayos X; además de minerales arcillosos.

BASALTO (To B).

Unidad constituida por rocas en forma de derrame de origen fisural, que conforman lomeríos de pendiente suave; hacia la cima su composición es más basáltica, se caracteriza por la presencia de abundantes vesículas rellenas de olivino, estructura de intemperismo en forma esferoidal y de color negro a gris oscuro; mientras que hacia la base su composición se hace más andesítica, es de color gris oscuro con tintes verdosos, de estructura compacta y masiva, con textura que varía de porfídica a afanítica.

Sus principales afloramientos se ubican en el sector norte de la carta; sobre la porción sur de la sierra La Lágrima y noreste de la sierra La Tinaja Verde.

Al microscopio se observa (Muestra OJ-033) de microtextura porfídica con matriz micro a criptocristalina; como minerales principales se encuentran: oligoclasa-andesina en una proporción mayor al 75%, en cripto y fenocristales de forma subhedral, los cripto cristales forman la matriz de la roca, alterados a montmorillonita, los fenocristales muestran macla del tipo polisintética, sus bordes se encuentran corroídos; anfíbol en un contenido aproximado menor al 5%, en microcristales anhedrales, se encuentran reemplazados por clorita y alterados por hematita; apatita en una proporción menor al 5%, en diminutos cristales euhedrales, prismáticos de seis lados y alto relieve; magnetita en contenido menor al 5%, de forma anhedral, diseminada en la roca, alterándose a hematita a través de sus bordes. Como minerales secundarios se observan: clorita, reemplazando a los ferromagnesianos a través de sus planos de clivaje y alterándose a hematita; calcita se presenta relleno intersticios y espacios vacíos en la roca; montmorillonita, mineral arcilloso se encuentra en forma de agregados finos como producto de la alteración de los feldespatos; illita-sericita, mineral arcilloso se presenta en forma de laminillas finas como alteración de los feldespatos, forma parte de la matriz.

El espesor de esta unidad es de 70 m.

Cubre de manera discordante a las formaciones Las Vigas (Kvh Ar-Lu), Benevides (Kams Lu-Cz), Loma de Plata (Kas Cz) y Grupo Washita (Kce Cz-Lu), así como a riolita y toba riolítica (To R-TR); esta unidad se encuentra cubierta de forma discordante por conglomerado polimíctico del Cuaternario (Qho Cgp) y limo y arena (Qho lm-ar).

Considerando su posición estratigráfica a esta unidad se le asigna una edad correspondiente al Oligoceno.

El ambiente de depósito se interpreta como originado a partir del fallamiento normal de la provincia de Cuencas y Sierras.

Sobre esta unidad no se identificaron yacimientos minerales.

ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

PÓRFIDO RIOLÍTICO (To PR)

Cuerpos ígneos intrusivos de colores rosa claro y café claro, de estructura compacta y masiva, con textura porfídica, megascópicamente se observa feldespato, cuarzo, plagioclasas, ferromagnesianos y óxidos de hierro.

Son cuerpos ígneos con una distribución escasa dentro de la carta, únicamente aflora en la porción sureste, sobre la parte sur de la sierra El Ocotillo y norte de la sierra Rica.

En la descripción microscópica de la Muestra OJ-399 se observa de microtextura porfídica con matriz microcristalina, los componentes principales son: ortoclasa en una proporción entre 50 y 75%, en micro y fenocristales subhedrales a anhedrales; cuarzo en un contenido aproximado de 25 a 50%, en microcristales anhedrales, presenta extinción recta, con diminutas inclusiones de apatito, asociado al feldespato a través de sus bordes; albita-oligoclasa en una proporción entre 5 y 25%, en microcristales anhedrales a subhedrales, se encuentran formando parte de la matriz, presenta macla polisintética; biotita con menos del 5%, presenta hábito lamelar, alterándose totalmente a hematita; anfíbol en una proporción menor al 5%, se encuentra disperso en la matriz, alterándose a hematita a través de sus planos de clivaje, presenta halo de alteración; apatito con un contenido menor al 5%, en diminutos cristales

euhedrales, prismáticos de seis lados y alto relieve; magnetita en contenido menor al 5%, se presenta diseminada en la roca, alterándose a hematita a través de sus planos de clivaje. Como componentes secundarios están presentes hematita, como producto de la alteración de los ferromagnesianos y magnetita; calcita, se encuentra relleno de intersticios y espacios vacíos en la roca.

Sus afloramientos son de forma semicircular, con escasas dimensiones, que varían entre los 500 m de diámetro, y 1,500 m de largo por 700 m de ancho.

Estos cuerpos intrusivos afectan a las formaciones Loma de Plata (Kas Cz) y Ojinaga (Kcet Lu-Cz); se encuentran cubiertos de manera discordante por conglomerado polimíctico (Tm (?) Cgp-B y Qpt Cgp)

Se interpreta que su génesis está íntimamente asociada a la caldera de San Carlos, por lo cual se les asigna una edad del Oligoceno.

El emplazamiento de estos cuerpos riolíticos, trajo asociadas soluciones hidrotermales, generando los depósitos minerales Dos Amigos, La Fina y Monclova, en la zona mineralizada Sierra Rica.

PÓRFIDO ANDESÍTICO (To PA)

Cuerpos ígneos intrusivos de colores café claro, gris y gris verdoso, de estructura compacta y masiva, con textura porfídica.

Los afloramientos se localizan principalmente en el sector sureste de la carta, en los alrededores de Sierra Rica, así como en las inmediaciones del poblado Buenos Aires.

En la descripción microscópica de la Muestra OJ-410 se observa de microtextura porfídica con matriz microcristalina, los componentes principales son: oligoclasa-andesina en proporción mayor del 75%, en micro y fenocristales anhedral, los microcristales se encuentran formando la mayor parte de la matriz, alterándose a través de sus planos de clivaje a montmorillonita, los fenocristales se encuentran dispersos en la roca; piroxeno con contenido entre 5 y 25%, disperso en la matriz, alterándose parcial o totalmente a hematita a través de sus bordes y planos de clivaje; apatito, se encuentra incluido en el feldespato; magnetita, se observa diseminada en la roca, alterándose a través de sus bordes a hematita.

Como componentes secundarios están presentes montmorillonita como producto de alteración del feldespato y hematita como resultado de la alteración de los ferromagnesianos y magnetita.

Constituyen formas topográficas semicirculares de escasa expresión superficial de 600 a 2,500 m de longitud, anchos de 500 a 1,000 m y desniveles de 40 m.

Estos cuerpos intrusionan a las formaciones Loma de Plata (Kas Cz) y Ojinaga (Kcet Lu-Cz), así como a la unidad constituida por riolita y toba riolítica (To R-TR).

Se interpreta que su génesis está íntimamente asociada a la caldera de San Carlos, por lo cual se les asigna una edad del Oligoceno.

No se encontró mineralización asociada a estos cuerpos intrusivos.

PÓRFIDO DACÍTICO (To PDa)

Cuerpos ígneos intrusivos de color gris claro de estructura compacta y masiva, con textura fanerítica, megascópicamente se observa feldespato, cuarzo, ferromagnesianos y óxidos de hierro.

Esta unidad presenta afloramientos en el sector noroeste de la carta, conformando la mayor parte de la Sierra Tosesihua; en la porción noreste, sobre la parte sur de la Sierra La Esperanza; así como en el sector suroeste de la carta, en el sur de la Sierra San Fernando y al oeste de la Sierra Plomosa.

Son rocas de color gris claro a crema con manchas rojizas a oscuras, con microtextura porfídica con matriz microcristalina, microscópicamente (Muestra OJ-25) los componentes principales son: albita-oligoclasa en una proporción que varía de 50 a 75%, en feno y microcristales subhedrales, los fenocristales presentan macla del tipo polisintética y en microcristales formando parte de la matriz, se encuentra alterada a illita-sericita a través de sus planos de clivaje; cuarzo en un contenido de 25 a 50%, se observa en microcristales anhedral con bordes indentados y extinción recta, con inclusiones de apatito; piroxeno en una proporción menor al 5%, se presenta disperso en la matriz de la roca, alterándose a hematita a través de sus bordes y planos de clivaje; apatito cuyo contenido es menor a 5%, se encuentra en diminutos cristales euhedrales, prismáticos de seis

lados y alto relieve incluidos en la plagioclasa y el cuarzo; magnetita en una proporción menor al 5%, se observa diseminada en la roca, alterándose a hematita a través de sus bordes y planos de clivaje. Los componentes secundarios son: illita-sericita como producto de la alteración del feldespato y hematita como resultado de alteración de los ferromagnesianos y magnetita.

Conforman pequeños lomeríos de formas alargadas y semicirculares, con escasas dimensiones que varían entre 1.5 a 4.5 km de longitud, anchos de 500 a 1,500 m y desniveles de hasta 100 m; con excepción del cuerpo ígneo intrusivo de mayor expresión superficial presente en la sierra Tosesihua, con una longitud de aproximadamente 20 km, un ancho promedio de 5 km y desniveles de hasta 200 m.

Estos cuerpos intrusionan a las formaciones La Casita (Jkpo Cz-Lu), Las Vigas (Kvh Ar-Lu), así como al Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu); en partes se encuentran cubiertos de manera discordante por riolita y toba riolítica (To R-TR).

Durante el Oligoceno llega a su fin la subducción entre las placas Norteamérica y Farallón, iniciándose un régimen divergente, asociado a un plutonismo comagmático, emplazado a lo largo de las trazas de falla y/o intersección de rupturas relacionadas con el basamento (Sumin et al., 1980, en Eguiluz, 1984), aunado a una intensa actividad hidrotermal con mineralización económica, principalmente de plata, plomo y zinc (McDowell y Mauger, 1982, en C.R.M., 1998); los intrusivos coinciden con una etapa de regresión magmática hacia el occidente (Clark et al., 1982).

El emplazamiento de estos cuerpos dacíticos trajo asociadas soluciones mineralizantes, generando los cuerpos mineralizados de El Negro, Bienvenida, Las Águilas y El Toro.

TONALITA (To Tn)

Cuerpos ígneos intrusivos, de color gris claro estructura compacta y masiva, con textura fanerítica, megascópicamente se observa feldespato, cuarzo, ferromagnesianos, minerales arcillosos y óxidos de hierro.

Presenta algunos afloramientos ubicados hacia la porción suroeste de la carta, en los alrededores de las

rancherías San Francisco y Estación Colonias, Placer de Guadalupe, al oeste de la sierra Plomosas, así como también sobre la laguna El Uno.

Son rocas de color gris claro con manchas claras y rojizas, de estructura compacta y masiva (Muestra OJ-293), con textura fanerítica; siendo sus constituyentes principales la albita-oligoclasa con contenidos del 50% al 75% del contenido total de la roca, en forma de fenocristales, muestra macla del tipo polisintética con ligero zoneamiento normal y continuo, se encuentra como mineral más abundante en la roca, el cual forma la armazón de la trama, asociado al cuarzo a través de sus bordes. Alterado a través de sus planos de clivaje a mineral arcilloso de la variedad illita-sericita y en menor proporción montmorillonita. El cuarzo se encuentra en proporciones de entre el 25 al 50 % en forma de fenocristales subhedrales, constituyendo el mosaico de la roca; el piroxeno con contenidos menores al 5%, presentándose escasamente disperso en la roca, alterándose casi en su totalidad a hematita; apatito en proporciones menores al 5%, el cual se encuentra incluido en el feldespato y el cuarzo. Los componentes secundarios son: illita-sericita y montmorillonita como resultado de la alteración del feldespato, así como hematita como producto de la alteración de los ferromagnesianos.

Conforman expresiones topográficas de formas semicirculares a alargadas, con dimensiones que varían entre 1.5 a 3.5 km de longitud, con anchos de 1,000 m y desniveles de hasta 100 m.

Esta unidad se encuentra intrusionando a las formaciones Plomosas (Ppi Lm-Cgp), Verde (Ppi Lu-Ar), La Casita (Jkpo Cz-Lu) y Las Vigas (Kvh Ar-Lu).

Considerando el origen de esta unidad, así como las diferentes unidades litoestratigráficas que son intrusionadas por este cuerpo, se le asigna una edad del Oligoceno.

Se considera que asociado al emplazamiento de estos cuerpos ígneos intrusivos, se tienen soluciones hidrotermales que mineralizan a las rocas favorables adyacentes, generando manifestaciones de mineralización como es el caso de la mina Colonias, ubicada en la zona centro suroeste del área en estudio.

GRANITO (To Gr)

Cuerpos ígneos intrusivos de color gris claro, de estructura compacta y masiva, con textura fanerítica, megascópicamente se observa feldespato, cuarzo, mica y óxidos de hierro.

Afloran únicamente en la porción centro-norte, en las cercanías de los ranchos Moscú y San Dionisio.

En la descripción microscópica de la Muestra OJ-129 se observa de microtextura fanerítica hipidiomórfica, los componentes principales son: ortoclasa, en una proporción entre 50 a 75%, en cristales subhedrales, se encuentra formando la mayor parte de la roca, asociadas con plagioclasa y cuarzo, presenta inclusiones de apatito; cuarzo en un contenido entre 25 y 50%, en forma subhedral, se encuentra formando parte de la roca, presenta bordes indentados y extinción recta, con inclusiones de apatito; albíta-oligoclasa está presente en una proporción que varía entre 5 y 25%, en fenocristales subhedrales, muestra macla del tipo polisintético y zoneamiento normal, con inclusiones de apatito; biotita en un contenido entre 5 y 25%, presenta hábito lamelar, alterada a través de sus planos de clivaje en forma parcial a totalmente; anfíbol con una proporción menor al 5%, se encuentra escasamente dispersa en la roca, alterándose a hematita a través de sus bordes y planos de clivaje; apatito en un contenido menor al 5%, se encuentra incluido en el feldespato y el cuarzo, muestra alto relieve y caras bien formadas; magnetita en una proporción menor al 5%, se presenta diseminada en la roca, alterándose a hematita a través de sus bordes. Como componentes secundarios se observa únicamente hematita, como resultado de la alteración de los ferromagnesianos y magnetita.

Estos cuerpos ígneos se presentan en forma semicircular, con dimensiones de 3 km de largo por 2.5 km de ancho y 60 m de altura.

Se encuentran intrusionando a las formaciones Las Vigas (Kvh Ar-Lu) y Loma de Plata (Kas Cz), así como al Grupo Washita (Kce Cz-Lu).

Sobre la base del origen de estos cuerpos ígneos, así como la edad de las unidades litoestratigráficas que estos cuerpos intrusionan, se considera que los mismos son de edad oligocénica.

El emplazamiento de estos cuerpos graníticos trajo asociadas soluciones hidrotermales, que encontraron en las unidades adyacentes las condiciones favorables para depositarse y dar origen a yacimientos minerales como La Georgina y El Berrendo.

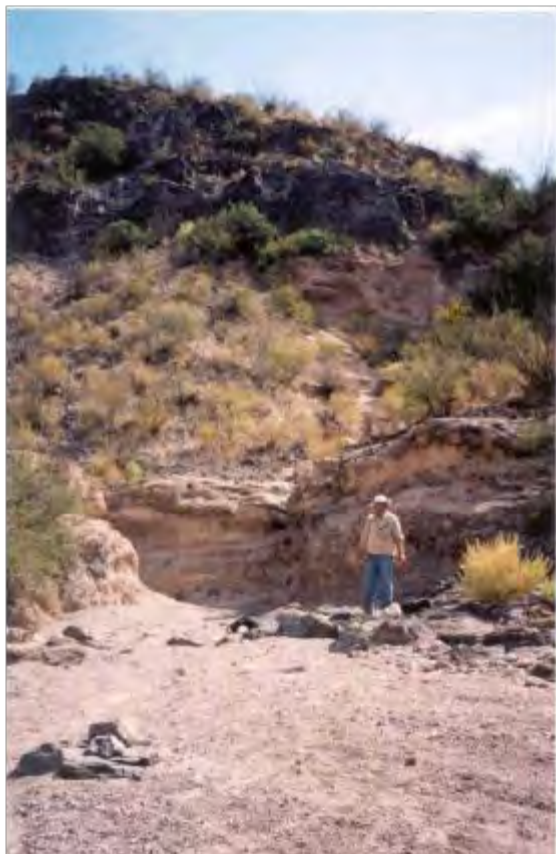
MIOCENO

CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-BASALTO (Tm (?) Cgp-B).

Bajo esta nomenclatura se agrupa una secuencia constituida por conglomerado polimíctico, mal clasificado y caótico, con intercalaciones de roca basáltica, esporádicos horizontes de toba riolítica y aislados diques andesíticos.

Se localiza en el sector sureste de la carta y a lo largo del valle del río Bravo.

Esta unidad litológicamente se encuentra constituida básicamente por conglomerado polimíctico, el cual presenta un color gris claro a café claro, moderadamente consolidado, conformado principalmente por clastos de rocas sedimentarias, tales como caliza, arenisca y en menor proporción lutita, así como rocas volcánicas extrusivas de composición basáltica, andesítica y en menor grado riolítica; cementados por una matriz arcillo-arenosa, el tamaño de los fragmentos varían desde unos cuantos centímetros hasta 15 centímetros de diámetro y formas subredondeadas a subangulosas, conformando una estratificación masiva. El miembro basáltico se presenta en forma de derrames de origen fisural, con espesores que varían desde 15 m a 25 m; megascópicamente consiste de una roca color gris oscuro, de estructura compacta, masiva y textura afanítica, se observa feldespato, ferromagnesianos, calcita y óxidos de hierro. **(Fotografía 15).**



Fotografía 15.- Intemperismo diferencial sobre una secuencia constituida por conglomerado polimíctico y basalto (Tm (?) Cgp-B); localidad arroyo El Almagre, sector sureste de la carta.

En la Muestra OJ-156 microscópicamente se identifican como minerales principales andesina-labradorita en una proporción aproximada de 50 a 75%, en microcristales de forma subhedral, se encuentran constituyendo la mayor parte de la matriz; piroxeno en un contenido entre 5 y 25% disperso en la matriz; olivino en una proporción menor al 5%, se encuentra de manera anhedral y disperso en la roca; magnetita diseminada en la roca en un contenido menor al 5%. Como minerales secundarios se observan: calcita, se encuentra rellenando intersticios y espacios vacíos en la roca; hematita y clorita como resultado de la alteración de los ferromagnesianos.

Los horizontes de toba riolítica presentan un espesor de 20 m en promedio, megascópicamente consiste de una roca color café con manchas claras, con estructura compacta y masiva, de textura piroclástica, se observa feldespato, cuarzo, vidrio volcánico y fragmentos líticos; sobre el estudio petrográfico de la

Muestra OJ-151, se observa de microtextura piroclástica vitrocrystalina, los minerales principales son: vidrio volcánico en una proporción de entre 25 y 50%, se presenta amorfo, formando gran parte de la mesostasis de la roca, desvitrificándose a sílice criptocrystalina, formando textura radial del tipo esferulítica; fragmentos de cristales en un contenido aproximado de 25 a 50%, son de forma subangulosa a subredondeada, constituidos por feldespato potásico (sanidina), cuarzo, piroxeno y magnetita; fragmentos líticos en una proporción entre 5 y 25%, de forma subangulosa a subredondeada, constituidos por pumicita y riolita. Como minerales secundarios están presentes sílice como producto de la desvitrificación del vidrio volcánico, hematita como resultado de la alteración de los ferromagnesianos y magnetita.

Morfológicamente, esta unidad constituye lomeríos de formas suaves con alturas máximas de 70 m.

Cubre de forma discordante a las formaciones que conforman el Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), Loma de Plata (Kas Cz), Grupo Washita (Kce Cz-Lu), Ojinaga (Kcet Lu-Cz) y San Carlos (Kcoss Ar), así como a riolita y toba riolítica (To R-TR), esta unidad se encuentra cubierta de manera discordante por depósitos cuaternarios, conformados por conglomerado polimíctico (Qho Cgp) y aluvión (Qho al).

Por su posición estratigráfica se le asigna una edad del Mioceno.

El ambiente de depósito de esta unidad es de relleno de fosa tectónica, se encuentra íntimamente relacionado al proceso distensivo provocado por el "Rift del Río Grande" (Seager y Morgan, 1979, en P.E.M.E.X., 1982d), este fallamiento de tipo normal fue el causante de la rápida erosión de las unidades aflorantes, además provoca la acumulación y el depósito de los clastos hacia la zona de fosa tectónica, en un ambiente eminentemente continental, como lo indican las características litológicas que presenta esta unidad.

Con los trabajos de campo no se identificó actividad minera de ninguna clase.

CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA (Tm (?) Cgp-Ar).

Con esta nomenclatura se agrupa a conglomerado polimíctico con potentes niveles de arenisca, bien estratificado y compacto.

Esta unidad se presenta principalmente en la parte central y oriente de la carta, ubicándose sobre las zonas topográficamente bajas, delimitadas por las diferentes sierras, entre las que destacan Plomosas, Los Caballos, Merino, Grande, El Vallecillo, Cuchillo Parado y Peguis, entre otras; sus afloramientos son de amplia distribución, pueden observarse en los cortes de la carretera Coyame-Cd. Aldama, tramo El Fortín-El Táscate y a lo largo del camino de terracería que une los poblados de Coyame y San Pedro.

Esta unidad litológicamente se encuentra constituida básicamente por conglomerado polimíctico, el cual presenta un color café claro a gris claro, bien consolidado, con gradación moderada; en partes se observa estratificación gruesa, de hasta 3 m de espesor y en otras masiva, conformada principalmente por clastos de caliza, arenisca y rocas intrusivas, en menor proporción andesita y toba riolítica, de forma subredondeada a subangulosa, en tamaños que varían principalmente entre 1 y 15 cm, llegando a tener de 20 a 50 cm de diámetro, dentro de una matriz arenosa. (**Fotografía 16**).



Fotografía 16.- Detalle del conglomerado polimíctico (Tm (?) Cgp-Ar), bien consolidado y con gradación moderada; localidad al sureste del rancho El Táscate, sobre el arroyo El Huerfano.

Petrográficamente la arenisca es clasificada como arenisca de la variedad grauwaca lítica, de acuerdo a la Muestra OJ-230; megascópicamente son de color crema con manchas claras, de estructura semicompacta y masiva, con textura fragmentaria, se

observa calcita, cuarzo, fragmentos líticos y minerales arcillosos; al microscopio presenta microtextura clástica de grano fino, los componentes principales son: cuarzo con contenidos de 25 al 50% del total de la muestra; presentándose en forma de microcristales subangulosos, se encuentran rotos y fracturados; los fragmentos líticos con contenidos del 25 al 50% del total de la muestra, son de origen volcánico y carbonatado; feldespato en contenido menor al 5%, compuestos principalmente por plagioclasas las cuales se presentan rotas; magnetita con contenidos menores al 5%, diseminada en la roca alterándose a hematita. Como minerales secundarios están presentes calcita, como principal constituyente de la matriz, soportando al cuarzo en una película envolvente; montmorillonita, mineral arcilloso formando parte de la matriz y como alteración del feldespato.

Morfológicamente constituye lomas de formas subredondeadas y de escasa altura (30 m); su espesor total no pudo ser determinado, porque no se identificó una sección completa de esta unidad, se interpreta que puede sobrepasar los 250 m de espesor.

Está cubriendo de forma discordante a las formaciones Las Vigas (Kvh Ar-Lu), Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu), Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), Loma de Plata (Kas Cz) y Sacramento (KmTpa Cgp-Ar) y a riolita y toba riolítica del Oligoceno (To R-TR).

Sobre la base de su posición estratigráfica, a esta unidad se le asigna una edad del Mioceno.

Se considera que este conglomerado es el resultado de la rápida erosión de las unidades adyacentes, además de su depósito y acumulación hacia la zona de fosas, en un ambiente de tipo continental.

Dentro de esta unidad, no se reconoció ninguna clase de manifestación de mineral de tipo económico-minero.

RIOLITA-TOBA RIOLÍTICA (Tm R-TR).

Unidad constituida principalmente por riolita y toba riolítica, y en menor proporción delgadas intercalaciones de toba andesítica, formando escarpes de poca altura, sobresalen como mesetas en medio de los valles intermontanos.

Los afloramientos únicamente se identificaron en el sector noreste de la carta, en la prolongación hacia el norte de la sierra Cuchillo Parado.

La riolita se observa de color rosa claro, de estructura compacta y masiva, con textura fluidal; en la descripción microscópica de la Muestra OJ-051, se observa de microtextura fluidal microcristalina, los componentes principales son: sanidina en una proporción aproximada de 50 y 75%, se encuentra dispersa en la matriz; cuarzo en un contenido de 25 a 50%, se observa disperso en la matriz; vidrio volcánico en proporción de 5 a 25%, formando parte de la matriz, presenta alineamientos de flujo, desvitrificándose a sílice; apatita en contenido menor a 5%, en diminutos cristales incluidos en el feldespato y cuarzo; hematita diseminada en la roca. Los componentes secundarios son: hematita dispersa en la matriz y asociada al vidrio volcánico; sílice como producto de la desvitrificación del vidrio volcánico.

La toba riolítica (Muestra OJ-146) megascópicamente es de color gris verdoso, estructura compacta y masiva con textura fragmentaria, se observa feldespato, ferromagnesianos, vidrio volcánico, cuarzo, arcilla y óxidos de hierro. Sus componentes principales son el vidrio volcánico; fragmentos de cristales y fragmentos líticos. El vidrio volcánico presenta contenidos del 25 al 50% del total de la roca; se encuentra formando gran parte de la matriz, presentando alineamientos de flujo desvitrificándose a sílice criptocristalina de la variedad cristobalita. Los fragmentos de cristales presentan contenidos del 25 al 50% del total de la unidad, estando constituidos por feldespato potásico (ortoclasa), cuarzo, plagioclasa (albita-oligoclasa), piroxeno y magnetita. La ortoclasa se encuentra rota y fracturada, alterándose a través de sus planos de clivaje a montmorillonita. El cuarzo se encuentra roto y fracturado con extinción recta. Albita-oligoclasa se encuentra totalmente reemplazada por calcita. Piroxeno disperso en la roca, alterándose a hematita a través de sus bordes y planos de clivaje. Magnetita se encuentra diseminada en la roca, alterándose a hematita. Los fragmentos líticos presentes en una proporción del 5 al 25%, son de origen volcánico, presentan baja esfericidad, son monogenéticos y con una microtextura microcristalina de composición félsica.

Los minerales secundarios son: cristobalita, se encuentra como producto de la desvitrificación del

vidrio volcánico; montmorillonita como resultado de la alteración del feldespato; calcita, se encuentra reemplazando a la plagioclasa y hematita como resultado de la alteración de los ferromagnesianos y magnetita.

El espesor estimado para esta unidad es de 80m.

Cubre de forma discordante a las formaciones del Cretácico, principalmente a al Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), Benevides (Kams Lu-Cz), Loma de Plata (Kas Cz) y Ojinaga (Kcet Lu-Cz) y de manera concordante a conglomerado polimíctico (Tm (?) Cgp-Ar); se encuentra cubierto de forma concordante por una brecha volcánica andesítica (Tm BvA).

Por la posición estratigráfica que presenta se le asigna una edad del Mioceno.

Se interpreta que esta unidad se emplazó a través de fisuras, provocadas por el proceso distensivo del "Rift del Río Grande", que origina fallamientos de tipo normal y de desplazamiento lateral.

No se encontró mineralización en esta unidad.

BRECHA VOLCÁNICA ANDESÍTICA (Tm BvA).

Esta unidad se encuentra constituida básicamente por abundantes fragmentos subangulosos de andesita, en menor proporción basalto; en escasas localidades, se emplazan de forma lenticular esporádicas intercalaciones de basalto.

Los afloramientos se localizan únicamente en el sector noreste de la carta, y al oeste del rancho Las Paredes.

Litológicamente consiste de fragmentos predominantes de andesita y basalto en menor contenido, son de color café rojizo a café oscuro, se presentan subangulosos, con un diámetro que varía de 1 a 20 cm, moderadamente consolidados por una matriz arenosa, se observa que su depósito es caótico, sin gradación, morfológicamente forma lomeríos de pendiente suave.

Las intercalaciones de basalto consisten de una roca color gris oscuro, de estructura compacta y masiva, con textura afanítica, megascópicamente se observan feldespatos, ferromagnesianos, calcita y óxidos de hierro. En la Muestra OJ-048 al microscopio se presenta de microtextura microcristalina, los

componentes principales son: labradorita-bitownita en una proporción entre 5 y 25%, en microcristales subhedrales, alterándose a calcita en sus núcleos cálcicos; piroxeno en un contenido entre 5 y 25%, de la variedad pigeonita; olivino en una proporción menor a 5% en feno y microcristales anhedrales dispersos en la roca; apatita en contenido menor a 5% en diminutos cristales prismáticos; magnetita en un contenido menor a 5% diseminada en la roca. Los componentes secundarios son: calcita, como alteración de la plagioclasa y rellenando intersticios de la roca; montmorillonita, como producto de alteración del feldespato; clorita, reemplaza a los ferromagnesianos; hematita, es el resultado de la alteración de los ferromagnesianos y clorita.

El espesor de esta unidad es de 40 m.

Estratigráficamente cubre de manera discordante a las formaciones Benevides (Kams Lu-Cz), Loma de Plata (Kas Cz) y Ojinaga (Kcet Lu-Cz) y de forma concordante a riolita y toba riolítica (Tm R-TR).

Se interpreta que esta unidad se emplazó a través de fisuras, provocadas por el proceso distensivo del "Rift del Río Grande", el que origina fallamientos de tipo normal y de desplazamiento lateral.

No se encontró mineralización en esta unidad.

CUATERNARIO

CONGLOMERADO POLIMÍCTICO (Qpt Cgp)

Unidad constituida por conglomerado polimíctico, escasamente consolidado, sin gradación, se encuentra formando lomeríos de baja altura; se ubica principalmente en la porción este de la carta; litológicamente conformado por fragmentos líticos que varían de subredondeados a bien redondeados, con un diámetro entre 5 y 40 cm, compuestos de caliza, arenisca y rocas volcánicas principalmente de andesita, basalto y toba riolítica, dentro de una matriz areno-arcillosa, con escaso cementante calcáreo; su espesor se estima en 80 m; se encuentra cubriendo de manera discordante a las formaciones Loma de Plata (Kas Cz), Ojinaga (Kcet Lu-Cz) y San Carlos (Kcoss Ar), a su vez está cubierta de forma concordante por conglomerado polimíctico del Holoceno (Qho Cgp) y aluvión (Qho al); por su posición estratigráfica se le asigna una edad del Pleistoceno; debido a las características litológicas que presenta se interpreta que su depósito se realizó en ambientes continentales;

esta unidad no presenta condiciones favorables para contener yacimientos minerales.

CONGLOMERADO POLIMÍCTICO (Qho Cgp)

Unidad conformada por conglomerado polimíctico semiconsolidado; se encuentra ampliamente distribuido en toda la carta, en forma de antiguos abanicos aluviales al pie de las sierras; está constituido por fragmentos líticos de roca caliza y arenisca, volcánicas extrusivas e intrusivas, con grados de redondez de subangulosos a subredondeados, y tamaños de 1 a 50 cm, su matriz es arenosa con escaso cementante calcáreo; su espesor se estima de 50 m. Sobreyace de manera discordante a rocas volcánicas intrusivas e intrusivas del Oligoceno, así como principalmente a las formaciones Las Vigas (Kvh Ar-Lu), Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu) y Loma de Plata (Kas Cz) entre otras, a su vez está cubierta de forma concordante por limo y arena (Qho lm-ar); por su posición estratigráfica se le asigna una edad del Holoceno; debido a las características litológicas que presenta se interpreta que su depósito se realizó en ambientes continentales; esta unidad no presenta condiciones favorables para contener yacimientos minerales.

LACUSTRE (Qho la)

Son acumulaciones compuestas por limo y arena, de color oscuro, originadas por el depósito en lagunas intermitentes, actualmente se han secado por evaporación y las bajas precipitaciones fluviales; unidad localizada hacia las porciones oeste suroeste, noroeste y sur sureste de la zona de trabajo, específicamente hacia los sitios delimitados por las lagunas San Pablo, El Cuervo, El Uno y La Escondida; se encuentra conformada principalmente por limo así como por arena y grava, cuyo grado de redondez varía de subredondeado a bien redondeado; llegando a presentar cierta gradación en el tamaño de los fragmentos líticos que la componen. No se pudo determinar el espesor de esta unidad, dadas las características de la misma; cubre discordantemente al conglomerado polimíctico del Holoceno (Qho Cgp), estando a su vez cubierta por limo y arena de la misma edad (Qho lm-ar). Por su origen, litología y posición estratigráfica, a la unidad se le considera del Holoceno; su depósito es característico de cuencas continentales endorreicas; no se le determinó ninguna clase de manifestación de mineral.

LIMO-ARENA (Qho Im-ar)

Depósitos derivados de la erosión de las rocas preexistentes, transportados por corrientes fluviales para ser acumulados hacia las zonas de planicies y valles; se encuentra ampliamente distribuida dentro de la carta, hacia la porción poniente, en donde aflora hacia las partes topográficamente más bajas o zonas de valles, compuesta principalmente por arena y limo; así como por grava; su grado de redondez varía de subredondeado a bien redondeado, llegando a presentar localmente cierta gradación, por las características que presenta esta unidad, no se pudo determinar su espesor total; cubre discordantemente, a los depósitos de conglomerado polimíctico del Holoceno (Qho Cgp), así como a los depósitos lacustres de esta misma edad (Qho la); estando cubierta por depósitos eólicos (Qho eo) y aluviales (Qho al).

Por su origen, composición litológica y relaciones estratigráficas se le asigna una edad del Holoceno.

Esta unidad es característica de un depósito de facies continentales; no se le determinó ninguna clase de mineralización económica-minera.

EÓLICO (Qho eo)

Unidad constituida por arena, forma pequeñas dunas de 4 m de altura, sus afloramientos son escasos y pequeños, localizados en la parte oeste de la carta, ubicados entre las lagunas El Cuervo y San Pablo; se encuentra conformada principalmente por arena y en menor proporción limo y arcilla, no consolidados, con cierta gradación; siendo el espesor promedio de los depósitos, de aproximadamente 50 m; por su origen, litología y posición estratigráfica, a la unidad se le considera del Holoceno; esta unidad es característica de un depósito de facies continentales; no se le determinó ninguna clase de mineralización económica-minera.

ALUVIÓN (Qho al)

Esta unidad incluye a los depósitos recientes, no consolidados, de origen fluvial y acumulación al margen de los principales arroyos y ríos presentes en el área; se ubica hacia la zona de valles, en la margen de las principales corrientes fluviales, como son el río Conchos; el cual atraviesa la carta de forma diagonal, desde su parte sur, hasta su porción centro oriental; el río Bravo, ubicado desde su porción nor noreste hasta

su zona oriental; además del arroyo El Nogal situado en la parte sureste de la carta; acumulación de material constituido por arcilla, limo, arena y grava, con un grado de redondez que varía de subredondeado a bien redondeado, entre los que destacan fragmentos de roca así como granos de cuarzo, hematita y feldespato; por su origen, composición litológica y relaciones estratigráficas se le asigna una edad correspondiente al Holoceno; su ambiente de depósito es de tipo continental y de origen fluvial.

III.3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

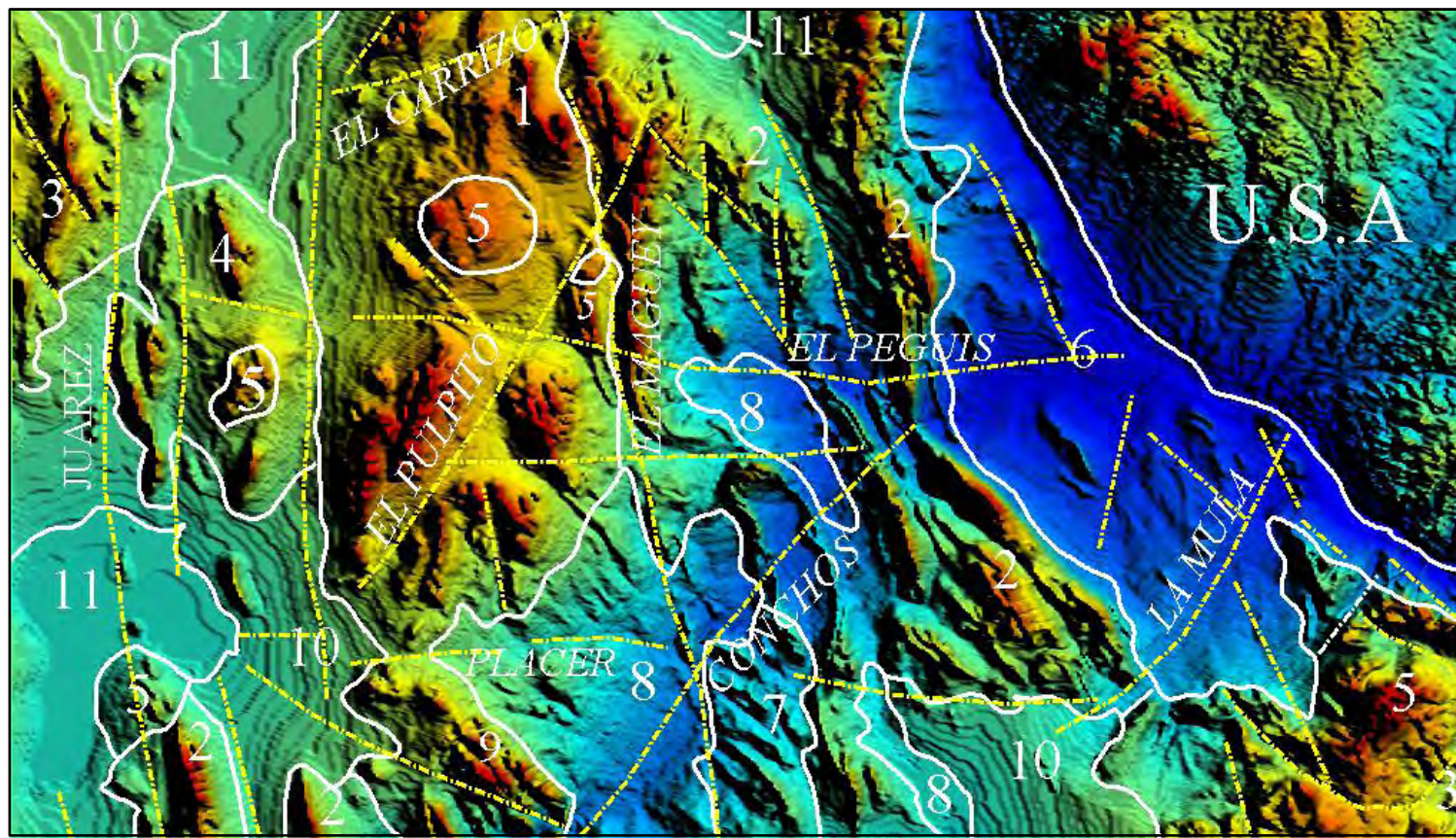
III.3.1.- INTERPRETACIÓN DEL MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

Los criterios para realizar la interpretación geológica del modelo digital de elevación, consisten principalmente en el análisis visual de la imagen basándose en las características tales como: textura, tono, hidrografía y morfología, las cuales se manifiestan sobre el terreno en forma de altos y bajos topográficos, pendientes suaves o abruptas. Asimismo los procesos endógenos y exógenos al interrelacionarse provocan determinada expresión en el relieve, como lo ponen de manifiesto las montañas y planicies escalonadas, alternancia de elevaciones y depresiones, cadenas montañosas paralelas, etc., muchos de los rasgos del relieve actual y junto con otros elementos permiten inferir la actividad endógena y los procesos exógenos del pasado. La metodología aplicada para el presente trabajo consistió en la identificación de lineamientos de carácter regional y delimitar los bloques tectónicos regionales a partir de la orientación de las cimas, así como la distribución de las tierras altas y bajas, lo que permite manifestar la variación del relieve.

Las sierras presentan una altitud promedio de 2000 m, las más notables son Cuchillo Parado y Matasaguas. La altitud máxima del área es de 2,400 m en sierra Rica.

Los rasgos más sobresalientes dentro de la carta son: **(Figura 7)**

**FIGURA 7 INTERPRETACIÓN DEL MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN
CARTA OJINAGA H13-8**



EXPLICACIÓN

- 1.- BLOQUE TOSESIHUA - LA ESPERANZA
- 2.- SIERRAS ALARGADAS
- 3.- SIERRAS DE CARÁCTER VOLCÁNICO
- 4.- BLOQUE LAS DAMAS
- 5.- CURVILINEAMIENTOS
- 6.- FOSA TECTÓNICA

- 7.- SIERRAS PARALELAS
- 8.- VALLES INTERMONTANOS
- 9.- SIERRAS COMPLEJAS
- 10.- PLANICIE ALUVIAL Y PIAMONTE
- 11.- PLANICIE LACUSTRE

1.- Bloque Tosesihua-La Esperanza: Se localiza en el sector centro de la carta, se interpreta como un bloque levantado, se encuentra delimitado al E y W por lineamientos de dirección N-S; al sur presenta un curvilineamiento menor, en la parte central aparece un cuerpo intrusivo que afecta a rocas sedimentarias. Este bloque está afectado por lineamientos con rumbo NE-SW, por la densidad de lineamientos de segundo orden y por la convergencia de los mismos, se interpreta que este bloque ha sido afectado por el emplazamiento de cuerpos intrusivos asociados a procesos mineralizantes; en virtud de lo anterior se propone como área para trabajos de prospección y/o exploración.

2.- Sierras Alargadas: Se localizan en la porción central y oriente de la carta; originadas a partir de esfuerzos compresivos con dirección NE, asociados a la orogenia Larámide, conformando anticlinales y sinclinales, cuyos ejes se orientan preferentemente N-S y NW-SE ligeramente flexionados; presentan pliegues de curvatura amplia y en ocasiones pliegues cerrados que en algunos casos presentan cierta recumbencia; como resultado del plegamiento existen lineamientos con dirección N-S; NW-SE y NE-SW.

3.- Sierras de Carácter Volcánico: Ubicadas principalmente en los sectores noroeste y sureste de la carta; en el sector noroeste se asocian al lineamiento Juárez, el cual se interpreta como miembro de la falla Juárez (Eguiluz, S., 1984) de movimiento sinistral, provocando zonas de fracturamiento favorables para el emplazamiento fisural de rocas extrusivas. Mientras que en el sector sureste son originadas a partir de la caldera de San Carlos y al proceso distensivo del río Grande, por lo cual se presentan diversos tipos de rocas de carácter intrusivo y extrusivo; originadas por dos procesos geológicos en diferente tiempo. Como áreas favorables para prospección y/o exploración se propone el sector de la caldera de San Carlos.

4.- Bloque Las Damas: Se localiza en el sector poniente de la carta, conformado por rocas sedimentarias y volcánicas principalmente, se interpreta como un bloque levantado, se encuentra delimitado por lineamientos N-S, asociados a la falla Juárez, este bloque está afectado por lineamientos N-S, NE-SW y E-W, así como por un curvilineamiento en la parte sur, por las condiciones estructurales y litológicas que presenta este bloque, se interpreta que esta área es prospectiva para trabajos de exploración.

5.- Curvilineamientos: Localizados en las porciones central y poniente de la carta; son originados por el emplazamiento de rocas ígneas intrusivas.

6.- Fosa Tectónica: Se ubica en el sector oriente de la carta; se interpreta como una cuenca continental, formada después que cesaron los esfuerzos compresionales de la orogenia Larámide, en ella se depositaron rocas sedimentarias poco competentes a los factores erosivos; posteriormente fue afectada por los procesos tectónicos de la provincia de Cuencas y Sierras, interpretándose como la continuación hacia el sureste del rift del Río Grande de Nuevo México, U.S.A.

7.- Sierras Paralelas: Localizadas en el sector sur de la carta; consisten de anticlinales y sinclinales con orientación predominante NW-SE, presentan poca extensión, se encuentran cortadas por los lineamientos Conchos y El Maguey.

8.- Valles Intermontanos: Ubicados en la porción central de la carta; se interpretan como de origen tectónico, asociados a la orogenia Laramide, la cual provocó la generación de anticlinales y sinclinales, dentro de los primeros se formaron depresiones que posteriormente fueron rellenadas por acumulaciones potentes de sedimentos clásticos.

9.- Sierras Complejas: Se encuentran en el sector suroeste de la Carta; consisten básicamente de rocas paleozoicas, con orientación NW-SE, forman un complejo estructural y estratigráfico; estas rocas han sufrido varios eventos tectónicos en diferentes épocas, por lo cual se interpreta como un levantamiento estructural.

10.- Planicie Aluvial y Piamonte: Se distribuyen en la mayor parte de la carta, principalmente en el sector poniente; son aquellas zonas en las cuales se depositaron sedimentos clásticos en el fondo de un valle o en las márgenes de las sierras.

11.- Planicie Lacustre: Ubicadas en el sector poniente de la carta; consiste de cuencas endorreicas, en las cuales los cuerpos de agua ya se extinguieron o son de temporada; actualmente las precipitaciones fluviales son muy escasas, lo cual es característico de las zonas áridas o desérticas.

III.3.2.- INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN DE SATÉLITE.

Las imágenes utilizadas fueron adquiridas por el CRM y procesadas por la Gerencia de Geomática; consisten de imágenes de satélite Landsat TM, tienen una resolución espacial de 30 m y 7 bandas espectrales del dominio del espectro electromagnético. La combinación de las bandas espectrales utilizadas es (R.G.B.) 7, 4, 1; en virtud de que es la combinación más adecuada porque permite resaltar con mayor precisión los matices o rasgos geológicos.

Los criterios de interpretación utilizados son los que representan una importancia fundamental para extraer la información geológica de cualquier imagen de satélite.

Morfología: corresponde al criterio más importante, porque permite describir los paisajes en términos de conjuntos litológicos según se presenten como áreas de morfología suave (plana, redonda, etc.) o acusadas (crestas, conos, etc.).

Patrón de drenaje: en estrecha relación con el criterio anterior, permite afinar la interpretación y definir unidades litológicas distintas dentro de los conjuntos preestablecidos.

Estructuras: consiste en determinar las estructuras geológicas tales como rumbo y buzamiento en capas sedimentarias, clasificar las fallas, determinar la intensidad del fracturamiento, fracturas sepultadas, etc.; así mismo contribuye a definir el estado físico de la roca (estratificada, masiva, etc.) o su nivel de deformación como plegamiento, cabalgamiento, etc.

Color: el cambio en la textura del color permite revelar variaciones litológicas entre dos formaciones distintas.

En el presente informe se integra una síntesis de la interpretación de la imagen de satélite, representando únicamente los aspectos más relevantes (**Figura 8**).

I.- Rocas Sedimentarias: El dominio de estas rocas es amplio dentro de la carta; formadas a partir de los depósitos del Mesozoico, representados por rocas terrígenas y carbonatadas.

La totalidad del área se encuentra afectada por la orogenia Laramide, representada por una tectónica de dominio dúctil-frágil evidenciada por la presencia de

anticlinales, sinclinales y monoclinales con un amplio radio de curvatura, ubicándose principalmente en el sector centro y noroeste de la carta; existen estructuras más complejas, compuestas por un plegamiento más intenso con cierta recumbencia, fallas normales, cabalgaduras y fallas de desplazamiento lateral, en escasas localidades se observan planos de “decollement”, como en las grutas de Coyame, Chih.

II.- Rocas Volcánicas Extrusivas: Se localizan principalmente en los sectores noroeste, suroeste, sureste y este de la carta; consisten de rocas ígneas extrusivas de composición que varía de félsica a máfica. En los sectores noroeste y suroeste predominan los flujos piroclásticos de composición riolítica, en menor proporción derrames andesítico originados a partir de fisuras, asociadas al movimiento transcurrente de la falla Juárez (Eguiluz, S., 1984) y al fallamiento de tipo normal ocasionado por la tectónica distensiva de Cuencas y Sierras. En el sector sureste se observa principalmente rocas andesíticas con intercalaciones de riolita y flujos piroclásticos asociados, originadas por la caldera de San Carlos; hacia el sector este se presenta roca basáltica, la cual se forma a partir del proceso distensivo “Río Grande”, provocando fracturamiento de rumbo NW-SE y E-W en el cual se emplazan estas rocas.

III.- Rocas Volcánicas Intrusivas: Se encuentran en diversas localidades de la carta, destacando las que se ubican en los sectores centro, oeste y suroeste; su composición es variable, consisten de granito, tonalita y pórfido riolítico, se emplazan en las zonas de debilidad originadas como resultado del consumo de la placa Farallón, proceso geológico acompañado de una intensa actividad hidrotermal con mineralización económica.

IV.- Lagunas: Localizadas en el sector poniente de la carta; consisten de cuencas endorreicas, actualmente se encuentran secas, en ellas se depositan arena y limo; estas se originan en fosas tectónicas como producto de la tectónica distensiva asociada a la provincia Cuencas y Sierras.

V.- Rocas Paleozoicas: Se encuentran únicamente en el sector suroeste de la carta; consisten de una secuencia carbonatada con aporte de sedimentos terrígenos, estas han sufrido diferentes deformaciones asociadas a diversos procesos tectónicos, en la

imagen de satélite se observan algunos fallamientos normales e inversos (cabalgaduras) y recumbencias, además de una litología muy heterogénea que varía en forma abrupta en corta distancia. Se evidencia una complejidad tanto estratigráfica como estructural.

VI.- Lineamientos Principales:

Juárez: Ubicado en el sector poniente de la carta; Se interpreta como la falla Juárez (Eguiluz, S., 1984), orientada casi N-S, es de movimiento sinistral, en la carta se manifiesta en una zona de influencia de 30 km de ancho; se observan otros lineamientos menores con dirección NW-SE, en esta porción de la carta se interpreta que se asocian tanto a la tectónica distensiva de Cuencas y Sierras, así como a la propia falla Juárez. En toda la superficie de influencia de estos dos eventos tectónicos se encuentran rocas volcánicas extrusivas de composición riolítica, andesítica, basáltica y latítica. En el margen oriente de la zona de influencia se presentan rocas intrusivas tales como tonalita, pórfido riolítico y dacítico asociados a procesos mineralizantes.

El Pulpito: Se localiza en el sector centro de la carta; presenta una orientación NE-SW, se encuentra desplazando a rocas mesozoicas, a lo largo de la traza se emplazan algunas unidades intrusivas, existen otros lineamientos menores que son paralelos al principal. Este sistema de lineamientos son favorables para el emplazamiento de cuerpos intrusivos.

El Peguis: Se ubica en el sector centro de la carta; tiene un rumbo preferencial E-W, se interpreta como consecuencia del proceso distensivo "Río Grande"; en su traza se encuentran rocas extrusivas ácidas y está desplazando a rocas mesozoicas, existen otros lineamientos secundarios y paralelos al principal.

Placer: Se encuentra en el sector sur de la carta; presenta un rumbo E-W, afecta a rocas mesozoicas, se considera de importancia porque en algunos sectores de la traza se emplazan rocas intrusivas asociadas a mineralización. Se interpreta como el resultado del consumo de la placa Farallón, proceso geológico acompañado de una intensa actividad hidrotermal con mineralización económica.

La Mula: Ubicado en el extremo sureste de la carta; presenta una orientación NE-SW, incluso atraviesa el río Bravo hasta el territorio de U.S.A.; algunos investigadores (Campa et al, 1984) lo interpretan como la división entre el terreno tectonoestratigráfico Chihuahua y Coahuila. Lo que es evidente en la imagen es el intenso plegamiento de las rocas mesozoicas ubicadas al noroeste del lineamiento, mientras que al sureste estas unidades se presentan subhorizontales.

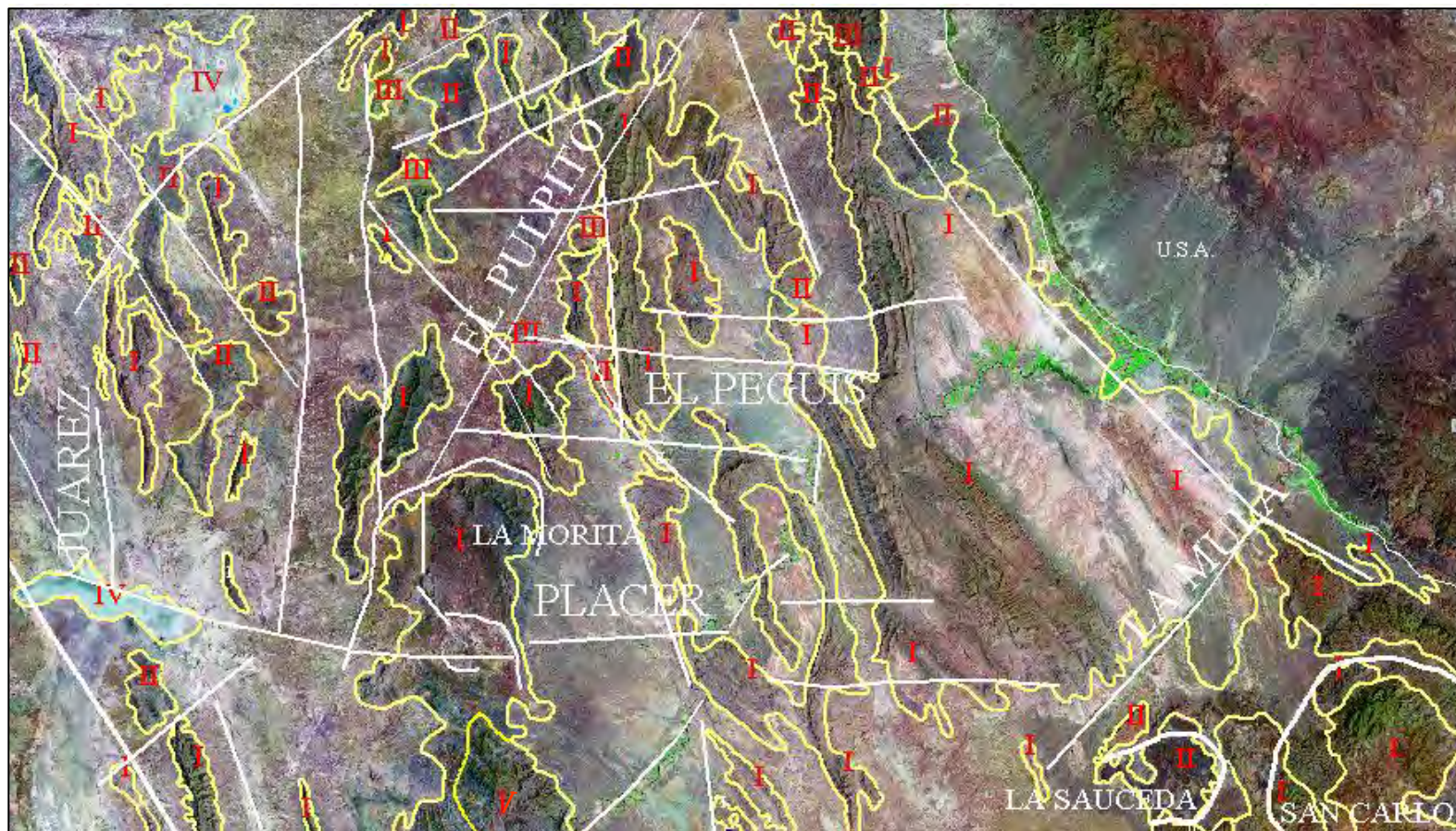
VII.-Curvilineamientos:

La Morita: Se encuentra en el sector centro de la carta; consiste de una estructura semicircular, se interpreta como producto de la intersección de los lineamientos El Pulpito, Placer y la zona de influencia de la falla Juárez, lo que originó la ruptura de las estructuras geológicas de edad laramídica.

San Carlos: Se ubica en el extremo sureste de la carta, se interpreta como consecuencia de la caldera de San Carlos, que afecta a rocas mesozoicas, está constituida por rocas volcánicas extrusivas con domos riolíticos asociados. En esta estructura se presentan manifestaciones de mineralización de Pb, Cu, Au y fluorita.

La Saucedá: Localizada en la parte sureste de la carta y al oeste de la caldera de San Carlos, se encuentra formada por rocas volcánicas extrusivas de composición intermedia a máfica.

**FIGURA 8 INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN DE SATELITE
CARTA OJINAGA H13-8**



EXPLICACIÓN

I.- ROCAS SEDIMENTARIAS

II.- ROCAS VOLCÁNICAS EXTRUSIVAS

III.- ROCAS VOLCÁNICAS INTRUSIVAS

IV.- LAGUNAS

V.- ROCAS PALEOZOICAS

VI.- LINEAMIENTOS PRINCIPALES
LINEAMIENTOS SECUNDARIOS

VII.- CURVILINEAMIENTOS



III.3.3.- DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURAS

III.3.3.1.-Deformación Dúctil.

Esta deformación se presenta únicamente en el sector centro-sur de la carta, sobre la secuencia paleozoica; con los datos de campo recabados se distingue que la foliación de las rocas paleozoicas es paralela al rumbo de los estratos (So=S1).

III.3.3.2.- Deformación Dúctil-Frágil.

Este estilo de deformación es el resultado de los esfuerzos compresivos de la orogenia Larámide, originando sierras alargadas de orientación preferencial NW-SE y en ocasiones N-S.

Existen un sin número de anticlinales y sinclinales menores, que por sus dimensiones no fueron cartografiados, entre los de mayor extensión se encuentran los siguientes:

Anticlinal El Morrión: Se localiza en el sector suroeste de la carta; tiene una longitud de 33 km, aunque en la carta sólo afloran 8 km, consiste de un anticlinal que presenta cierta recumbencia al NE, tiene una orientación de NW 150 SE con ligeras deflexiones, los echados son verticales en su eje, en los flancos los echados varían de 700 a 850. El núcleo de esta estructura se encuentra constituida por caliza del Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), en los flancos afloran las formaciones Benevides (Kams Lu-Cz) y Loma de Plata (Kas Cz).

Anticlinal Las Damas: Se encuentra en la porción poniente de la carta; sobre la sierra del mismo nombre, consiste de una serie de cuatro pliegues anticlinales menores, con la traza de su eje orientada sensiblemente N-S, están dispuestos en forma escalonada, debido a lo reducido de sus dimensiones no se cartografiaron individualmente, en conjunto tienen una longitud de 23 km, sus flancos presentan echados que varían desde 180 hasta 300. Está constituido por caliza arrecifal denominada informalmente "Arrecife Las Damas" (PEMEX, 1983a) de edad Albiano, en el marco del presente trabajo, esta unidad se incluye dentro del Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu). Desde el punto de vista geológico-minero es de importancia debido a que en esta estructura se encuentra mineralización de Pb-Zn.

Anticlinal La Tasajera: Está ubicado en la porción centro poniente de la carta, sobre la sierra del mismo nombre; consiste de un anticlinal simétrico, con buzamientos en los flancos de 500 y 430, presenta una orientación sensiblemente N-S y una longitud de 8 km, su eje se encuentra ligeramente flexionado, el núcleo se encuentra formado por unidades pertenecientes al Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), mientras que en los flancos afloran las formaciones Benevides (Kas Lu-Cz) y Loma de Plata (Kas Cz). En el sector oriental de esta estructura se localizan manifestaciones de mineralización de Pb-Zn.

Anticlinal Los Gendarmes: Localizado en la parte centro sur de la carta; es un sinclinal simétrico con amplio radio de curvatura, presenta buzamientos en los flancos de 80 y 100, con una orientación de NW 400 SE y una longitud de 11 km, el núcleo está conformado por rocas de la Formación Loma de Plata (Kas Cz).

Anticlinal Matasaguas: Se encuentra en la porción oriente de la carta, sobre la sierra del mismo nombre; es un anticlinal asimétrico, con buzamientos en los flancos de 320 a 500, presenta una orientación general de NW 450 SE y una longitud de 53 km, su eje se encuentra ligeramente flexionado, en el sector norte se encuentra afectado por fallamiento de desplazamiento lateral con rumbo E-W, mientras que en el flanco suroeste existe una falla del tipo normal con dirección paralela al pliegue, los flancos están formados por rocas de la Formación Loma de Plata (Kas Cz).

Cabalgaduras y/o Fallas Inversas:

Los esfuerzos compresionales ocurridos en la cuenca de Chihuahua, motivaron el desarrollo de fallas inversas de bajo ángulo o cabalgaduras con vergencia al E, existen cabalgaduras con dirección de desplazamiento o vergencia opuesta al esfuerzo de compresión conocidas como retrocabalgaduras; están ubicadas en diversos sectores de la carta, se encuentran afectando a rocas mesozoicas y paleozoicas, como lo ponen de manifiesto las fallas siguientes: El Rayo, Las Escaramuzas, Sierra Grande, Plomosas y el área de Placer de Guadalupe; existen otras de menores dimensiones que no fueron cartografiadas, debido a la escala de trabajo.

III.3.3.3.- Deformación Frágil

La carta se caracteriza por la presencia de fallamiento normal, el cual forma de manera aislada fosas, pilares y sistemas escalonados formado por fallamiento de tipo normal, derivado del proceso distensivo de Cuencas y Sierras; las fallas normales presentan una orientación preferencial NW-SE y buzamientos tanto al NE como al SW, con longitudes que varían desde 1.5 hasta 25 km, afectan principalmente a rocas sedimentarias mesozoicas y en menor proporción a rocas volcánicas terciarias, entre las más importantes se encuentran: El Torreño, Las Choyas, La Víbora, El Jabalí, Tosesihua, El Pastor, La Boquillita, El Maguey, Coyame, El Presón, El Yunque, El Mulato y Vado de Piedra entre otras.

Cabe señalar que algunas de estas fallas forman fosas tectónicas, tales como la fosa El Tásate, constituida por la falla La Boquillita al oriente y por la falla El Pastor al poniente, esta fosa se encuentra en la parte central de la carta, tiene una longitud de 20 km y 18 km de ancho, con una dirección NW-SE, litológicamente está constituida por conglomerado polimíctico con intercalaciones de arenisca de edad terciaria.

Las fallas El Yunque, La Quemada y Peguis forman la fosa Las Paredes, está ubicada en la porción noreste de la carta, presenta una dirección NW-SE con una longitud de 27 km y 7 km de ancho, el relleno consiste de conglomerado polimíctico con intercalaciones de arenisca del Terciario.

Las fallas El Mulato, Vado de Piedra y La Escondida, así como por otras fallas de menores dimensiones constituyen la fosa Río Grande, se localiza en el sector norte-noreste de la carta, presenta una orientación NW-SE. Tiene un ancho promedio de 5 km y su longitud se extiende por varias decenas de kilómetros. (Figura 9).

III.4.- TECTÓNICA

La tectónica de México, ha sido muy estudiada por diferentes investigadores, tanto nacionales como extranjeros, debido a su complejidad, la región noroeste de México no es ajena a estas complicaciones geológicas y rivaliza con el sur de México en cuanto a problemas tectónicos, la evolución

tectónica de México no se puede comprender sin ser referida a la evolución del continente; la carta Ojinaga, debido a su cercanía con las localidades precámbricas de la sierra El Cuervo y cerro Carrizalillo, se asocia al terreno tectonoestratigráfico Chihuahua (Campa U.M.F. y Coney P., 1984). (Figura 10).

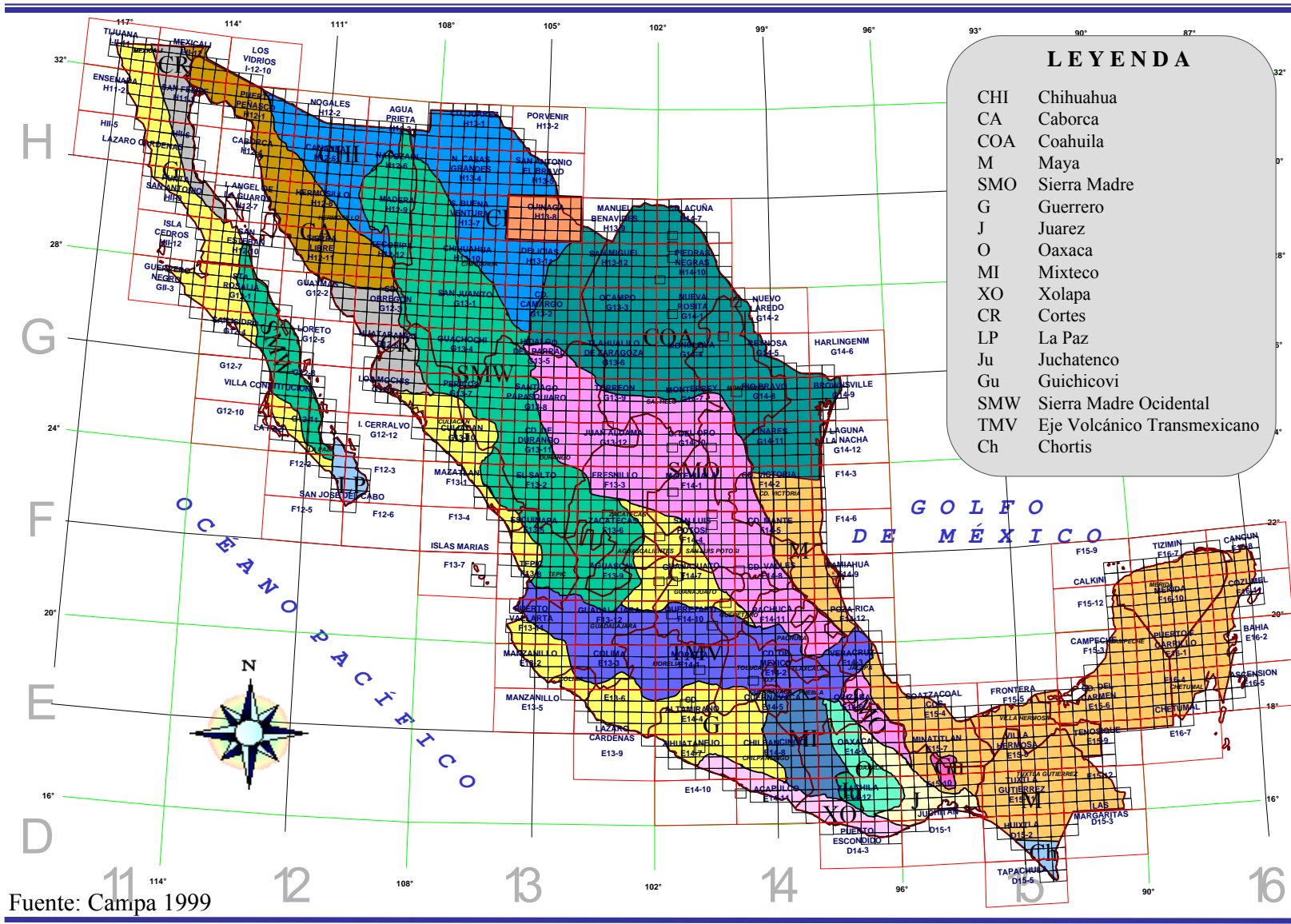
PRECÁMBRICO

De acuerdo a los afloramientos precámbricos, dentro del terreno Chihuahua, los investigadores han postulado al basamento de la región como una extensión hacia el sur

del Cratón de Norteamérica, este continúa sobre el territorio de México, solamente un poco al sur de Bisbee y gran parte de Chihuahua hasta la región de Placer de Guadalupe, donde se interrumpe bruscamente (Campa U. M. F. Y Coney P. J., 1984).

Para el Precámbrico, el basamento conformaba fosas y pilares como producto de eventos distensivos, algunos se mantenían emergidos mientras que otros sufrían subsidencia, en una aparente estabilidad tectónica. Las rocas más antiguas de las que se tiene registro en la región, corresponden a rocas ígneas y metamórficas del Precámbrico, representadas por granito, granodiorita, gneis granítico y anfibolítico, anfibolita, pegmatita, metadiorita y metariolita, con edades que oscilan entre 1,337 y 695 Ma; pertenecientes a la porción meridional del Cratón de Norteamérica. Por otro lado, existen estudios a nivel global de paleomagnetismo, que sugieren existieron cinco separaciones de los continentes durante el Proterozoico tardío (Seyfert y Sirkin, 1973 en IMP. 1991), así como acreciones o suturas entre placas, correspondiendo a la orogenia Grenvilliana como último evento compresivo del Proterozoico. La orogenia Grenvilliana ocurrió durante el período comprendido entre los 1,200 y 1,150 Ma (Proterozoico medio) (Seyfert, op. cit.), afectó la porción sureste del Cratón de Norteamérica, fue un período de intenso metamorfismo, plegamiento e intrusiones, sucedieron cuando menos tres episodios de plegamiento, con planos axiales subhorizontales. Se interpreta que el evento orogénico Grenvilliano fue precedido por una tectónica distensiva, originada por la formación del proto-océano Atlántico, así desde el Precámbrico superior se generan fosas y pilares intracratónicos que fungieron como receptáculos de grandes paquetes de sedimentos y zonas de erosión (IMP, 1991).

FIGURA 10 TERRENOS TECTONO-ESTRATIGRAFICOS DE MEXICO

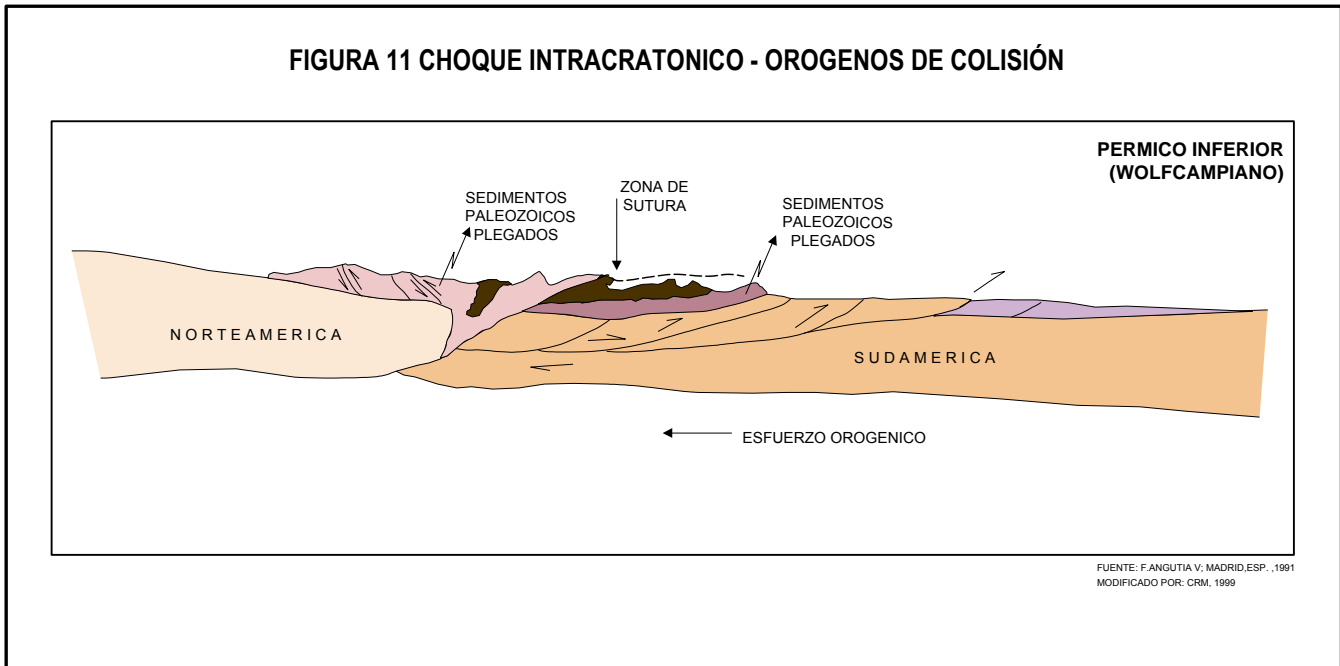


terrenostectono

PALEOZOICO

El Paleozoico inferior del terreno Chihuahua, se depositó en un dominio miogeosinclinal, sobre una zona de intraplaca, con una depositación mayormente carbonatada que fue afectada por los esfuerzos compresionales de la orogenia Taconiana, el proto-océano Atlántico se encontraba en pleno desarrollo y América del Norte se separaba de África, así como Sudamérica (Gondwana) se acercaba hacia Norteamérica para una eventual colisión (IMP, 1991). Durante el Paleozoico superior los depósitos sedimentarios se realizaron sobre la cuenca Pedregosa, con un dominio de intraplaca, en un ambiente de plataforma somera que paulatinamente

varía a profunda, además existe la evidencia de una transgresión marina (IMP., 1991). Al final del Paleozoico, el proto-océano Atlántico tiende a cerrarse, originando una zona de subducción en el margen continental de América del Norte (Laurasia) y la placa oceánica que arrastra al continente africano y sudamericano (Gondwana), provocando una intensa deformación debido a la orogenia Ouachita, que marca la colisión de Sudamérica con el Cratón de Norteamérica, la cual culmina en el Wolfcamiano tardío (Pérmico inferior) (Ross, 1979, en C.R.M., 1998). La eventual colisión y acreción parece que se realizó como una obducción a lo largo de la margen pasiva oriental de Norteamérica (Graham, et al, 1975 en Campa U. M. F. y Coney, 1984). (Figura 11).



MESOZOICO

El Triásico inicia con las pulsaciones apalachianas, que continúan hasta mediados del mismo, provocando que las rocas paleozoicas queden emergidas y plegadas, e inicia la rotura central del océano Atlántico y con ella la apertura del golfo de México (Campa U. M. F y Coney P., 1984) y el paleo-océano Caribeño, a causa de rifts continentales con generación de piso oceánico, produciéndose la rotura en la cordillera apalachiana, provocando la apertura del Atlántico central por un sistema de rifts y fallas transformantes, dependientes del dominio caribeño.

Durante el Triásico tardío-Jurásico medio, se continúa separando América del Sur de Norteamérica, con la apertura de los océanos circundantes, en este tiempo

se formó un arco magmático desde el suroeste de los Estados Unidos hasta el noroeste de América del Sur.

Hacia el Jurásico tardío se produce una fase distensional, derivada de los procesos del rift de la apertura de los océanos, el sistema de fallas transformantes (Mojave-Sonora Megashear) (Silver y Anderson, 1974, en Campa U. M. F y Coney P., 1984) y longitudinales (Texas-San Carlos) desplazan estructuras de la cordillera apalachiana, con estructuras de horst-graben originando la cuenca intracratónica de Chihuahua, limitada por elementos positivos como la plataforma de Aldama al poniente, Florida-Moyotes al noroeste, del Diablo al norte y la isla de Coahuila al sur (IMP, 1991), con un período de invasión marina desde el naciente golfo de México

(Handschy, et al, 1987; Dyer, et al, 1988, en C.R.M. 1998), para ese tiempo el arco insular Alisitos-Teloloapan del borde pacífico mexicano, en su migración hacia el oeste, comienza a acrecionar al incipiente terreno Guerrero hacia Norteamérica (Campa U. M. F. y Coney P., 1984). (Figura 12).

A fines del Jurásico, se produjo una etapa distensional relacionada a un proceso de rift, originando la cuenca intracratónica de Chihuahua; de esta manera para el Cretácico inferior se precipitaron sedimentos evaporíticos y terrígeno-calcareos, en un mar transgresivo, que provenía desde el ancestral golfo de México (Handschy et al, 1987; Dyer, et al, 1988, en C.R.M., 1998).

En el Cretácico superior, a fines del Cenomaniano la dorsal del Pacífico, comenzó a aproximarse a la placa norteamericana, originando una convergencia lenta con un movimiento menor de 5 cm por año, suficiente para generar esfuerzos compresionales y unidireccionales hacia el NE (Atwater, 1970; Mc Dowell y Clabaugh, 1979, en C.R.M., 1998), iniciándose de esta manera la orogenia Larámide,

como lo demuestran los sedimentos que denotan un depósito asociado a inestabilidad tectónica y que coincide con el emplazamiento de batolitos occidentales.

A fines del Cretácico superior, el ángulo de inclinación de subsidencia de la placa Farallón, disminuyó su intensidad bajo la placa norteamericana, en ese momento la placa continental cambió su orientación de desplazamiento de noroccidente hacia el occidente franco, aumentando su velocidad de deriva (Dickinson, 1979, en Eguluz de A. S., 1998), reflejado en un frente de deformación, emersión continental y magmatismo, produciendo un intenso plegamiento, cabalgamiento y fallamiento inverso en las rocas paleozoicas y mesozoicas, favorecido por deslizamientos gravitacionales cuyos planos de despegue fueron las superficies evaporíticas, formando pliegues asimétricos con vergencia tanto al NE como al SW (Drewes, 1978, en C.R.M., 1998), mientras el magmatismo migró desde el noroccidente al suroriente y oriente, y en tiempo desde el Cretácico superior llegando a su paroxismo hasta el Paleoceno (Eguluz de A. S., 1984). (Figura 13).

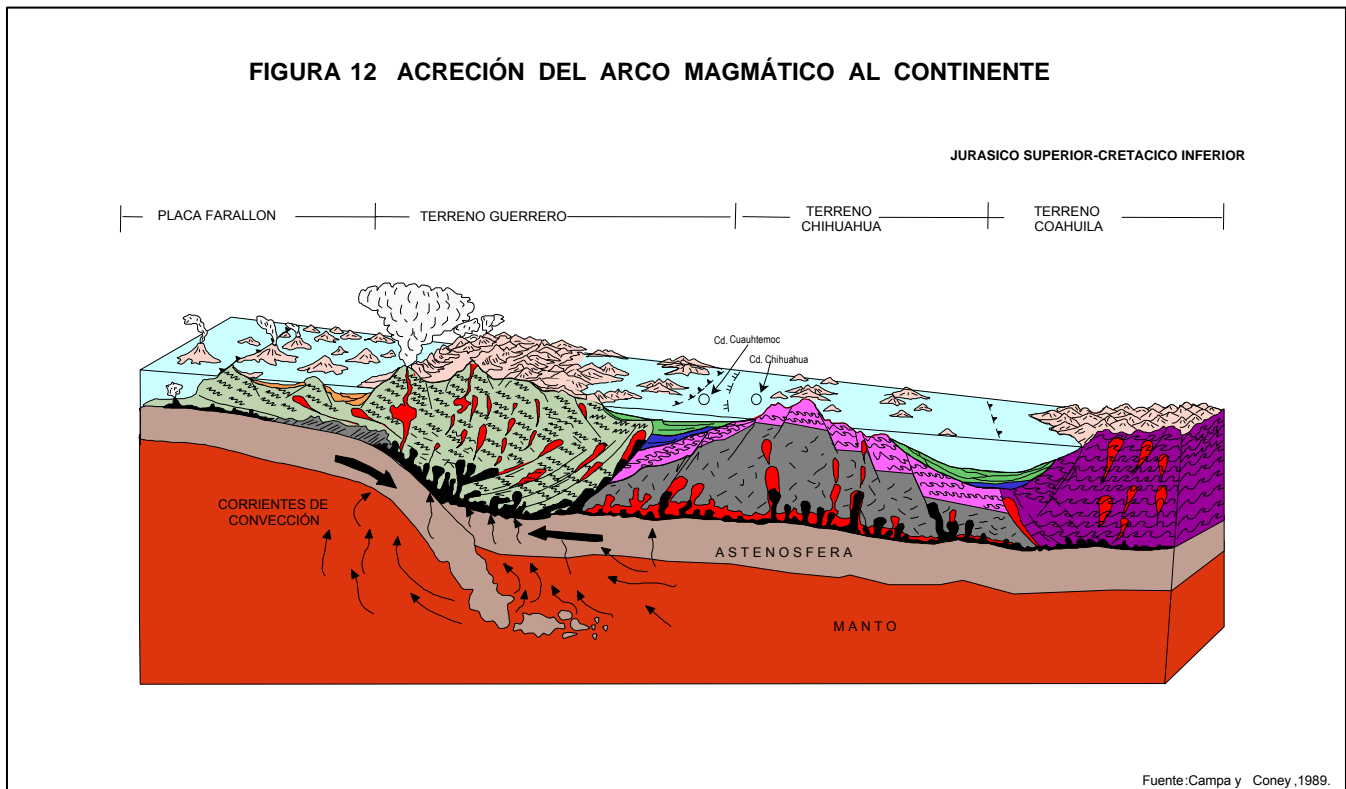
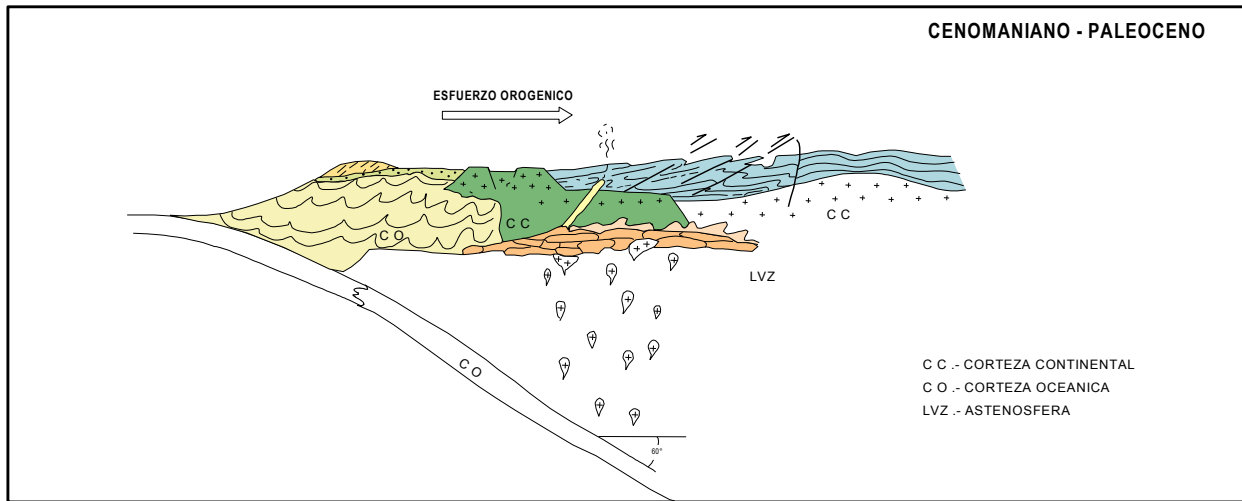


FIGURA 13 ETAPA DE MADUREZ OROGENICA



FUENTE: P.SAMANO; A.ROSAS, 1987

CENOZOICO

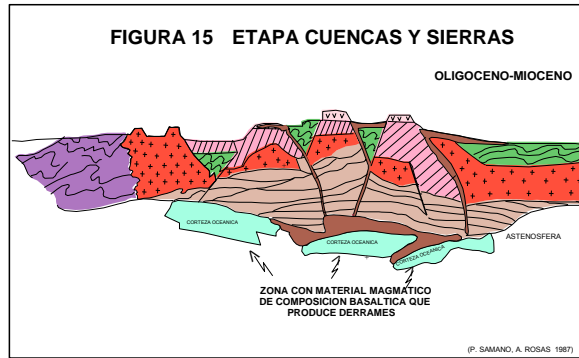
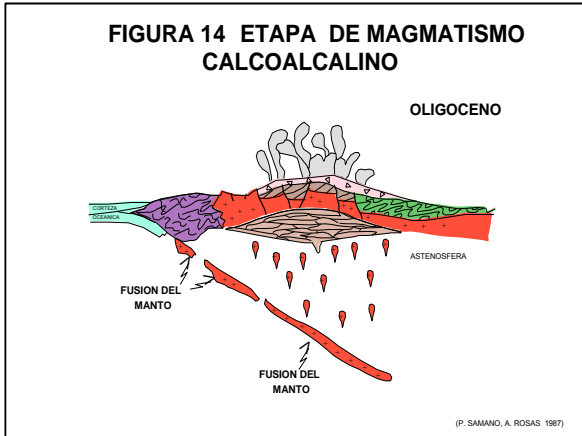
La compleja evolución tectonomagmática en el noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos de América; está relacionada a los procesos tectónicos derivados de la subducción de la placa pacífica con respecto a la placa norteamericana, durante el Paleoceno tuvieron lugar las últimas pulsaciones de la orogenia Larámide, iniciando la fase magmática más importante en la región norte de México. La evolución del magmatismo en el norte de México está íntimamente ligada a la actividad tectónica compresiva a extensional, como se refleja en algunos modelos magmáticos (Clark, et al, 1982; McDowell y Mauger, 1994, en C.R.M., 1998).

En el Eoceno, durante el hiatus magmático, sólo se tiene un vulcanismo aislado, principalmente de toba y flujo andesítico, derivado de una disminución en la velocidad de convergencia de las placas de Norteamérica y Farallón. A partir de ese momento se presenta un vulcanismo calcoalcalino con facies alcalinas, que representan las rocas más orientales del arco magmático continental durante su progresión hacia el oriente (Clark et al., op. cit.; Price y Herny, 1984, en C.R.M., 1998), continuándose hasta el Mioceno, culminando con la emisión ignimbrítica y riolítica creadora de la sierra Madre Occidental, asociada a calderas dentro de un régimen compresivo

moderado (Price y Henry, op. cit, en C.R.M., 1998), cuyo paroxismo lo sitúan entre 24 y 12 Ma en los límites del Oligoceno-Mioceno (Demant et al., 1975; McDowell et al., 1977, en C.R.M., 1998). Las calderas de 30 a 27.5 Ma, se formaron al inicio de la extensión y marcan el final del vulcanismo riolítico por el consumo de la placa Farallón (Coney, 1978, en C.R.M., 1998). Es a fines del Oligoceno donde coinciden las grandes fallas transcurrente (Eguiluz de A. S., 1984) cuando la dorsal Pacífica colisiona con el borde occidental de Norteamérica en la región de Guaymas, Son., Méx. (Atwater, 1970, en Eguiluz de A. S. 1984), generando la creación de dos juntas triples unidas por un sistema de transformación que las fue separando y cuyo resultado fue el fin de la subducción entre placas y el inicio del régimen divergente, asociado a un plutonismo comagmático, emplazado a lo largo de las trazas de falla y/o intersección de rupturas relacionadas con el basamento (Sumín et al., 1980), aunado a una intensa actividad hidrotermal con mineralización económica, principalmente de plata, plomo y zinc (McDowell y Mauger, 1994, en C.R.M., 1998); los intrusivos coinciden con una etapa de regresión magmática hacia el occidente y tiene una edad de emplazamiento o mineralización entre 35 y 25 Ma (Clark et al., 1980, en Eguiluz de A. S. 1984).

A fines del Oligoceno (24 Ma) se inicia el fallamiento normal de Cuencas y Sierras que comprende hasta el Mioceno (17 Ma) y fue acompañado por un vulcanismo basáltico alcalino intraplaca. La distensión neotectónica se inició hacia el Mioceno medio, 19 Ma (Stevens et al., en Eguiluz de A.S., 1984) y continúa

hasta el Plioceno, caracterizándose por el acomodo de bloques desplazados por fallas de gravedad, originadas por tensión y acomodo gravitacional, acompañado de vulcanismo basáltico alcalino (Cameron et al., 1992, en C.R.M., 1998). (Figuras 14 y 15).



IV.- YACIMIENTOS MINERALES

IV.1- INTRODUCCIÓN

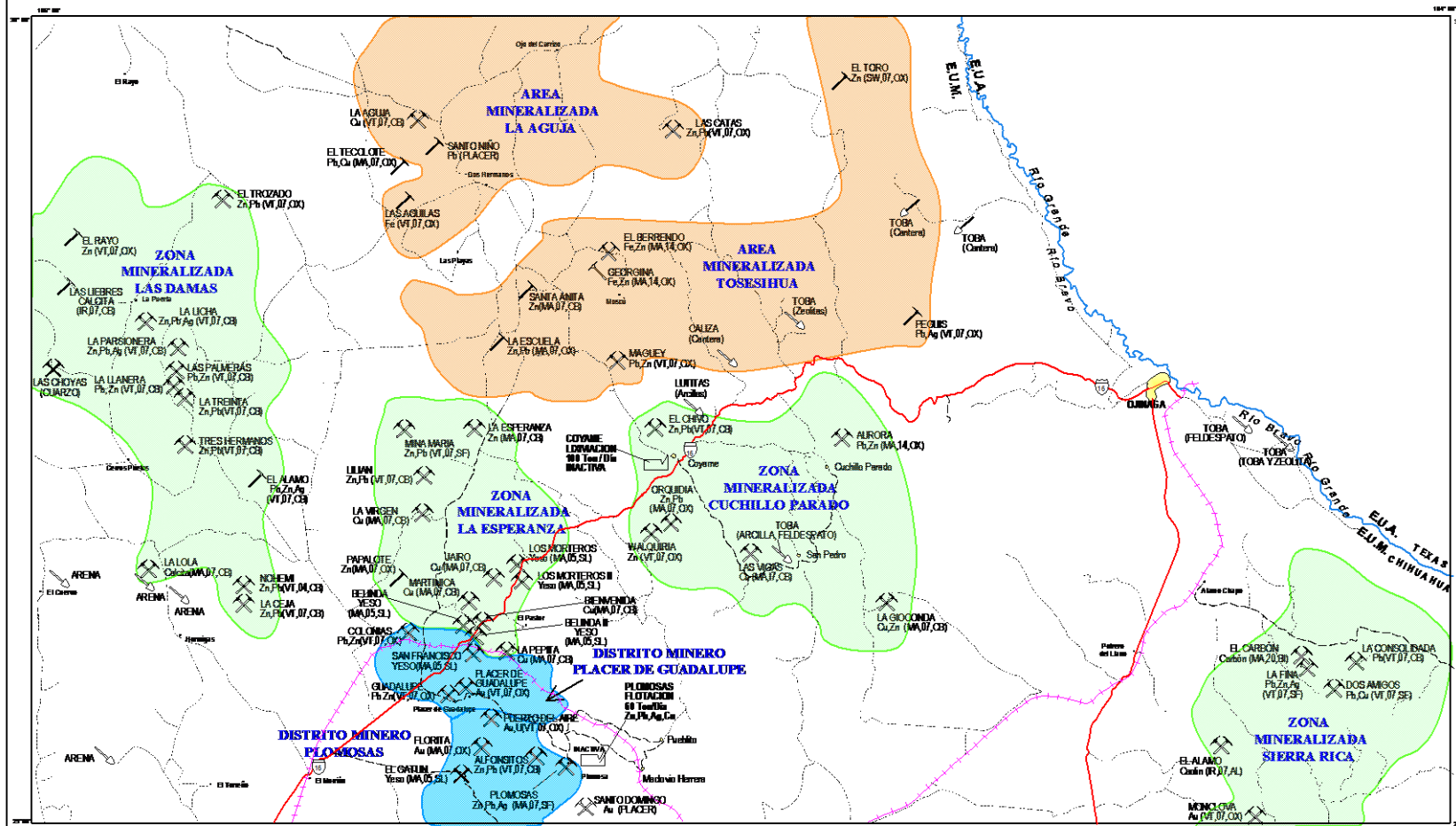
En la carta los yacimientos minerales metálicos se agruparon en dos distritos mineros (Placer de Guadalupe y Plomosas), cuatro zonas mineralizadas (Las Damas, La Esperanza, Cuchillo Parado y Sierra Rica) y dos áreas mineralizadas (Tosesihua y La Aguja). Los yacimientos de minerales no-metálicos en la carta son escasos, los que se identificaron son yeso, caolín y carbón; el yeso se localiza en los sectores centro y suroeste, actualmente se encuentran tres minas en actividad (Belinda, El Gatún y Los Morteros), mientras que los segundos se ubican en la porción sureste de la carta, actualmente sin actividad. Se colectaron muestras para análisis químico, sobre las lagunas El Uno y El Cuervo, con la finalidad de identificar la presencia de sales de Na, K, Li y Mg, los resultados fueron negativos. Los bancos de material se encuentran dispersos en la superficie de la carta, se constituyen por dos bancos inactivos de arena sílica y algunos prospectos de zeolita, arcilla, cantera y feldespato.

Cabe señalar que se define como distrito minero, aquella área que se caracteriza por tener o haber tenido importante actividad minera, desde el punto de vista de una explotación a mediana o gran escala, beneficio y/o fundición. Zona mineralizada es una superficie que comprende yacimientos en los cuales

se han desarrollado minas con fines de exploración y/o explotación a baja escala, contando para ello con obras mineras tales como tiros, pozos, niveles, cruceros, rampas, rebajes a cielo abierto etc., cuyo desarrollo es moderado. Asimismo puede contener manifestaciones de mineralización in situ, estas son localidades con evidencias sutiles de mineralización con o sin obras mineras superficiales de pocas dimensiones (catas, zanjas, pozos, socavones, etc.), incluye alteraciones hidrotermales. Las zonas mineralizadas se delimitan básicamente por presentar características geológico-mineras similares, destacándose la génesis y los elementos presentes. Como área mineralizada se define a la superficie que comprende dos o más manifestaciones de mineral in situ y puede contener o no alteraciones hidrotermales, asimismo, podrán tenerse obras mineras de pequeñas dimensiones que representen minas y/o prospectos. Estas áreas se delimitan con base a las condiciones geológico-mineras semejantes, considerando su origen y la mineralización presente, así como a la densidad de manifestaciones de mineralización in situ existentes.

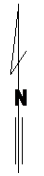
A continuación se menciona la distribución de los yacimientos minerales metálicos, así como una breve explicación de los distritos mineros, zonas y áreas mineralizadas identificadas dentro de la carta. (Figura 16)

**FIGURA 16 PLANO DE YACIMIENTOS MINERALES
CARTA OJINAGA H13-8**



EXPLICACIÓN

- | | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



Distrito minero Placer de Guadalupe. Se ubica en la porción suroeste de la carta, en las inmediaciones del poblado Placer de Guadalupe; la mineralización consiste de Au, Zn y U, ocurre en forma de mantos y vetas, encajonadas en rocas paleozoicas, su origen es hidrotermal, asociada a diversas intrusiones de tonalita que afloran en la zona.

Distrito minero Plomosas. Localizado en la porción suroeste de la carta, sobre la sierra Plomosas; la mineralización se encuentra conformada por Pb-Zn y pequeñas cantidades de Cd y Ge, ocurre en forma de mantos y vetas, encajonados en rocas paleozoicas, de origen hidrotermal, clasificado como teletermal.

Zona mineralizada Las Damas. Se encuentra en la porción oeste de la carta, sobre las sierras Las Damas y La Ceja; la mineralización consiste de Pb-Zn, Au y Ag, en forma de vetas y en menor proporción mantos, encajonados en rocas mesozoicas, por las características físicas que presentan se interpreta que su origen es hidrotermal.

Zona mineralizada La Esperanza. Se ubica en el sector oeste de la carta, en las sierras San Fernando, Los Caballos, Merino, La Tasajera y El Pulpito, la mineralización consiste de Pb-Zn y Cu, ocurre en forma de vetas y mantos, encajonados en rocas del Cretácico inferior y en intrusivos, su origen es hidrotermal.

Zona mineralizada Cuchillo Parado. Localizada en la parte central de la carta, sobre la sierra Cuchillo Parado y sector norte de la sierra El Vallecillo, la mineralización se encuentra conformada por Pb-Zn y Cu, en forma de mantos principalmente, encajonados en rocas del Cretácico inferior, su origen es por reemplazamiento, singenético y en menor proporción hidrotermal.

Zona mineralizada Sierra Rica. Se encuentra en la porción sureste de la carta, sobre las sierras Rica y el Ocotillo, la mineralización consiste de Pb-Zn, Ag, Cu y Au, ocurre en forma de vetas, encajonadas en rocas cretácicas, originadas por intrusiones riolíticas asociadas a la caldera San Carlos.

Área mineralizada Tosesihua. Se ubica en la parte central de la carta, en las sierras Grande y El Maguey, la mineralización se encuentra conformada por Fe, Pb-Zn y Cu, ocurre en forma de mantos y vetas,

encajonadas principalmente en rocas cretácicas, su origen es por metasomatismo de contacto y soluciones hidrotermales, asociadas al intrusivo granítico.

Área mineralizada La Aguja. Se localiza en la parte norte de la carta, sobre el sector norte de la sierra Tosesihua y el cerro El Tecolote, la mineralización consiste Pb-Zn, Cu y Fe, ocurre en forma de vetas y mantos, encajonados en rocas cretácicas, su origen es hidrotermal y por metasomatismo de contacto, asociado a intrusiones riolíticas y dacíticas.

IV.1.1.- METÁLICOS

DISTRITO MINERO PLACER DE GUADALUPE.

El descubrimiento de mineral de oro en el municipio de Aldama, Chih., data del año de 1867, desde entonces y hasta la fecha, este yacimiento ha sido objeto de trabajos de explotación a baja escala, con operaciones mineras realizadas principalmente por gambusinos. En este distrito el primer concesionario que se tiene registrado en el año 1909 en la Agencia de Minería de Chihuahua, fue Don Carlos Pérez para llevar a cabo trabajos de exploración y explotación, a esta persona por primera vez le llama la atención minerales negros asociados al oro, los que posteriormente resultaron minerales de uranio y radio. Lo anterior originó que para el año de 1946 se tuvieran registradas 35 concesiones mineras por las sustancias de Au, U, Ra y Ag, sin embargo se desconocen datos de producción y leyes de estos minerales (González R.J., 1956).

Su acceso se realiza a través de la carretera estatal Chihuahua-Ojinaga, desviándose en el kilómetro 93, hacia los poblados de Placer de Guadalupe, Plomosas y Falomir; desde la desviación hasta el poblado de Placer de Guadalupe se recorren 10 km, sobre un camino de terracería en regulares condiciones y es transitable todo el año. Los servicios de energía eléctrica y agua potable se tienen en el poblado de Placer de Guadalupe, mientras que los servicios de teléfono, banco, hotel, aeropuerto, etc. se localizan en las ciudades de Aldama y Chihuahua. La infraestructura minera consiste en una planta de beneficio localizada en la unidad minera Plomosas, distante 13 km al sur, con una capacidad instalada de 60 t/día por el método de flotación, los insumos y la mano de obra calificada se encuentran en la ciudad de Chihuahua.

Este distrito se caracteriza por la presencia de unidades paleozoicas principalmente, constituidas por las formaciones Sóstenes (Po Cz-Lu), Solís (Posdm Cz-Lu), Monillas (Pdmcp Cz-Lu), El Pastor (Pcppl Cz), Plomosas (Ppl Lm-Cgp) y Verde (Ppl Lu-Ar); que afloran en el cerro El Placer y sobre el sector noroeste de la sierra Plomosas; complementan la columna sedimentaria las unidades mesozoicas, representadas por las formaciones La Casita (Jkpo Cz-Lu), Las Vigas (Kvh Ar-Lu), Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu), Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), Benevides (Kams Lu-Cz) y Loma de Plata (Kas Cz). Los intrusivos presentes en el área son de composición andesítica (To PA) y tonalítica (To Tn) (**Figura 17**).

Las estructuras mineralizadas se presentan en forma de manto y veta, con rumbo tanto noroeste como noreste y buzamientos al noroeste y noreste; los espesores varían desde 0.5 m hasta 1.5 m, con longitudes desde 50 m a 100 m. Las minas Placer de Guadalupe y Puerto del Aire son las más importantes y representativas de este distrito, actualmente inactivas, consisten de vetas, dentro de las cuales la concentración de los valores económicos de Au se presentan solamente en la zona del bajo, con potencias que oscilan entre 0.10 y 0.15 m, preferentemente hacia el contacto con el cuerpo intrusivo (To PA). También existe mineralización de Pb-Zn en las minas Guadalupe y Colonias, mientras que en la mina La Pepita se observa Cu.

En la **tabla 1** se indican las características principales, así como las minas que conforman a este distrito minero.

Los minerales de mena son oro, uraninita y radio, muy posiblemente parte del oro se encuentra asociado a pirita, cuarzo y uraninita; otros minerales de mena son zincita y en menor proporción smithsonita asimismo malaquita y azurita. La ganga consiste de pirita, cuarzo, magnetita y calcita; como minerales secundarios se presentan limonita y pirolusita. Cabe señalar que la uraninita, en raros casos, por alteración se ha convertido en uranófono; mientras que la presencia de radio se debe a la desintegración del uranio.

El emplazamiento de los cuerpos intrusivos provoca fenómenos de metamorfismo de contacto originando, a partir de soluciones hidrotermales, las zonas de alteración, conformadas por sericitización, caolinización, oxidación y silicificación principalmente.

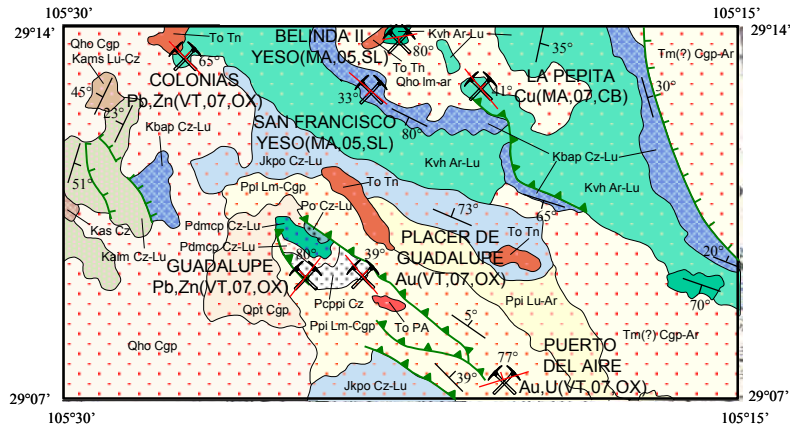
Por las características que presentan estos yacimientos, así como por las asociaciones minerales existentes, se clasifican como epigenéticos, derivados posiblemente del magma que originó los cuerpos intrusivos (C.R.M., 1994).

DISTRITO MINERO PLACER DE GUADALUPE

TABLA No. 1

NOMBRE	ESTATUS	SUSTANCIA	ESTRUCTURA	RUMBO	ECHADO	LONG.	ESPESOR	ROCA ENCAJONANIE	UNIDAD
Colonias	Inactiva	Pb, Zn	Veta	N54°W	64°NE	100m	1.3 m	Caliza-Lutita	Jkpo Cz - Lu
Guadalupe	Inactiva	Pb, Zn	Veta	N41°E	80°NW	40m	0.6m	Caliza	Pcppl Cz
La Pepita	Inactiva	Cu	Manto	N41°W	41°NE	50m	1.5m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu
Placer de Guadalupe	Inactiva	Au	Veta	N42°W	51°NE	—	—	Limolita-Conglomerado	Pppl Lm-Cgp
Puerto del Aire	Inactiva	Au, U	Veta	N75°E	77°NW	100m	0.5m	Limolita-Conglomerado	Pppl Lm-Cgp

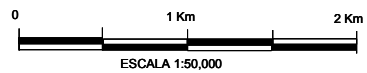
FIGURA 17 DISTRITO MINERO PLACER DE GUADALUPE



EXPLICACION

- Qho lm-ar LIMO - ARENA
- Qho Cgp CONGLOMERADO POLIMICTICO
- Qpl Cgp CONGLOMERADO POLIMICTICO
- Tm(?) Cgp-Ar CONGLOMERADO POLIMICTICO-ARENISCA
- Kas Cz CALIZA
- Kams Lu-Cz LUTITA - CALIZA
- Kaim Cz-Lu CALIZA - LUTITA
- Kbap Cz-Lu CALIZA - LUTITA
- Kvh Ar-Lu ARENISCA - LUTITA
- Jkpo Cz-Lu CALIZA - LUTITA
- Ppi Lu-Ar LUTITA - ARENISCA
- Pppl Cz LIMOLITA - CONGLOMERADO POLIMICTICO
- Pppl Cz CALIZA
- Pdmp Cz-Lu CALIZA - LUTITA
- Posdm Cz-Lu CALIZA - LUTITA
- Pe Cz-Lu CALIZA - LUTITA
- To Tn TONALITA
- To PA PÓRFIDO ANDESITICO

- CONTACTO GEOLOGICO
- MINA ABANDONADA CON ESTRUCTURA VETIFORME
- RUMBO Y ECHADO DE ESTRATIFICACION
- FALLA INVERSA
- FALLA NORMAL



El potencial y las zonas prospectivas de este distrito minero deben considerarse de dos clases; los depósitos de placer y las vetas. En los depósitos de placer se incluyen todos aquellos valores que pueden recuperarse mediante el lavado de las arenas auríferas que en parte contienen uraninita, y que se encuentran sobre los lechos de los arroyos que drenan las estructuras mineralizadas; actualmente estas arenas se explotan de manera esporádica y a nivel gambusino por los lugareños; el potencial sobre cuerpos mineralizados se restringe a las vetas cercanas al intrusivo andesítico (To PA); es difícil precisar las reservas in situ porque las minas han sido abandonadas desde hace muchos años, por lo que actualmente se encuentran inaccesibles. El muestreo realizado en el marco del presente trabajo debe considerarse como puntual; el rango de los valores obtenidos a partir de los análisis es el siguiente: Au varía de 0.002 a 0.40 g/t; Cu de 0.001 a 0.33 con valores hasta 2.8%; Zn de 0.01 a 0.11% y Pb de 0.01 a 0.40%.

A continuación se enlistan los resultados:

DISTRITO MINERO PLACER DE GUADALUPE

Mina/Prospecto	Pb %	Zn %	Cu %	Au g/t	Ag g/t
Colonias	0.05	0.02	0.002	0.012	6.00
Colonias	0.01	0.01	0.002	0.013	6.00
Colonias	0.05	0.04	0.001	0.024	6.00
Colonias	0.07	0.03	0.002	0.019	7.00
Guadalupe	0.40	0.16	0.002	0.010	6.00
Guadalupe	0.22	0.11	0.002	0.023	6.00
La Pepita	0.01	0.03	2.320	0.035	3.00
La Pepita	0.01	0.01	0.330	0.017	1.00
La Pepita	0.02	0.04	2.800	0.017	9.00
La Pepita	0.00	0.01	0.446	0.003	1.00
Placer de Guadalupe	0.00	0.01	0.005	0.002	1.00
Placer de Guadalupe	0.00	0.01	0.003	0.022	1.00
Placer de Guadalupe	0.00	0.01	0.002	0.013	2.00
Placer de Guadalupe	0.00	0.01	0.002	0.400	2.00
Placer de Guadalupe	0.01	0.02	0.002	0.006	2.00
Placer de Guadalupe	0.00	0.01	0.002	0.005	1.00

DISTRITO MINERO PLOMOSAS

Las primeras noticias sobre ese distrito datan del año 1832, empezando a trabajar hasta 1868 cuando se descubrió oro en el Real de Placer de Guadalupe. Las

actividades mineras dentro del distrito han pasado por tres etapas:

1868-1890: Explotación por gambusinos, se extraía cerusita y anglesita, pero la producción fue muy pequeña, los laboríos en esta etapa consistieron de catas superficiales.

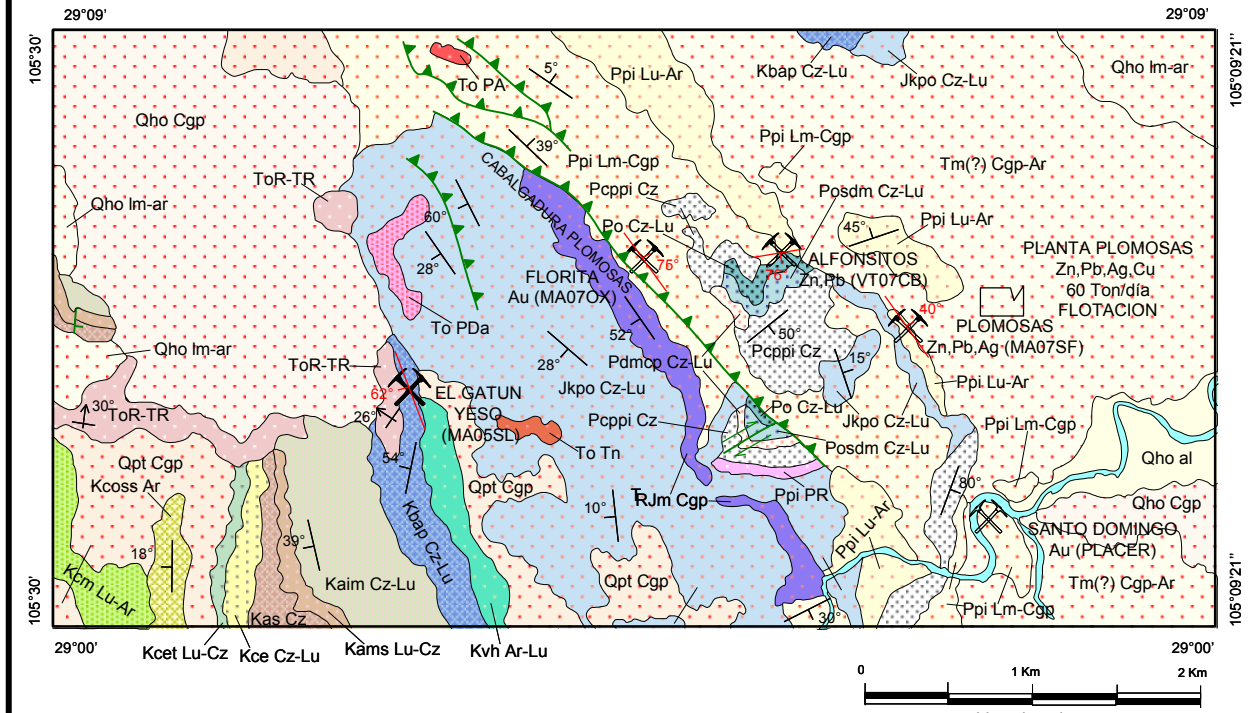
1890-1943: En esta etapa pequeñas compañías mineras se dedicaron a explotar Mina Vieja, Los Mantos de Cuevitas y Lagos Dos, su producción fue muy pequeña y consistió esencialmente de minerales oxidados de Pb y Zn.

1943-1970: Durante esta última etapa, la producción registrada es de 1.5 millones de toneladas de sulfuros con leyes de 55g/t de Ag, 8% de Pb, 16% de Zn y 0.1% de Cd. Más del 90% del mineral extraído fue de los cuerpos mineralizados encajonados en la Formación La Casita y el resto en rocas paleozoicas (Escandón V. F. J., 1971). En el año de 1982 se suspenden las operaciones, desde entonces y hasta la fecha no han existido actividades relevantes, por lo anterior el distrito se encuentra inactivo.

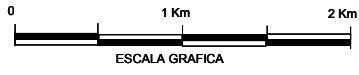
Su acceso se realiza a través de la carretera estatal Chihuahua-Ojinaga, desviándose en el kilómetro 93, hacia los poblados de Placer de Guadalupe, Plomosas y Falomir, y desde esta desviación hasta el poblado de Plomosas se recorren 28 km, sobre un camino de terracería en regulares condiciones y es transitable todo el año. Los servicios de energía eléctrica y agua potable se tienen en el poblado de Plomosas, mientras que los servicios de teléfono, banco, hotel, aeropuerto, etc. se localizan en las ciudades de Aldama y Chihuahua. Lo referente a la infraestructura minera, consiste de una planta de beneficio, propiedad del Sr. Rogelio Martínez Valles, con una capacidad instalada de 60 t/día por el método de flotación, los insumos y la mano de obra calificada se encuentran en la ciudad de Chihuahua.

Las unidades más antiguas que afloran en este distrito son de edad paleozoica, representadas por las formaciones: Sóstenes (Po Cz-Lu); Solís (Posdm Cz-Lu); Monillas (Pdmcp Cz-Lu); El Pastor (Pcppl Cz); Plomosas (Ppl Lm-Cgp); Verde (Ppl Lu-Ar). Las rocas mesozoicas son: un conglomerado polimíctico (TR-Jm Cgp) y la Formación La Casita (Jkpo Cz-Lu) (**Figura 18**).

FIGURA 18 DISTRITO MINERO PLOMOSAS



EXPLICACION



Qho al	ALUVIÓN
Qho-lm-ar	LIMO - ARENA
Qho Cgp	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
Qpt Cgp	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
Tm(?) Cgp-Ar	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA
ToR-TR	RIOLITA-TOBA RIOLITICA
Kgm Lu-Ar	LUTITA-ARENISCA
Kcoss Ar	ARENISCA
Kcet Lu-Cz	LUTITA - CALIZA
Kce Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
Kas Cz	CALIZA
Kams Lu-Cz	LUTITA - CALIZA
Kaim Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
Kbap Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
Kvh Ar-Lu	ARENISCA - LUTITA
Jkpo Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
Rjm Cgp	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
Ppi Lu-Ar	LUTITA - ARENISCA
Ppi Lm-Cgp	LIMOLITA - CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
Ppppi Cz	CALIZA
Pdmcp Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
Posdm Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
Po Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
To Tn	TONALITA
To PDa	PÓRFIDO DACÍTICO
To PA	PÓRFIDO ANDESÍTICO
Ppi PR	PÓRFIDO RIOLÍTICO

	CONTACTO GEOLOGICO
	MINA EN PRODUCCION
	MINA ABANDONADA CON ESTRUCTURA VETIFORME
	PROSPECTO
	PSEUDOESTRATIFICACION
	RUMBO Y ECHADO DE ESTRATIFICACIÓN
	FALLA DE DESPLAZAMIENTO LATERAL
	FALLA INVERSA
	PLANTA DE BENEFICIO
	RIO

Este distrito está ubicado en un sistema estructural complejo, se ubica sobre la sierra Plomosas, la cual presenta una orientación preferencial de NW 400-450 SE, con una longitud aproximada de 11 km y una amplitud de 7 km.

La roca encajonante pertenece a la Formación La Casita, ya que en ella se emplazaron en gran escala los cuerpos mineralizados, aunque también en las rocas calcáreas paleozoicas existe mineralización en forma de pequeños cuerpos.

Los cuerpos mineralizados no afloran o sus afloramientos son muy pequeños y nada significativos. La mayor parte de los clavos se presentan en forma de mantos, cuyas dimensiones están controladas por la roca encajonante; los de mayores dimensiones se localizan en la mina Plomosas, los cuales se emplazaron en la Formación La Casita, como el cuerpo mineralizado E132 con 900 m de longitud, 80 m de profundidad y 4 m de espesor, formando un manto elongado, existe una serie de mantos a diferentes niveles estratigráficos formando lenguetas, dentro del conglomerado (TR Jm Cgp) el manto El Conglomerado tiene 100 m de longitud, 40 m de profundidad y 4 m de espesor; cabe señalar que estos cuerpos mineralizados ya fueron minados (Escandón V. F. J., 1975).

En la **tabla 2** se indican las características principales, así como las minas que conforman a este distrito minero.

La mineralogía de este distrito está constituida por esfalerita triboluminiscente pobre en hierro, galena

pobre en plata y pirita, la esfalerita contiene pequeñas cantidades de cadmio y germanio.

La textura del mineral es afanítica, equigranular y su estructura muestra bandeamiento paralelo a los planos de estratificación. Los controles de la mineralización son un conjunto de factores estratigráficos, químicos, litológicos y estructurales (Escandón V. F. J., 1971).

El depósito de la mineralización es clasificado como epigenético, es un claro ejemplo de depósito de reemplazamiento en rocas calcáreas y cae dentro de la clasificación teletermal, estos yacimientos se forman por fluidos hidrotermales que han emigrado lo suficientemente lejos de su fuente, para perder la mayor parte de su temperatura, de tal manera que la alteración de la roca se reduce a propilitización y un poco de silicificación. El muestreo realizado en el marco del presente trabajo debe considerarse como puntual; el rango de los valores obtenidos a partir de los análisis es el siguiente: Pb varía de 0.01 a 1.60%, con valores hasta de 13%; Zn de 0.01 a 1.50%, con valores hasta de 7.1%; existen valores de Au del orden de 1.2 g/t. Con base a la información proporcionada por el Sr. Rogelio Martínez Valles (2001), concesionario de varios fondos mineros, en la cual manifiesta un programa de exploración, el cual consiste en el desarrollo de la rampa Juárez, con la finalidad de cubicar reservas del orden de 85 000 toneladas con una ley de 16.5% de Zn, cabe señalar que cuenta con la infraestructura necesaria para iniciar operaciones mineras; por lo anterior se concluye que este distrito, presenta condiciones para trabajos de explotación a pequeña y/o mediana escala.

DISTRITO MINERO PLOMOSAS

TABLA No. 2

NOMBRE	ESTATUS	SUSTANCIA	ESTRUCTURA	RUMBO	ECHADO	LONG.	ESPESOR	ROCA ENCAJONANTE	UNIDAD
Alfonsitos	Inactiva	Zn, Pb	Veta	N80°E	76°SE	-----	-----	Caliza-Lutita	Kbap Cz-Lu
Florita	Inactiva	Au	Manto	N35°W	75°NE	20 m	3 m	Limolita-Conglomerado	Pppi Lm-Cgp
El Negro	Inactiva	Zn, Pb	Veta	N60°W	54°-74° SW	160 m	2.1 m	Caliza-Lutita	Jkpo Cz - Lu
Plomosas	Inactiva	Zn, Pb, Ag	Manto	N45°W	30°-45°NE	-----	-----	Lutita-Arenisca	Ppi Lu-Ar
Santo Domingo	Inactiva	Au	Placer	-----	-----	-----	20 m	Limolita-Conglomerado	Pppi Lm-Cgp

A continuación se enlistan los resultados:

DISTRITO MINERO PLOMOSAS

Mina/Prospecto	Pb %	Zn %	Cu %	Au g/t	Ag g/t
Alfonsitos	0.01	0.02	0.002	0.060	5.00
Florita	0.01	0.01	0.000	1.200	5.00
El Negro	0.61	2.90	0.009	ND	17.00
El Negro	0.41	7.10	0.008	0.175	5.00
El Negro	13.00	1.50	0.022	0.023	6.00
El Negro	0.82	0.66	0.009	0.034	4.00
El Negro	1.60	0.67	0.006	0.025	6.00
El Negro	0.04	0.26	0.019	0.008	5.00
El Negro	0.85	0.16	0.004	0.007	7.00
El Negro	0.19	0.46	0.004	0.023	4.00

ZONA MINERALIZADA LAS DAMAS

No se cuenta con registros de esta zona que indiquen la producción, año, leyes, sustancias, minas, etc., aunque existen evidencias de numerosos trabajos de minería tales como catas, pozos y socavones.

Se localiza en la porción oeste de la carta, sobre las sierras Las Damas y La Ceja; su acceso se realiza a través de la carretera estatal Chihuahua-Ojinaga, en la cual existe una desviación sobre el kilómetro 45, que comunica a los ranchos Hormigas, San Pablo, Cerros Prietos y El Saucito;

desde esta desviación hasta el rancho Hormigas se recorren 45 km y 82 km hasta El Saucito, mediante un camino de terracería, el cual se encuentra en regulares condiciones y es transitable durante todo el año; en la zona no existen servicios de energía eléctrica y agua potable, mientras que los servicios de

teléfono, banco, hotel, aeropuerto, etc. se localizan en las ciudades de Aldama y Chihuahua. Lo referente a la infraestructura minera, por lo anterior se determina que es deficiente, los insumos y la mano de obra calificada se encuentran en la ciudad de Chihuahua.

Las rocas que están aflorando corresponden al Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), formaciones Benevides (Kams Lu-Cz) y Loma de Plata (Kas Cz). En la zona existen rocas volcánicas extrusivas de edad oligocénica, donde predominan los flujos riolíticos y toba riolítica (To R-TR), y en menor proporción andesita (To A) y latita (To La) (**Figura 19**).

Esta zona se encuentra sobre las sierras Las Damas y La Ceja; estructuralmente la sierra Las Damas consiste de un anticlinal asimétrico, con la traza de su eje orientada sensiblemente N-S. La sierra La Ceja constituye un monoclinal con una orientación de NW 200 SE, en la porción sur se flexiona hacia al SE, sus echados varían de 150 a 180 al SW.

La roca encajonante corresponde a caliza arrecifal del Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), y caliza de la Formación Benevides (Kams Lu-Cz) Las estructuras mineralizadas se encuentran principalmente en forma de veta, con rumbos NE 350 que varía a 850 y NW de 300 a 770; los buzamientos son: al SE, SW, NW y NE, con ángulos que varían de 200 a 750; la longitud varía desde 20 m hasta 200 m, con espesores de 0.2 m a 6 m. Cubriendo una superficie aproximada de 60 km².

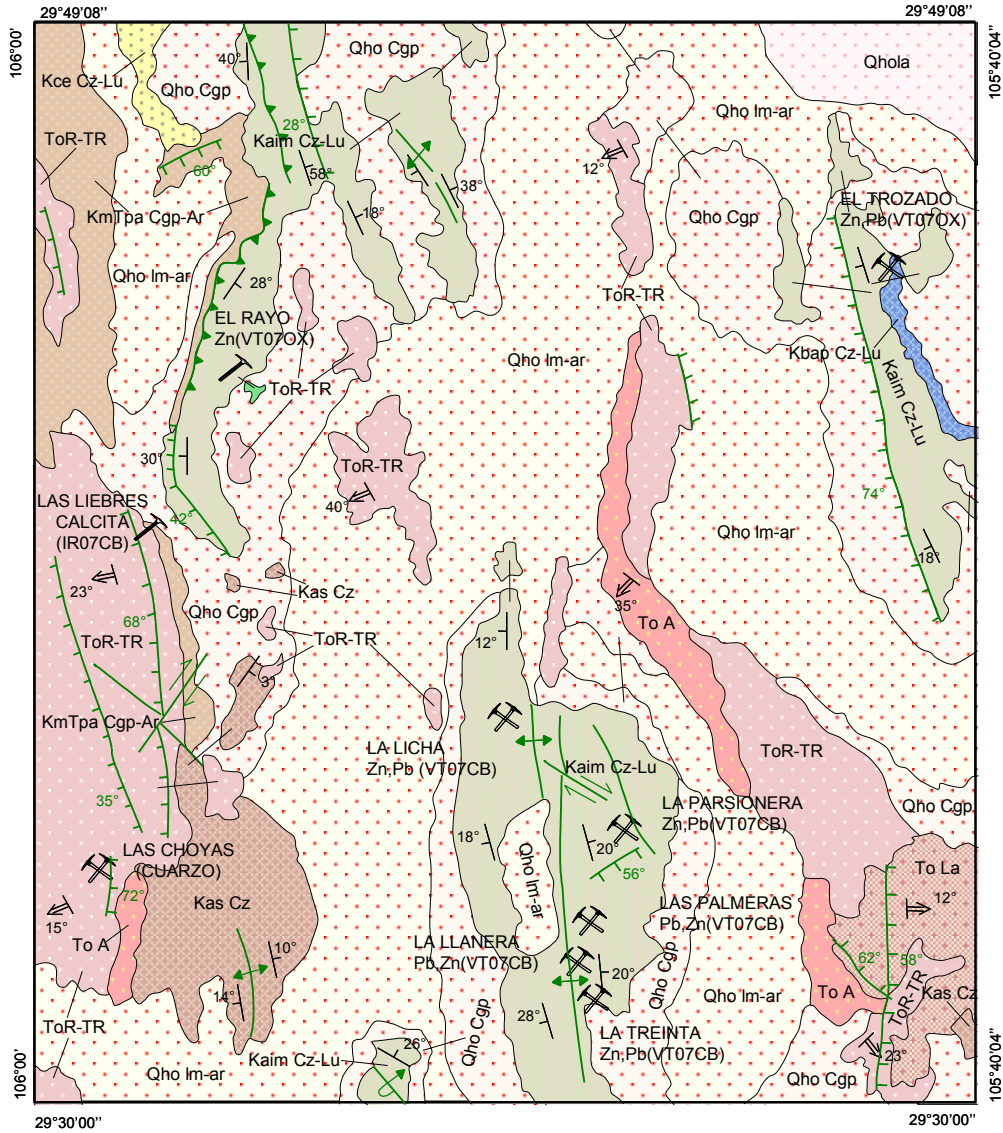
En la **tabla 3** se indican las características principales, así como las minas y manifestaciones de mineral in situ que conforman a esta zona mineralizada.

ZONA MINERALIZADA LAS DAMAS

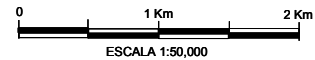
TABLA No. 3

NOMBRE	ESTATUS	SUSTANCIA	ESTRUCTURA	RUMBO	ECHADO	LONG.	ESPESOR	ROCA ENCAJONANTE	UNIDAD
La Ceja	Inactiva	Zn, Pb	Veta	N35°E	75°SE	30 m	2 m	Lutita-Caliza	Kams Lu-Cz
El Alamo	Inactiva	Pb, Zn, Ag	Veta	N77°W	72°SW	20 m	2 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
El Rayo	Manifestación de Mineral in situ	Zn	Veta	N-S	80°E	200 m	2 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
El Trozado	Inactiva	Zn, Pb	Veta	N75°W	78°NE	10 m	0.20 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
La Licha	Inactiva	Zn, Pb, Ag	Veta	N25°E	28°SE	200 m	10 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
La Llanera	Inactiva	Pb, Zn	Veta	N60°E	75°NW	25 m	1 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
La Pasionera	Inactiva	Zn, Pb, Ag	Veta	N85°E	60°NW	200 m	2.5 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
La Treinta	Inactiva	Zn, Pb	Veta	N65°E	60°NW	60 m	2 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
Las Palmeras	Inactiva	Pb, Zn	Veta	N70°E	75°SE	50 m	6 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
Nohemi	Inactiva	Zn, Pb	Veta	N80°E	55°SE	150 m	1.2 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
Tres Hermanos	Inactiva	Zn, Pb, Ag	Veta	N30°W	72°NE	30 m	1 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu

FIGURA 19 ZONA MINERALIZADA LAS DAMAS



EXPLICACION



- | | | | |
|--|--|--|--|
| | LIMO - ARENA | | MANIFESTACION DE MINERAL IN SITU |
| | LACUSTRE | | RUMBO Y ECHADO DE ESTRATIFICACION |
| | CONGLOMERADO POLIMICTICO | | DIRECCION (RUMBO Y ECHADO) DE FLUJOS DE LAVA, PIROCLASTICOS, LAHARES, ETC. |
| | RIOLITA-TOBA RIOLITICA | | FALLA NORMAL |
| | LATITA | | FALLA DE DESPLAZAMIENTO LATERAL |
| | ANDESITA | | LINEAMIENTO |
| | CONGLOMERADO POLIMICTICO-ARENISCA | | ANTICLINAL |
| | CALIZA - LUTITA | | ANTICLINAL RECUMBENTE |
| | CALIZA | | |
| | CALIZA - LUTITA | | |
| | CALIZA - LUTITA | | |
| | CONTACTO GEOLOGICO | | |
| | MINA ABANDONADA CON ESTRUCTURA VETIFORME | | |

La mineralogía de la mena se encuentra constituida predominantemente por cerusita y smithsonita asociada a calamina, zincita y escasa galena y esfalerita. Los minerales de la ganga son: cuarzo, calcita y óxidos de Fe.

La génesis y procesos que han originado el emplazamiento de las estructuras mineralizadas se relacionan con un intrusivo de tipo granítico no aflorante; se interpreta que el intrusivo es el generador de los fluidos mineralizantes, por lo anterior se le asigna un origen hidrotermal del tipo relleno de espacios abiertos, porque se observan texturas características de este tipo de depósitos, como son bandeamiento simétrico, crustificación y algunas drusas; el control para el depósito de la mineralización es básicamente estructural. Cabe señalar que la mayoría de las estructuras se encuentran dentro de la zona de oxidación; evidenciada por la presencia de smithsonita, formada por la acción de aguas carbonatadas sobre el sulfuro de zinc, esta se deposita en condiciones de temperatura y presión cercanas a la superficie y ocurre como material poroso. En los trabajos de explotación se observa que la galena se encuentra predominantemente en la parte central de las estructuras mineralizadas, lixiviada por acción de las aguas meteóricas y la fluctuación del nivel freático, este mineral se oxida con tanta lentitud que puede considerarse insoluble o estable, además forma una costra oxidada de anglesita o cerusita que la protege, por tal motivo persiste en las estructuras mineralizadas y puede ser removida en forma mecánica (manual), de tal manera que con facilidad se logra separar de la calamina.

El muestreo realizado en el marco del presente trabajo debe considerarse como puntual; el rango de los valores obtenidos a partir de los análisis es el siguiente: Pb varía desde 0.01 a 10%, tres muestras contienen más del 10%; Zn de 0.02% a 9.90%, cinco muestras reportan más del 10%; existen 3 valores de Au de hasta 1.7 g/t y Ag de 330 g/t. Esta zona se propone como área prospectiva por Au y Ag. Actualmente no existe actividad minera.

A continuación se enlistan los resultados.

ZONA MINERALIZADA LAS DAMAS

Mina/Prospecto	Pb %	Zn %	Cu %	Au g/t	Ag g/t
La Ceja	0.38	0.66	ND	0.200	4.00
La Ceja	0.30	3.79	0.001	0.200	7.00
La Ceja	0.01	0.03	0.001	0.400	3.00
El Alamo	18.20	2.95	0.023	0.016	330.00
El Rayo	0.06	0.20	0.000	0.048	3.00
El Trozado	4.10	10.48	0.002	0.017	23.00
El Trozado	0.06	0.20	0.001	0.021	4.00
La Licha	9.80	12.00	0.003	0.200	272.00
La Licha	10.50	1.91	0.003	0.850	159.00
La Llanera	6.90	3.12	0.007	1.700	25.00
La Parsionera	10.00	10.80		0.500	121.00
La Parsionera	5.30	16.10		0.200	183.00
La Treinta	5.90	9.90	0.006	0.500	38.00
Las Palmeras	10.80	8.50	0.006	ND	78.00
Las Palmeras	1.77	4.90	0.003	0.800	12.00
Nohemí	0.28	10.60	0.003	0.104	6.00
Tres Hermanos	8.30	9.50	0.007	0.030	21.00

ZONA MINERALIZADA LA ESPERANZA

Se desconocen los antecedentes de esta zona, ya que no se cuenta con registros que indiquen la producción, año, leyes, sustancias, minas, etc., aunque existen evidencias de numerosos trabajos de minería que indican que fueron extraídos minerales de Zn, Pb y Cu.

Se localiza en el sector centro-oeste de la carta. Su acceso se realiza a través de la carretera estatal Chihuahua-Ojinaga, en la cual existe una desviación sobre el kilómetro 93, donde se encuentra un camino de terracería, el cual se encuentra en regulares condiciones y es transitable durante todo el año, comunica a la estación ferroviaria Colonias, con un recorrido de 5 km, y a los ranchos: El Consuelo con una distancia de 17 km, La Virgen a 28 km y La Esperanza se ubica a 35 km; sobre los terrenos de estos ranchos se ubica la zona mineralizada. En la zona no existen servicios de energía eléctrica y agua potable, mientras que los servicios de teléfono, banco, hotel, aeropuerto, etc. se localizan en las ciudades de Aldama y Chihuahua. Lo referente a la infraestructura minera, los insumos y la mano de obra calificada se encuentran en la ciudad de Chihuahua; por lo anterior se determina que es deficiente.

La geología local de la zona se encuentra constituida por rocas mesozoicas, representadas por las formaciones La Casita (Jkpo Cz-Lu), Las Vigas (Kvh

Ar-Lu), Grupo Cuchillo (Kbp Cz-Lu), Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), Benevides (Kams Lu-Cz) y Loma de Plata (Kas Cz), existen en el sector suroeste de la zona, aislados afloramientos de rocas de composición riolítica (To R-TR), mientras que en la porción sur se identificaron un pórfido dacítico (To PDa) y una tonalita (To Tn) (**Figura 20**).

En esta zona mineralizada se localizan las sierras: San Fernando; presenta una forma alargada y angosta, con una elevación aproximada de 300 m sobre el nivel del terreno, tiene una longitud de 7 km y una amplitud de 3 km, con una dirección preferencial de N60W, se encuentra constituida por rocas de la Formación Las Vigas; El Pulpito; constituye una sierra de forma cómica, con una elevación que varía de 40 a 180 m sobre el nivel del terreno, presenta una orientación N200E, las rocas aflorantes corresponden al Grupo Aurora y a las formaciones Benevides y Loma de Plata; La Tasajera; consiste de un anticlinal que tiene una longitud aproximada de 9 km y una amplitud promedio de 4 km, afloran las formaciones Benigno y Finlay, en el marco del presente trabajo integradas como Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), también se encuentra presente la Formación Loma de Plata (Kas Cz), estas unidades forman escarpes abruptos, debido a la estratificación gruesa que exhiben.

En la **tabla 4** se indican las características principales, así como las minas y manifestaciones de mineral in situ que conforman a esta zona mineralizada.

De manera general las estructuras mineralizadas que constituyen esta zona, se encuentran principalmente en forma de vetas y mantos, en menor proporción stockwork; con rumbos NE 080-400 SW y NW 050 a 650SE; los buzamientos son al: NE, NW, SE y SW, con ángulos que varían de 230 hasta vertical; existen longitudes desde 5 m hasta 1300 m, con espesores de 0.7 m a 350 m. Esta zona mineralizada cubre una superficie aproximada de 600 km².

La mineralogía de la mena se encuentra constituida predominantemente por azurita, malaquita, zincita, cerucita, smithsonita, esfalerita y galena, ocasionalmente se observan calcopirita y calcosita. Los minerales de ganga son: arsenopirita, cuarzo, barita, calcita y óxidos de Fe.

Con base en las observaciones de campo y a las características que presentan las estructuras mineralizadas, se interpreta que su origen es hidrotermal.

El muestreo realizado en el marco del presente trabajo debe considerarse como puntual; el rango de los valores obtenidos a partir de los análisis es el siguiente: Pb varía desde 0.01 a 2.63%; Zn de 0.01% a 15.1%, dos muestras reportan más del 40%; Cu de 0.002% a 6.3%. Actualmente no existe actividad minera en esta zona; La mina Lilián es la de mayor importancia, como localidad prospectiva se propone la mina La Esperanza.

A continuación se enlistan los resultados.

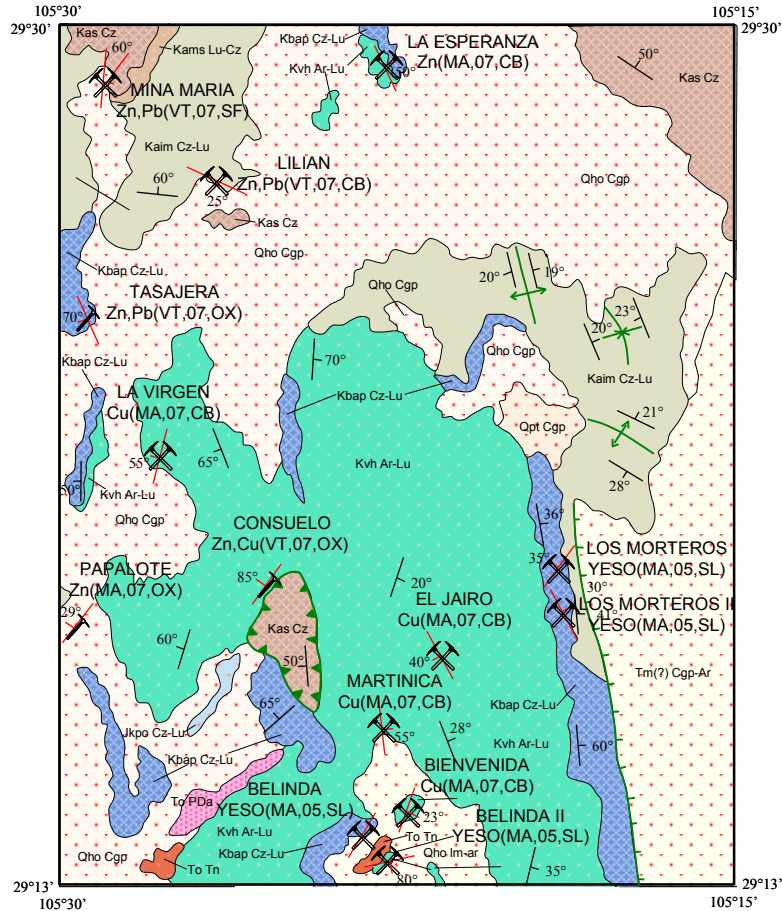
ZONA MINERALIZADA LA ESPERANZA

Mina/Prospecto	Pb %	Zn %	Cu %	Au g/t	Ag g/t
Bienvenida	0.00	0.00	0.004	0.012	3.00
Bienvenida	0.01	0.04	0.155	0.034	4.00
Bienvenida	0.18	0.17	1.150	0.008	23.00
Bienvenida	0.02	0.05	0.262	0.010	6.00
El Jairo	0.02	0.01	5.400	0.005	23.00
El Jairo	0.02	0.01	6.300	ND	13.00
Martinca	0.01	0.02	2.460	0.040	40.00
La Virgen	0.02	0.18	4.050	ND	2.00
Consuelo	0.00	0.00	0.031	0.005	4.00
La Esperanza	0.02	6.16	0.002	0.028	5.00
La Esperanza	0.02	7.82	0.003	0.014	5.00
La Esperanza	0.03	44.10	0.010	0.036	2.00
Lilian	0.89	42.60	0.004	ND	2.00
Lilian	1.89	24.40	0.008	ND	55.00
Mina María	2.63	15.10	0.014	0.102	42.00
Santa Rita	0.01	0.06	0.025	0.020	5.00
Santa Rita	0.01	0.04	0.490	0.040	6.00
Tasajera	0.22	0.30	0.022	0.067	6.00

ZONA MINERALIZADA CUCHILLO PARADO

Las minas de la región fueron explotadas por Alicia Mining Co., S. A., en el año 1929 suspendió sus trabajos, no se tienen datos de producción, sin embargo, las leyes de los minerales extraídos fueron: Ag hasta 96 g/t, Cu 10% y Pb 10%. (González R. J., 1956).

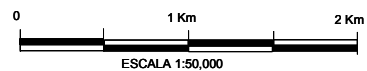
FIGURA 20 ZONA MINERALIZADA LA ESPERANZA



EXPLICACION

- LIMO - ARENA
- CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
- CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
- CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA
- CALIZA
- LUTITA - CALIZA
- CALIZA - LUTITA
- CALIZA - LUTITA
- ARENISCA - LUTITA
- CALIZA - LUTITA
- TONALITA
- PÓRFIDO DACÍTICO

- CONTACTO GEOLOGICO
- MINA ABANDONADA CON ESTRUCTURA VETIFORME
- MANIFESTACION DE MINERAL IN SITU
- RUMBO Y ECHADO DE ESTRATIFICACIÓN
- FALLA INVERSA
- FALLA NORMAL
- ANTICLINAL
- SINCLINAL



ZONA MINERALIZADA LA ESPERANZA

TABLA No. 4

NOMBRE	ESTATUS	SUSTANCIA	ESTRUCTURA	RUMBO	ECHADO	LONG.	ESPESOR	ROCA ENCAJONANTE	UNIDAD
Bienvenida	Inactiva	Cu	Manto	N20°E	23°SE	5 m	1.6 m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu
El Jairo	Inactiva	Cu	Manto	N30°W	40°SW	20 m	2 m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu
Martínica	Inactiva	Cu	Manto	N05°W	55°NE	60 m	4 m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu
La Virgen	Inactiva	Cu	Manto	N15°E	55°NW	50 m	4 m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu
El Consuelo	Manifestación de Mineral in situ	Zn, Cu	Veta	N40°E	85°NW	50 m	5 m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu
La Esperanza	Inactiva	Zn	Manto	N25°W	50°NE	70 m	12 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
Lilian	Inactiva	Zn, Pb	Veta	N65°W	25°SW	55 m	1 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
Mina María	Inactiva	Zn,Pb	Veta	N08°E	90°	100 m	1.5 m	Caliza	Kas Cz
Santa Rita	Manifestación de Mineral in situ	Cu, Zn	Stock Work	N15°W	35°SW	1300 m	350 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
Tasajera	Manifestación de Mineral in situ	Zn, Pb	Veta	N25°W	70°SW	20 m	0.7 m	Caliza-Lutita	Kbap Cz-Lu

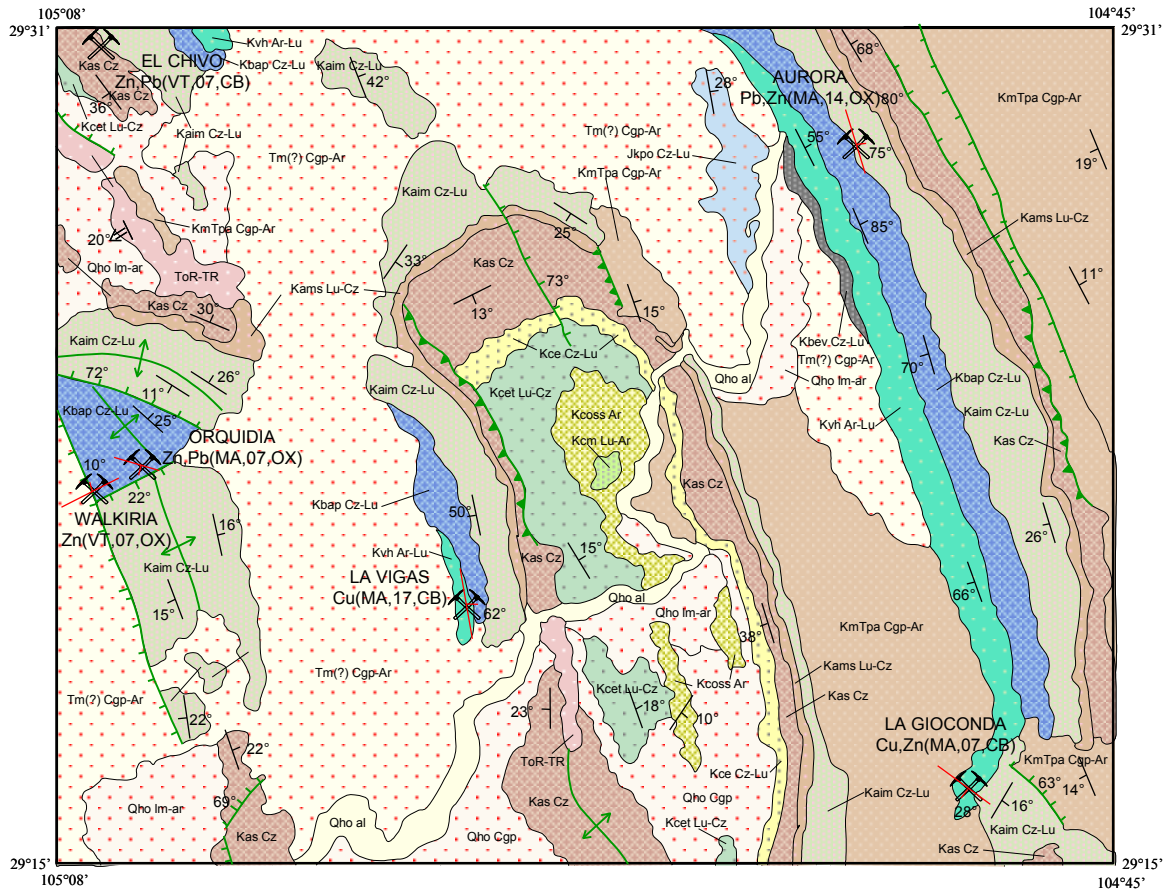
Su acceso se realiza a través de la carretera estatal Chihuahua-Ojinaga, hasta el poblado de Coyame, Chih., en un recorrido de 142 km, en este lugar existen dos caminos para llegar a la zona mineralizada; el primero de ellos parte desde Coyame, Chih. y consiste de un camino de terracería en regulares condiciones y es transitable todo el año, este comunica a los poblados San Pedro y Cuchillo Parado; el segundo se ubica sobre el kilómetro 160 de la carretera estatal, es un camino de terracería que enlaza a los poblados El Mangle y Cuchillo Parado. Los servicios de energía eléctrica y agua potable se ubican en el poblado de Cuchillo Parado, mientras que los servicios de teléfono, banco, hotel, aeropuerto, etc. se localizan en las ciudades de Aldama, Chihuahua y Ojinaga. Lo referente a la infraestructura minera, existe una planta de beneficio ubicada en Coyame Chih., consiste de una planta para lixiviación de minerales de Cu, con una capacidad instalada de 100 t/día, los insumos y la mano de obra calificada se encuentran en la ciudad de Chihuahua y Ojinaga. Localmente en esta zona mineralizada aflora toda la secuencia sedimentaria mesozoica, representada por las formaciones La Casita (Jkpo Cz-Lu), Navarrete Kbev Cz-Lu), Las Vigas (Kvh Ar-Lu), Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu), Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), Benevides (Kams Lu-Cz), Loma de Plata (Kas Cz), Grupo Washita (Kce Cz-Lu), Ojinaga (Kcet Lu-Cz), San Carlos (Kcoss Ar) y Sacramento (Km Tpa Cgp-Ar) (**Figura 21**); las formaciones más importantes desde el punto de vista geológico-minero son Las Vigas y Aurora, porque en ellas se emplaza la mineralización de Cu y Pb-Zn.

La estructura geológica más representativa es el anticlinal Cuchillo Parado, consiste de una sierra alargada con una orientación N350W, de 38 km de longitud y una amplitud aproximada de 13 km, su plano axial se comporta de manera helicoidal, el cual se encuentra cubierto por rocas cenozoicas, el flanco oriente presenta recumbencia hacia el NE en su porción sureste.

Las estructuras mineralizadas que constituyen esta zona, se encuentran principalmente en forma de mantos y vetas; con rumbos que varían de NE 650 SW; NW de 110-770SE; con inclinaciones al NE, NW y SW que varían desde 220 hasta 750 ; existen longitudes de 5 m hasta 1000 m, con espesores de 0.5 m a 5 m. Esta zona mineralizada cubre una superficie aproximada de 300 km².

En la **tabla 5** se indican las características principales, así como las minas y manifestaciones de mineral in situ que conforman a esta zona mineralizada. Las minas de mayor importancia fueron La Aurora, producía Pb-Zn y V, mientras que en Las Vigas extraían Cu. Actualmente no existe actividad minera. La mineralogía de la mena de Cu se encuentra constituida básicamente por: malaquita diseminada con azurita subordinada y en menor proporción calcopirita, covelita y escasa calcosita; los minerales de Pb-Zn son: smithsonita, cerucita y zincita. La ganga consiste de cuarzo, calcita, yeso y escasa vanadinita.

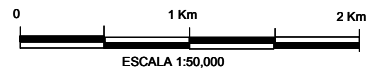
FIGURA 21 ZONA MINERALIZADA CUCHILLO PARADO



EXPLICACION

	ALUVIÓN
	LIMO - ARENA
	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA
	RIOLITA-TOBA RIOLITICA
	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA
	ARENISCA
	LUTITA - CALIZA
	CALIZA - LUTITA
	CALIZA
	LUTITA - CALIZA
	CALIZA - LUTITA
	CALIZA - LUTITA
	ARENISCA - LUTITA
	CALIZA - LUTITA
	CALIZA - LUTITA

	CONTACTO GEOLOGICO
	RUMBO Y ECHADO DE FLUJOS
	MINA ABANDONADA CON ESTRUCTURA VETIFORME
	PSEUDOESTRATIFICACION
	RUMBO Y ECHADO DE ESTRATIFICACIÓN
	FALLA INVERSA
	FALLA NORMAL
	ANTICLINAL



ZONA MINERALIZADA CUCHILLO PARADO

TABLA No. 5

NOMBRE	ESTATUS	SUSTANCIA	ESTRUCTURA	RUMBO	ECHADO	LONG.	ESPESOR	ROCA ENCAJONANTE	UNIDAD
Aurora	Inactiva	Pb, Zn	Manto	N15°W	75°NE	120 m	1.5 a 2 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
El Chivo	Inactiva	Zn, Pb	Veta	N85°W	70°NE	5 m	1.5 m	Caliza	Kams Lu-Cz
La Gioconda	Inactiva	Cu, Zn	Manto	N51°W	28°SW	200 m	0.5 - 1.2 m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu
Las Vigas	Inactiva	Cu	Manto	N11°W	62°NE	1000 m	2 - 5 m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu
Orquidea	Inactiva	Zn, Pb	Manto	N77°W	22°SW	300 m	2 - 3 m	Caliza-Lutita	Kbap Cz-Lu
Walkiria	Inactiva	Zn	Veta	N65°E	72°NW	30 m	1.3 m	Caliza-Lutita	Kbap Cz-Lu

Los yacimientos estratiformes de cobre se encuentran sujetos a grandes controversias genéticas; las especulaciones en torno al origen de los depósitos cupríferos estratiformes son muchas, desde la teoría hidrotermal, epigenética y diagenética, han tenido una amplia aceptación por pequeños períodos de tiempo.

Referente a esta zona mineralizada, persiste la incógnita del carácter de las soluciones mineralizantes de que si fueron ascendentes, descendentes o por secreciones laterales (C.R.M., 1994). De cualquier manera las soluciones mineralizantes siguieron un control estratigráfico en zonas de mayor permeabilidad dentro de la arenisca de la Formación Las Vigas, rellenando los espacios porosos de las mismas.

A la mineralización de Pb-Zn se le atribuye un origen por reemplazamiento. (C.R.M., 1978)

El muestreo realizado en el marco del presente trabajo debe considerarse como puntual; el rango de los valores obtenidos a partir de los análisis es el siguiente: Pb varía desde 0.01 a 7.1%, dos muestras reportan más del 9%; Zn de 0.01% a 17.0%, seis muestras contienen más del 20%; Cu de 0.001 a 2.67%.

A continuación se enlistan los resultados.

ZONA MINERALIZADA CUCHILLO PARADO

Mina/Prospecto	Pb %	Zn %	Cu %	Au g/t	Ag g/t
Aurora	9.28	2.38	0.010	0.022	12.00
Aurora	3.98	0.57	0.003	0.019	11.00
Aurora	3.52	0.16	0.008	0.031	9.00
Boquilla	0.02	0.01	0.005	0.017	3.00
Boquilla	0.02	0.01	0.008	0.036	3.00
El Chivo	1.45	13.10	0.002	0.018	9.00
El Chivo	1.34	17.00	0.001	0.034	8.00
Gioconda	0.91	0.34	2.220	1.000	24.00

Gioconda	0.19	0.16	1.360	0.450	6.00
Las Vigas	0.01	0.01	0.899	0.016	3.00
Las Vigas	0.01	0.00	2.280	0.018	3.00
Las Vigas	0.01	0.00	2.670	0.037	3.00
Orquidia	0.05	4.53	ND	0.020	7.00
Orquidia	9.31	20.20	0.001	0.029	52.00
Orquidia	7.91	27.60	0.000	0.046	58.00
Orquidia	0.59	27.40	0.000	0.029	5.00
Orquidia	0.67	26.40	ND	0.011	5.00
Walkiria	0.10	25.00	0.001	0.036	9.00
Walkiria	0.09	24.70	0.002	0.045	8.00
Walkiria	0.13	16.70	0.001	0.037	7.00

ZONA MINERALIZADA SIERRA RICA

Se desconocen los antecedentes de esta zona, ya que no se cuenta con registros que indiquen la producción, año, leyes, sustancias, minas, etc., aunque existen evidencias de escasos trabajos de minería a pequeña escala, tales como catas, pozos y socavones; esta zona se interpreta como la continuación hacia el poniente del distrito minero San Carlos, localizado fuera de la carta, este se ubica 2 km al oeste del poblado Manuel Benavides, el cual se encuentra fuera de la carta, este distrito fue productor de Fe, Pb, Zn, Ag y Au.

Esta zona se localiza en el extremo sureste de la carta, sobre las sierras Rica y El Ocotillo; su acceso se realiza a través de la carretera estatal Ojinaga-Cd. Camargo, en la cual existe una desviación a 27 km de distancia de Ojinaga, hacia un camino de terracería, el cual se encuentra en regulares condiciones y es transitable durante todo el año; y comunica a los poblados Alamo Chapo y Manuel Benavides, de este, se desprenden brechas que conducen a los ranchos Las Minas, La Consolidación y El Pinal, sobre los terrenos de estos ranchos se ubica la zona mineralizada; en el área no existen servicios de energía eléctrica y agua potable, mientras que los servicios de teléfono, banco, hotel, aeropuerto, etc. se localizan en la ciudad de Ojinaga. En lo referente a la infraestructura minera, por lo anterior se determina que

es deficiente, los insumos y la mano de obra calificada se encuentran en las ciudades de Ojinaga y Chihuahua.

La geología local de la zona se encuentra constituida por rocas del Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), Grupo Washita (Kce Cz-Lu), así como por las formaciones Loma de Plata (Kas Cz) y Ojinaga (Kcet Lu-Cz); también afloran riolita y toba riolítica (To R-TR), pórfido riolítico (To PR) y andesítico (To PA) que intrusionan a la secuencia sedimentaria aflorante; también existen unidades cenozoicas, constituidas por conglomerado con intercalaciones de basalto (Tm Cgp-B) y conglomerado cuaternario (Qpt Cgp) (**Figura 22**). En esta zona mineralizada se localizan las sierras: El Ocotillo que presenta una forma alargada y angosta, con una elevación aproximada de 400 m sobre el nivel del terreno, tiene una longitud de 10 km y una amplitud de 3 km, con una dirección preferencial de N300W, se encuentra constituida por las formaciones del Grupo Aurora, Loma de Plata y Grupo Washita, consiste de un anticlinal recostado con vergencia al NE; y sierra Rica, la cual es de origen volcánico conformada por intercalaciones de riolitas y tobas riolíticas, tiene una elevación de 600 m sobre el nivel del terreno, presenta una dirección predominante de N450W. Esta zona se encuentra en la porción poniente de la caldera San Carlos.

De manera general las estructuras mineralizadas que constituyen esta zona, se encuentran principalmente en forma de vetas; con rumbos de NE 300 SW y NW-SE que varían de 050 a 320; los buzamientos son al NE, SW y SE con ángulos que varían desde 300 hasta vertical; existen longitudes de 30 m hasta 750 m, con espesores de 1 a 3 m. Esta zona mineralizada cubre una superficie aproximada de 300 km².

En la **tabla 6** se indican las características principales, así como las minas que conforman a esta zona mineralizada.

La mineralogía de la mena se encuentra constituida por: esfalerita, galena, calcopirita, malaquita y azurita; la ganga consiste de óxidos de Fe, barita, calcita, pirita y cuarzo.

La mineralización se interpreta como de origen epitermal, asociada a la caldera de San Carlos, la cual en su etapa tardía favoreció el emplazamiento de los fluidos mineralizantes ascendentes.

El muestreo realizado en el marco del presente trabajo debe considerarse como puntual; el rango de los valores obtenidos a partir de los análisis es el siguiente: Pb varía desde 0.02 a 2.24%, con valores hasta de 7.2%; Zn de 0.02% a 0.63%; Cu de 0.001 a 2.3%. La mina de mayor importancia es Dos Amigos; actualmente la zona se encuentra inactiva.

A continuación se enlistan los resultados.

ZONA MINERALIZADA SIERRA RICA

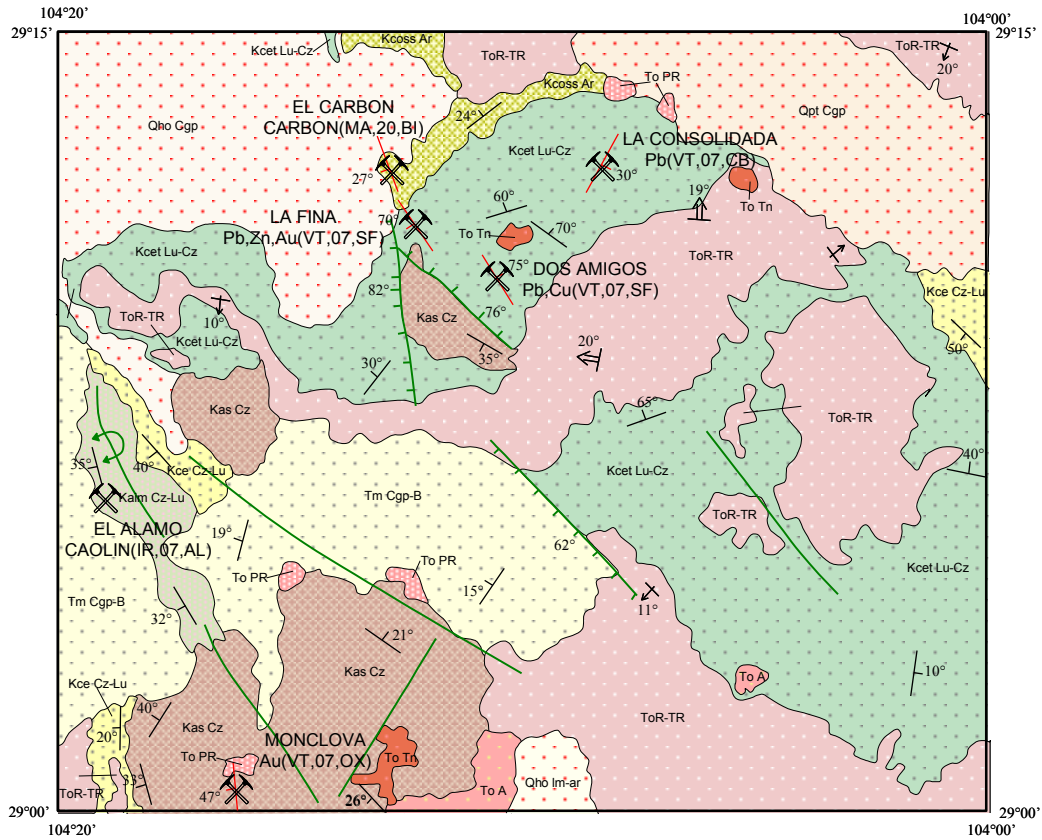
Mina/Prospecto	Pb %	Zn %	Cu %	Au g/t	Ag g/t
Dos Amigos	1.61	0.63	2.310	1.900	28.00
Dos Amigos	7.02	0.61	0.647	1.000	66.60
Dos Amigos	0.36	0.10	0.081	0.300	20.00
Dos Amigos	2.24	0.19	1.840	0.200	488.50
La Consolidada	0.10	0.02	0.005	0.003	5.00
La Consolidada	0.02	0.02	0.001	0.011	1.00
Monclova	0.04	0.06	0.005	0.650	ND
Monclova	0.06	0.10	0.018	0.250	ND

ZONA MINERALIZADA SIERRA RICA

TABLA No. 6

NOMBRE	ESTATUS	SUSTANCIA	ESTRUCTURA	RUMBO	ECHADO	LONG.	ESPESOR	ROCA ENCAJONANTE	UNIDAD
Dos Amigos	Inactiva	Pb, Zn	Veta	N30°W	90°	300 m	2 m	Lutita-Caliza	Kcet Lu - Cz
La Consolidada	Inactiva	Pb	Veta	N30°E	30°SE	30 m	1 m	Lutita-Caliza	Kcet Lu - Cz
Monclova	Inactiva	Au	Veta	N05°W	47°NE	50 m	2 m	Caliza	Kas Cz
La fina	Inactiva	Pb, Zn, Ag	Veta	N32W	70SW	750 m	3 m	Lutita-Caliza	Kcet Lu - Cz

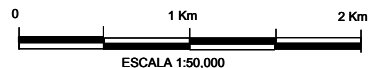
FIGURA 22 ZONA MINERALIZADA SIERRA RICA



EXPLICACION

- LIMO - ARENA
- CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
- CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
- RIOLITA-TOBA RIOLITICA
- ANDESITA
- CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-BASALTO
- ARENISCA
- CALIZA - LUTITA
- CALIZA
- CALIZA - LUTITA
- LUTITA - CALIZA
- TONALITA
- PÓRFIDO RIOLÍTICO

- DIRECCIÓN (RUMBO Y ECHADO) DE FLUJOS DE LAVA,PIROCLASTICOS, LAHARES,ETC.
- PSEUDOESTRATIFICACION
- CONTACTO GEOLOGICO
- MINA ABANDONADA CON ESTRUCTURA VETIFORME
- MANIFESTACION DE MINERAL IN SITU
- RUMBO Y ECHADO DE ESTRATIFICACIÓN
- LINEAMIENTO
- FALLA NORMAL



ÁREA MINERALIZADA TOSESIHUA

Los antecedentes que se tienen de esta área, datan del año 1956, con el estudio del yacimiento ferrífero de San Eduardo por González Reyna Jenaro, en el cual manifiesta las características del yacimiento, así como el inventario de las propiedades mineras y trabajos de exploración, destacando que los cuerpos de hierro son pequeños para pensar en su explotación a gran escala, en virtud de sus reducidas dimensiones; los contenidos fueron: Fe, 65.9%; SiO2, 3.0%; S, 0.2%; P, 0.025%; MnO2, 0.8% y CaO2. Menciona que el mineral posible que puede existir es de 38,000 toneladas (González R. J., 1956).

El área se encuentra en la parte central de la carta, sobre el extremo norte de la sierra El Maguey, flanco poniente de la sierra Grande y Tosesihua. Su acceso se realiza a través de la carretera estatal Chihuahua-Ojinaga, hasta el poblado de Coyame, Chih., en un recorrido de 142 km, en este lugar existe un camino de terracería con dirección al norte, el cual se encuentra en regulares condiciones y es transitable durante todo el año, este comunica a los ranchos Santa Anita, San Eduardo y Moscú, con un recorrido aproximado de 38 km, sobre los terrenos de estos ranchos se ubica el área mineralizada. En la región no existen servicios de energía eléctrica y agua potable, mientras que los servicios de teléfono, banco, hotel, aeropuerto, etc., se localizan en las ciudades de Aldama y Chihuahua. En lo referente a la infraestructura minera, los insumos y la mano de obra calificada se encuentran en la ciudad de Chihuahua; por lo anterior se determina que es deficiente.

La geología local de la zona se encuentra constituida por las formaciones Las Vigas (Kvh Ar-Lu), Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu), Loma de Plata (Kas Cz), Grupo

Washita (Kce Cz-Lu) y Ojinaga (Kcet Lu-Cz); existen hacia el sector sur y suroeste del área aislados afloramientos de rocas de composición riolítica (To R-TR), mientras que en la porción central se identificaron cuerpos intrusivos granítico (To Gr) y pórfido dacítico (To PDa) con variaciones a riódacíticos (**Figura 23**).

De manera general las estructuras mineralizadas que constituyen esta zona, se encuentran principalmente en forma de manto y en menor proporción veta; con rumbos NW 400 - 750 SW; los buzamientos son al: NE y SW, con ángulos que varían de 450 hasta 800; existen longitudes desde 15 m hasta 500 m, con espesores de 1.2 m a 20 m. Esta zona mineralizada cubre una superficie aproximada de 600 km2.

En la **tabla 7** se indican las características principales, así como las minas y manifestaciones de mineral in situ que conforman a esta área mineralizada.

La mineralogía de la mena se encuentra constituida predominantemente por hematita, magnetita, especularita, en algunas localidades se observa smithsonita, y zincita, la galena y esfalerita son escasas; la ganga consiste de cuarzo y calcita.

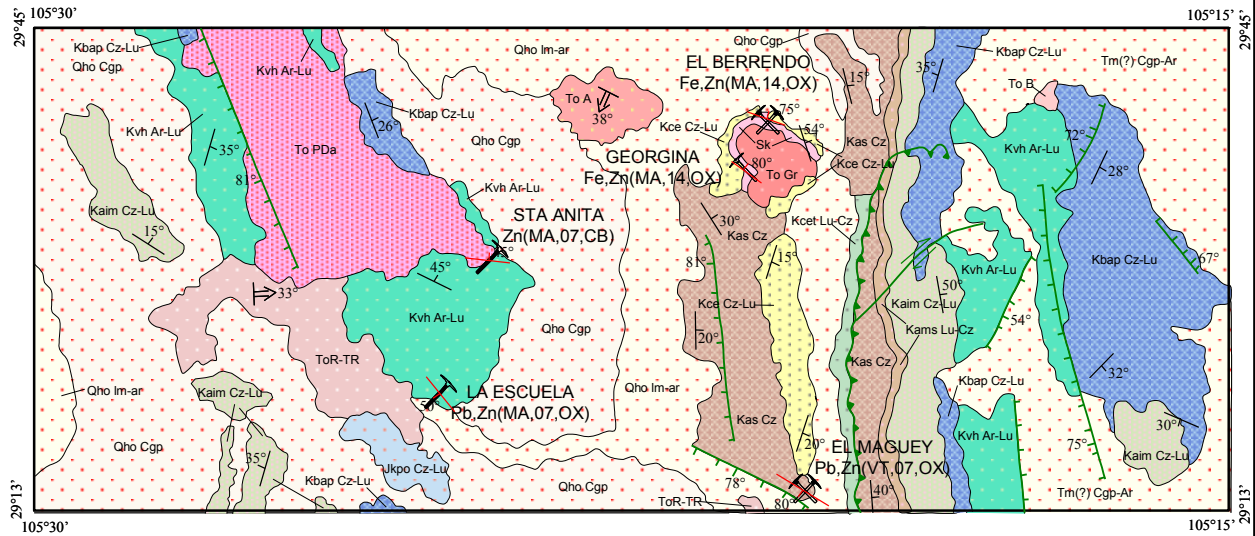
Con base en las observaciones de campo y a las características que presentan las estructuras mineralizadas, se interpreta que el origen de la mineralización de Fe es por reemplazamiento, mientras que la de Zn-Pb es hidrotermal. El muestreo realizado en el marco del presente trabajo debe considerarse como puntual y/o indicativo; el rango de los valores obtenidos a partir de los análisis es el siguiente: Fe total de 0.51% a 14.24% con valores de hasta 49.7%, se tienen valores anómalos de Zn-Pb de 1.9%.

ZONA MINERALIZADA TOSESIHUA

TABLA No. 7

NOMBRE	ESTATUS	SUSTANCIA	ESTRUCTURA	RUMBO	ECHADO	LONG.	ESPESOR	ROCA ENCAJONANTE	UNIDAD
El Berrendo	Inactiva	Fe, Zn	Manto	N75°W	75°NE	15 m	12 m	Skarn	SKARN
El Maguey	Inactiva	Pb, Zn	Veta	N60°W	80°SW	20 m	1.2 m	Caliza	Kas Cz
Georgina	Manifestación de Mineral in situ	Fe, Zn	Manto	N60°W	80°NE	150 m	5 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
La Escuela	Manifestación de Mineral in situ	Zn, Pb	Manto	N40°W	50°SW	30 m	5 m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu
Santa Anita	Manifestación de Mineral in situ	Zn	Manto	N80°W	45°NE	50 m	20 m	Arenisca-Lutita	Kvh Ar-Lu

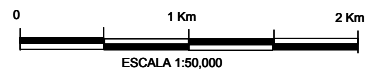
FIGURA 23 AREA MINERALIZADA TOSESIHUA



EXPLICACION

	Qho Im-ar	LIMO - ARENA
	Qho Cgp	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
	Tm(?) Cgp-Ar	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO-ARENISCA
	To B	BASALTO
	ToR-TR	RIOLITA-TOBA RIOLITICA
	To A	ANDESITA
	Kce Lu-Cz	LUTITA - CALIZA
	Kce Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
	Kas Cz	CALIZA
	Kams Lu-Cz	LUTITA - CALIZA
	Kaim Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
	Kbp Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
	Kvh Ar-Lu	ARENISCA - LUTITA
	Jkpo Cz-Lu	CALIZA - LUTITA
	To Gr	GRANITO
	To PDa	PÓRFIDO DÁCÍTICO
	SK	SKARN

	CONTACTO GEOLOGICO
	MINA ABANDONADA CON ESTRUCTURA VETIFORME
	MINA EN REACTIVACION
	MANIFESTACION DE MINERAL IN SITU
	RUMBO Y ECHADO DE ESTRATIFICACIÓN
	FALLA INVERSA
	FALLA NORMAL
	FALLA DE DESPLAZAMIENTO LATERAL



Actualmente se encuentran en preparación las minas Georgina y El Berrendo para explotación a baja escala de óxidos de Fe, para utilizarlos en la industria cementera (comunicación verbal del concesionario Sr. Jesús Fernández Loya, 2001).

A continuación se enlistan los resultados.

ÁREA MINERALIZADA TOSESIHUA

Mina/Prospecto	Pb %	Zn %	Cu %	Au g/t	Ag g/t
El Berrendo	0.02	0.06	0.073	0.018	5.00
El Berrendo	0.00	0.03	0.007	0.006	4.00
El Maguey	1.98	1.94	0.003	0.021	5.00
El Maguey	0.02	0.52	0.001	0.016	7.00
Georgina	0.01	0.02	0.017	0.075	1.00
Georgina	0.01	0.08	0.098	0.141	2.00
Georgina	0.01	0.04	0.015	0.120	2.00
La Escuela	0.02	0.19	0.043	0.019	5.00
Santa Anita	0.01	0.39	0.002	0.023	6.00
Santa Anita	0.01	0.05	0.002	0.021	5.00

ÁREA MINERALIZADA LA AGUJA

En esta área no existen antecedentes, la evidencia de campo solo muestra algunos trabajos de minería a nivel gambusino.

Se ubica en el sector norte de la carta, sobre las inmediaciones del cerro El Tecolote.

Su acceso se realiza a través de la carretera estatal Chihuahua-Ojinaga, hasta el poblado de Coyame, Chih., en un recorrido de 142 km, en este lugar existe un camino de terracería con dirección al norte, el cual se encuentra en regulares condiciones y es transitable durante todo el año, este comunica a los ranchos Santa Anita, Dos Hermanos y Agua Zarca, con un recorrido aproximado de 65 km, sobre los terrenos de estos ranchos se ubica el área mineralizada. En la región no existen servicios de energía eléctrica y agua potable, mientras que los servicios de teléfono, banco, hotel, aeropuerto, etc. se localizan en las ciudades de

Aldama y Chihuahua. En lo referente a la infraestructura minera, los insumos y la mano de obra calificada se encuentran en la ciudad de Chihuahua; por lo anterior se determina que es deficiente.

La geología local de la zona se encuentra constituida por las formaciones Las Vigas (Kvh Ar-Lu), Grupo Cuchillo (Kbp Cz-Lu), Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu) y Benevides (Kams Lu-Cz); existen en la porción central del área rocas riolíticas (To R-TR) y basálticas (To B), así como una intrusión riolítica (To PR) que afecta a la Formación Las Vigas (**Figura 24**).

De manera general las estructuras mineralizadas que constituyen esta zona, se encuentran principalmente en forma de veta y depósito de placer, con rumbos NE 100 SW y NW 200-300 SE; los buzamientos son al: NE, SE y SW, con ángulos que varían de 750 hasta 800; existen longitudes desde 20 m hasta 100 m, con espesores de 0.5 m a 2.0 m. Esta zona mineralizada cubre una superficie aproximada de 400 km².

En la **tabla 8** se indican las características principales, así como las minas y manifestaciones de mineral in situ que conforman a esta área mineralizada.

La mineralogía de la mena se encuentra constituida predominantemente por azurita, malaquita, hematita y magnetita, en algunas localidades se observa zincita y escasa galena; la ganga consiste de cuarzo y calcita.

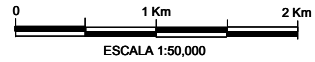
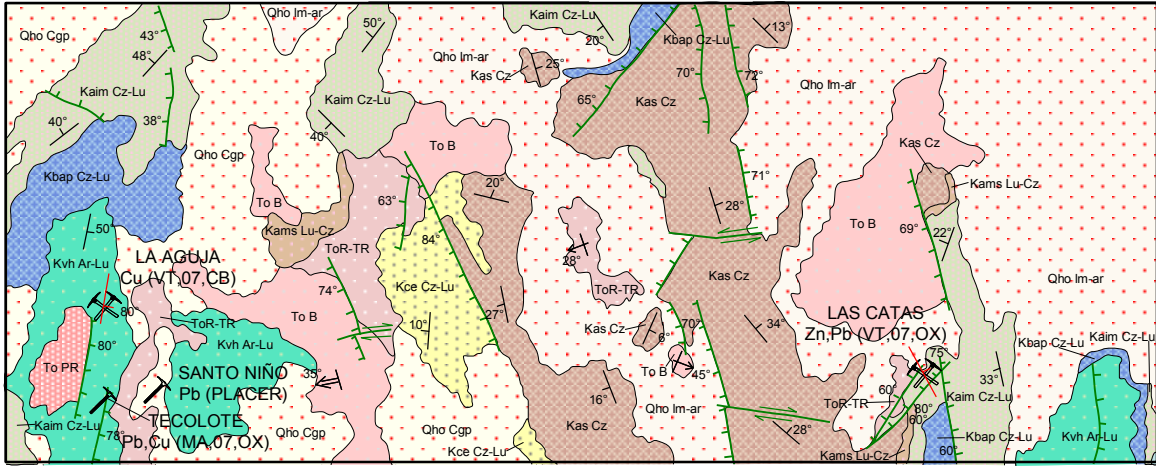
Con base en las observaciones de campo y a las características que presentan las estructuras mineralizadas, se interpreta que el origen de la mineralización es hidrotermal. El muestreo realizado en el marco del presente trabajo debe considerarse como puntual; el rango de los valores obtenidos a partir de los análisis es el siguiente: Pb de 0.03% a 15.6%, con valores de hasta 16.2%; Zn de 0.01% a 18.8%; Cu de 0.015% a 4.5%. Las minas más importantes son Las Catas y La Aguja; actualmente en el área no existe actividad minera.

ZONA MINERALIZADA LA AGUJA

TABLA No. 8

NOMBRE	ESTATUS	SUSTANCIA	ESTRUCTURA	RUMBO	ECHADO	LONG.	ESPESOR	ROCA ENCAJONANTE	UNIDAD
La Aguja	Inactiva	Cu	Veta	N10°E	80°SE	20m	0.5 m	Arenisca	Kvh Ar-Lu
Las Aguilas	Manifestación de Mineral in situ	Fe	Veta	N20°W	75°SW	40 m	2.0 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
Las Catas	Inactiva	Zn, Pb	Veta	N30°W	75°NE	100 m	1.5 m	Caliza-Lutita	Kaim Cz-Lu
Santo Niño	Manifestación de Mineral in situ	Pb	Placer	----	----	----	----	Conglomerado Polimictico	Qho Cgp

FIGURA 24 AREA MINERALIZADA LA AGUJA



EXPLICACION

	LIMO - ARENA		CONTACTO GEOLOGICO
	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO		MINA ABANDONADA
	BASALTO		MANIFESTACION DE MINERAL IN SITU
	RIOLITA-TOBA RIOLITICA		PSEUDOESTRATIFICACION
	CALIZA - LUTITA		RUMBO Y ECHADO DE ESTRATIFICACION
	CALIZA		DIRECCION (RUMBO Y ECHADO) DE FLUJOS DE LAVA, PIROCLASTICOS, LAHARES, ETC.
	LUTITA - CALIZA		FALLA NORMAL
	CALIZA - LUTITA		FALLA DE DESPLAZAMIENTO LATERAL
	CALIZA - LUTITA		
	ARENISCA - LUTITA		
	PÓRFIDO RIOLÍTICO		

A continuación se enlistan los resultados.

ÁREA MINERALIZADA LA AGUJA

Mina/Prospecto	Pb %	Zn %	Cu %	Au g/t	Ag g/t
La Aguja	0.11	0.02	4.590	0.054	22.00
Las Aguilas	0.03	0.01	0.015	0.250	5.00
Las Catas	14.60	18.80	0.000	ND	90.00
Las Catas	15.60	10.70	0.000	0.002	68.80
Santo Niño	0.16	0.00	0.004	0.004	2.00
Santo Niño	16.20	0.01	0.025	0.023	43.00

IV.1.2.- NO METÁLICOS

Los minerales no-metálicos, también llamados minerales industriales, son definidos como cualquier roca, mineral u otra sustancia de ocurrencia natural y de valor económico con exclusión de los minerales metálicos, combustibles minerales y piedras preciosas. Los minerales no-metálicos se caracterizan por su gran diversidad así como sus usos, los cuales abarcan desde la industria de la construcción, química, cerámica, vidrio, farmacéutica, cosmética y alimenticia.

En lo referente a este tipo de yacimientos minerales, en la superficie de la carta no existen trabajos de explotación a gran escala, los que se localizaron son de poco desarrollo y actualmente la mayoría de las minas se encuentran inactivas; las sustancias identificadas son: yeso, caolín y carbón.

YESO.

De manera general su explotación ha sido esporádica y a pequeña escala; su uso es principalmente en la industria de la construcción como material de cubierta y/o acabados; a nivel industrial como controlador del tiempo de fraguado del cemento Portland así como la velocidad con que la pasta del cemento desarrolla resistencia, y el encogimiento de los productos del cemento durante el secado, también es utilizado en la manufactura de moldes para la fabricación de artículos sanitarios, alfarería, vaciado de metales y objetos decorativos; en menor proporción es utilizado en la

agricultura para mejorar la estructura del suelo quebrando la arcilla compactada y mejorando la porosidad, ayudando en el desagüe, proporciona calcio soluble y azufre como sulfato, neutraliza compuestos de sodio en suelos alcalinos y neutraliza las aguas de irrigación de alto contenido de sodio, conserva el nitrógeno en el estiércol y estimula

microorganismos del subsuelo (Alderete M. M. J., 1980). Generalmente se utiliza como es minado, sin embargo en ciertos casos se utilizan diferentes formas de beneficio para mejorar el producto.

La infraestructura minera que existe para las minas localizadas dentro de la carta se considera de regular a buena, en virtud de los requerimientos necesarios para su explotación, ya que algunas minas cuentan con caminos de acceso (brechas) o se ubican en las cercanías de la carretera pavimentada, aunado a ello, el sistema de minado por lo general es a cielo abierto, motivo por el cual no es necesario instalaciones o condiciones especiales para el desarrollo de trabajos de extracción.

Actualmente existen tres minas en actividad ubicadas en el sector suroeste de la carta; Belinda, El Gatún y Los Morteros; Belinda se encuentra en la zona mineralizada La Esperanza, la cual consiste de un tajo cuyas dimensiones son 400 m de largo, 150 m de espesor, dentro de este existen horizontes de yeso de alta calidad en el contenido de Ca SO₄, la profundidad varía de 15 a 20 m; de esta mina se desconocen datos de producción en virtud de que no fue proporcionada la información solicitada; la forma que presenta el depósito es de manto, sigue una dirección predominante de N800E con buzamiento de 650 al SE, la roca encajonante pertenece al Grupo Cuchillo (Kbp Cz-Lu).

El Gatún se localiza en el distrito minero Plomosas, consiste de un tajo cuyas dimensiones son 200 m de longitud, 90 m de espesor y un desnivel de 30 m; actualmente produce 11 000 t/mes, de las cuales 9,000 toneladas son utilizadas para la elaboración de yeso para construcción, y 2,000 toneladas para la industria cementera; el manto tiene una dirección que varía de NW200-290SE con buzamiento de 620 a 800 al SW, la roca encajonante pertenece al Grupo Cuchillo (Kbp Cz-Lu).

Los Morteros se ubica en la zona mineralizada La Esperanza, presenta un afloramiento de 400 m de longitud, existen 4 tajos con dimensiones que varían desde 40 m hasta 120 m de longitud por 20 m de ancho y 12 m de profundidad; de esta mina se desconocen datos de producción en virtud de que no fue proporcionada la información solicitada; la forma que presenta el depósito es de manto, sigue una dirección predominante de N370E con buzamiento de

350 al SE, la roca encajonante pertenece al Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu).

El yeso se encuentra formado por minerales de sulfato de calcio, los cuales son depositados por precipitación de soluciones acuosas donde la concentración de los componentes y las condiciones físicas son las adecuadas, la mayoría de los depósitos son originados por la evaporación de salmuera marina en un clima seco. El yeso es la forma doblemente hidratada del sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y es considerado dentro de la familia de los minerales industriales. Se encuentra en común asociación con la anhidrita (CaSO_4) la cual tiene poco valor económico (Alderete M. M. J., 1980).

El potencial dentro de la carta es atractivo porque el yeso se encuentra en la mayoría de los casos en rocas de la Formación Cuchillo, la cual en el marco del presente trabajo se incluye dentro del Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu), esta formación descansa sobre la Formación Las Vigas y subyace a la Formación Aurora, el yeso es generalmente compacto y sacaroide por lo que es fácilmente industrializable.

CAOLÍN.

Dentro de la carta solamente se identificó una localidad con caolín, en la mina El Alamo, ubicada en el sector sureste de la carta, sobre el flanco poniente de la sierra El Ocotillo. El caolín es una arcilla que consiste de caolinita o minerales arcillosos relacionados, ya que por su naturaleza puede ser beneficiado para que sea blanco o casi blanco, puede ser beneficiado por métodos conocidos para hacerlo utilizable para uso en cerámica blanca, papel, hule, pintura y usos farmacéuticos. Mineralógicamente es un silicato hidratado de aluminio. Los caolines pueden encontrarse en un amplio rango de purezas, de acuerdo a ello se dividen en arcilla china (China clays), arcilla bola o arcilla grasa (ball clays), arcilla refractaria (fire clays) y arcilla para hacer gres (pasta hecha con arcilla de barro cocido y cuarzo, que después de cocida a elevada temperatura, es resistente, impermeable y refractaria, (stoneware clays) (Alderete M. M. J., 1980).

La infraestructura es deficiente, ya que no cuenta con camino de acceso. Actualmente no existe actividad minera.

La mina El Alamo consiste de un tajo de 10 m de ancho, 30 m de largo y 15 m de profundidad.

El caolín es el producto de la alteración de la riolita (To R-TR) a la cual le sobreyace basalto (Tm Cgp-B), la forma que presenta es irregular.

La génesis del depósito es por alteración de la roca riolítica, es considerado como de origen primario.

El potencial es reducido, ya que el caolín se presenta únicamente en el contacto entre riolita y basalto.

CARBÓN.

Dentro de la carta se identificó una localidad con manifestación de carbón, en la mina El Carbón, ubicada en el sector sureste de la carta, sobre el flanco sur poniente de la sierra El Ranchito, en las inmediaciones del rancho El Cariño.

En el año 1977 el C.R.M. realiza una campaña de exploración, cubriendo una superficie de 150 km² con geología a detalle, además complementándola con la ejecución de 12 barrenos a diamante, con un total de 723.1 m perforados, siendo el espesor máximo de carbón cortado por la barrenación de 0.20 m en promedio, cuya calidad es muy variable, por lo general es mala. Actualmente no existe actividad minera.

Se conoce la existencia de carbón en las localidades de los arroyos Jasso, Tres Hermanos y La Mina, localizados al sureste de la ciudad de Ojinaga, Chih.

En el área se encuentran aflorando las formaciones Ojinaga (Kcet Lu-Cz), San Carlos (Kcoss Ar) y Picacho (Kcm Lu-Ar), cabe señalar que esta última formación no fue cartografiada en este sector de la carta, debido a que sus afloramientos no cumplen con las dimensiones requeridas. El horizonte carbonífero se encuentra contenido dentro de la Formación Picacho entre las facies marina y continental; la facies continental corresponde a la parte basal y se encuentra constituida por una alternancia de lutita gris oscuro y arenisca con inclusiones de nódulos calcáreos y exogyras en abundancia, la cima de esta facie está formada por una arenisca blanca homogénea, la cual es buena guía estratigráfica y corresponde a la base del horizonte carbonífero, el cual consiste de antracita, considerado como de baja calidad, con espesores en la superficie que varían

desde 0.35 m a 0.50 m, y una dirección de NE 250 a 680 con buzamientos de 100 a 160 al SE.

Se interpreta que estos depósitos son de origen deltaico y son formados a partir fuentes orgánicas.

El potencial se considera reducido, principalmente por las dimensiones y calidad del horizonte de carbón.

Con base a las características físicas, condiciones geológicas y facilidad para su extracción, se proponen localidades como prospectos de:

ARENA SÍLICA.

Se ubica en el sector suroeste de la carta, sobre la laguna El Cuervo, consisten básicamente de depósitos lagunares y eólicos, es necesario realizar trabajos de muestreo de detalle, con el objetivo de determinar con mayor precisión la granulometría, contenidos de SiO₂ e impurezas, para que con base a los resultados obtenidos determinar sus usos, bajo las especificaciones del mercado. Las dimensiones varían desde 500 m a 600 m de longitud, 50 m a 100 m de ancho y 5 m de desnivel.

ZEOLITA.

Las zeolitas corresponden a un grupo de aluminio-silicatos hidratados de metales alcalinos y alcalino-térreos, constituidos de aproximadamente 40 especies minerales como consecuencia de sus variadas aplicaciones, la zeolita natural ha despertado gran interés, de ahí que recientemente se ha intensificado internacionalmente la prospección, exploración y evaluación de nuevos yacimientos (CRM, 1993).

Dentro de la carta se localizaron pequeñas manifestaciones de zeolita, específicamente clinoptilolita, heulandita, wairakita y estilbita, identificadas por medio de análisis de difracción y fluorescencia de rayos x; ubicadas en la porción noreste de la carta, en las cercanías del rancho Los Reyes; se propone para un trabajo de detalle con la finalidad de definir su potencial. La roca encajonante está constituida por toba riolítica (Tm R-TR), de color blanco a gris claro de textura fina a media (piroclástica), en estratos delgados que varían de 0.5 a 3.0 cm, la toba cubre parcialmente a una arenisca de color café claro incipientemente consolidada (Tm(?) Cgp-Ar). El origen se interpreta como el resultado de la reacción entre ceniza volcánica vítrea y agua meteórica.

FELDESPATO.

Aunque el término feldespato no es un nombre de un mineral específico, es utilizado para designar a un grupo de minerales afines, los cuales son abundantes en las rocas ígneas y cuya composición está constituida por silicatos de aluminio en combinación con cantidades variables de potasio, sodio y calcio, ocurren en forma muy común en rocas pegmatíticas y graníticas. Se ubica en el sector centro de la carta, 2 km al oeste del poblado San Pedro; la roca encajonante consiste de toba riolítica (To R-TR), la cual contiene feldespato potásico en una proporción que varía de 1 a 10% del volumen total de la roca, identificado por medio de análisis de difracción y fluorescencia de rayos x; se propone como área prospectiva el intrusivo granítico (To Gr) localizado en el sector centro de la carta, en las inmediaciones del rancho San Eduardo, en virtud de que megascópicamente se observan abundantes fenocristales de feldespato, este cuerpo intrusivo presenta una forma semicircular con un diámetro aproximado de 3 km.

ARCILLA.

Existen diferentes factores que se deben considerar en las pruebas de arcilla que es difícil saber cuáles incluir en una evaluación. En la arcilla no hay sólo una gran variedad de minerales arcillosos con una gama de propiedades, sino también impurezas en proporciones variables. Existe una amplia variedad de productos cerámicos producidos por diferentes procesos y también la gran multiplicidad de usos no cerámicos complica aún más la evaluación de la arcilla, porque las propiedades críticas de la arcilla que necesitan considerarse en las pruebas están en función directa de los requerimientos del mercado. En el marco del presente trabajo, el área prospectiva se ubica en el sector centro de la carta, 3 km al suroeste del rancho La Virgen; consiste de un horizonte limo-arcilloso, agrupado bajo la nomenclatura Tm (?) Cgp-Ar; cuyas dimensiones son 15 m de espesor y 150 m de largo, se interpreta que su origen es a partir de una cuenca cerrada; se requiere realizar trabajos de investigación sobre el procesamiento paralelamente con muestreo de detalle, para que con base a los resultados obtenidos determinar sus usos, bajo las especificaciones del mercado.

SALES.

Cabe señalar que se colectaron algunas muestras para análisis químico, mediante la realización de pozos cuyas dimensiones en promedio fueron de 0.40 m de diámetro y 0.40 m de profundidad, sobre las

lagunas El Uno y El Cuervo, con la finalidad de identificar la presencia de sales de Na, K, Li y Mg, los resultados fueron negativos.

V.- MODELO DE YACIMIENTOS

Los yacimientos predominantes dentro de la carta son depósitos como producto de introducción de componentes epigenéticos, cuyo origen es a partir de fluidos hidrotermales ascendentes, asociados a

cuerpos intrusivos; en menor proporción singenéticos y por metasomatismo de contacto. El emplazamiento de la mineralización se realizó como relleno de espacios abiertos y reemplazamiento (**Figura 25**).

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La región se encuentra en una etapa de madurez correspondiente a un clima árido, con un avanzado grado de erosión de las estructuras geológicas y drenajes bien integrados, salvo en la porción occidental, donde este drenaje no se encuentra bien integrado.

Se estableció la estratigrafía del área, dentro de la cual se identificaron y cartografiaron las unidades siguientes:

Paleozoico: Verde (Ppi Lu-Ar), Plomosas (Ppi Lm-Cgp), El Pastor (Pcppi Cz), Monillas (Pdmcp Cz-Lu), Solís (Posdm Cz-Lu) y Sóstenes (Po Cz-Lu).

Mesozoico: Sacramento (KmTpa Cgp-Ar), Picacho Kcm Lu-Ar), San Carlos (Kcoss Ar), Ojinaga (Kcet Lu-Cz), Grupo Washita (Kce Cz-Lu), Loma de Plata (Kas Cz), Benevides (Kams Lu-Cz), Grupo Aurora (Kaim Cz-Lu), Grupo Cuchillo (Kbap Cz-Lu), Las Vigas (Kvh Ar-Lu), Navarrete (Kbev Cz-Lu) y La Casita (Jko Cz-Lu).

Cenozoico: brecha andesítica (Tm (?) BvA), conglomerado polimíctico con intercalaciones de basalto (Tm (?) Cgp-B), conglomerado polimíctico con horizontes de arenisca (Tm (?) Cgp-Ar), basalto (To B), riolita y toba riolítica (To R-TR), andesita (To A), latita (To La), así como diversos cuerpos intrusivos tales como: pórfido riolítico (To PR), pórfido andesítico (To PA), granito (To Gr), tonalita (To Tn), pórfido

dacítico (To PDa) y pórfido riolítico (Pp PR), también existen depósitos recientes como son: conglomerado polimíctico (Qpt Cgp y Qho Cgp), lacustre (Qho la), limo-arena (Qho lm-ar), eólico (Qho eo) y aluvión (Qho al).

Las estructuras geológicas consisten de pliegues anticlinales y sinclinales cuyos ejes se orientan preferentemente NW-SE, estas estructuras se encuentran flexionadas y en ocasiones sensiblemente rotadas. La deformación dúctil se localiza únicamente sobre las rocas paleozoicas; mientras que la deformación dúctil-frágil se ubica en toda la superficie de la carta representada por pliegues anticlinales y sinclinales, los cuales en ocasiones son de amplio radio de curvatura, dando la apariencia de monoclinales, algunas veces se observan cerrados y en algunos casos presentan cierta recumbencia, así como cabalgaduras con vergencias tanto al NE como al SW; por último, la deformación frágil está evidenciada por fallas de tipo normal con una orientación preferencial NW-SE formando fosas y pilares.

El basamento se encuentra afectado por la orogenia Grenvilliana; mientras que las unidades paleozoicas presentan evidencias de las orogenias Taconiana y Apalacheana, el evento compresivo laramídico es el mejor representado en la carta y afecta principalmente a la secuencia sedimentaria mesozoica; así mismo está bien definido el evento distensivo asociado a la formación de la provincia fisiográfica de Cuencas y Sierras.

Con la realización de la cartografía integral se identificaron dos distritos mineros, cuatro zonas mineralizadas y dos áreas mineralizadas; la mineralización consiste de Pb, Zn, Cu, Ag, Au y Fe, ocurre en forma de veta, manto y stockwork, de origen hidrotermal y por reemplazamiento; se interpreta que la edad de la mineralización es Oligoceno, relacionada íntimamente a cuerpos ígneos intrusivos; así mismo existe mineralización de Cu de origen singenético en la zona mineralizada Cuchillo Parrado. Actualmente no existe actividad minera de ninguna clase.

La infraestructura minera consiste de dos plantas de beneficio, una localizada en la unidad minera Plomosas, con una capacidad de 60 t/día; la otra se ubica en el poblado de Coyame, Chih., consiste de una planta para lixiviación de minerales de Cu, con una capacidad de 100 t/día; la mayor parte de las zonas mineralizadas no cuenta con servicio de energía eléctrica, mientras que los insumos y la mano de obra calificada se encuentran en la ciudad de Chihuahua.

Con relación a los yacimientos de minerales no-metálicos los que se localizaron son: yeso, caolín y carbón, así como algunos prospectos de arena sílica, arcilla, zeolita y feldespato; cabe señalar que la mayoría de los trabajos de extracción de estos minerales son a baja escala. Estos recursos minerales en la actualidad son poco aprovechados, debido principalmente al desconocimiento de las características de los mismos, así como sus usos, procesamiento y mercado, a la falta de infraestructura en algunos casos, problemas ejidales (tenencia de la tierra) y la lejanía del lugar de consumo.

RECOMENDACIONES

VII.- PROBLEMAS NO RESUELTOS

No se determinó con precisión el evento geológico que dio origen a las rocas volcánicas intermedias, que se localizan en la margen del río Bravo, si están relacionadas a la provincia de Cuencas y Sierras o pertenecen a la de Transpecos, y si esta última provincia se encuentra del lado mexicano, de ser así falta delimitarla.

Debido a que la mayoría de los cuerpos intrusivos se encuentran alterados, no fue posible coleccionar muestras para determinaciones isotópicas, desconociéndose las

Para futuras exploraciones de minerales metálicos se recomienda lo siguiente:

Determinar con precisión los controles de la mineralización, ya que en la región existen controles estratigráficos, litológicos y estructurales.

En los análisis químicos considerar a los elementos Cd, Ge y V, en virtud de que en el distrito minero Plomosas los obtenían como subproductos. En las zonas mineralizadas se recomienda mayor detalle geológico con un amplio análisis estructural y estratigráfico, complementándolos con estudios de oclusiones fluidas, paragenéticos y minerografía, con la finalidad de determinar la paragénesis y el zoneamiento de las entidades mineralizadas, en virtud de que las zonas mineralizadas presentan condiciones geológicas apropiadas para contener yacimientos de rendimiento económico.

Para un aprovechamiento integral de los minerales no-metálicos se recomienda partir desde el punto de vista industrial y no puramente minero, realizando análisis suficientes para determinar los usos de la materia prima, complementados con un estudio de mercado, para conocer los requerimientos de los posibles clientes.

Debido al bajo valor unitario de la mayor parte de estos minerales, debe procurarse dar el mayor valor agregado al producto y trabajar un mayor volumen, sólo de esta manera se logrará la rentabilidad en el aprovechamiento de muchos depósitos carentes de infraestructura y localizados en lugares alejados de los centros de consumo.

edades de emplazamiento de estos cuerpos y de la mineralización asociada.

No se determinó con precisión la edad del conglomerado polimíctico TR-Jm Cgp, ya que Bridges (1965) lo considera como la cima de la Formación Plomosas (Ppi Lm-Cgp), mientras que García, E. (1985), le asigna una edad del TR-J.

BIBLIOGRAFÍA.

- Alderete, M. M. J.**, 1980, *Yacimientos y Posibilidades de Aprovechamiento Industrial de Minerales No Metálicos, en el Estado de Chihuahua*. Tesis Profesional para Obtener el Título de Ingeniero Industrial en Química. Instituto Tecnológico Regional de Chihuahua.
- Araujo M. J., Casar G.R.**; 1987, *Estratigrafía y Sedimentología del Jurásico Superior en la Cuenca de Chihuahua, Norte de México*, Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, Vol. XIX, No. 1, pp. 6-27.
- Arenas P. R.**; 1982, *Estudio Estratigráfico-Sedimentológico de Rocas Sedimentarias del Albiano-Cenomaniano, en el Área Coyame-La Perla, Estado de Chihuahua*, Tesis Profesional; Instituto Politécnico Nacional; Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, México, D. F.
- Aubouin J.**, 1981, *Les Grands Traits L'évolution des Chaines de Montagnes; Tethys et Pacifique, Collision et Subduction*. Revista; UNAM, Instituto de Geología. Vol. 5, Núm. 2; p. 239-253.
- Bridges L. W.**; 1966, *Geología del Área de Plomasas, Chihuahua*; Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de México, Boletín No.74, pp. 1-134.
- Bridges L. W.**, 1970, *Paleozoic History of the Southern Chihuahua Tectonic Belt*. Memorias del Symposium in Honor of Professor Ronald K. DeFord. The West Texas Geological Society; p. 67-74.
- Campa M. F., Coney P. J.**, 1984, *Terrenos Sospechosos de Aloctonia y Acreción del Occidente y sur del Continente Norteamericano*. Boletín, UNI-SON, Departamento de Geología, Vol. 1, No. 1; p. 1-24.
- Clark K. F., Foster, C. T., and Damon, P. E.**, *Cenozoic Mineral Deposit and Subduction-Related Magmatic Arc in Mexico*. Geological Society of America. Bulletin, V. 93, p.p. 533-544.
- Coney P. J.**, 1978, *Mesozoic-Cenozoic, Cordilleran Plate Tectonic*. Geological Society of America Memoir 152, p.p. 33-50.
- Coney P. J., Evenchick C. A.**, 1994, *Consolidation of the America Cordilleras*. Revista, Journal of South American Harth Siences, Vol. 7; p. 241-262.
- Córdoba D. A., Rodríguez T. R., Guerrero G. J.**, 1970, *Mesozonic Stratigraphy of the Northern Portion of the Chihuahua Trough*. Memorias del Symposium in Honor of Professor Ronald K. DeFord. The West Texas Geological Society; p. 83-97.
- C.R.M., Alcántara D. J.**; 1977, *Informe Final del proyecto Carbón, Ojinaga, Chih.*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M., Viveros J. M.**; 1977, *Informe Final de los Trabajos de Exploración para Sales de Potasio, en la Estructura Salina de Cuhillo Parado*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M., López M. O. M.**; 1978, *Informe de la visita a la Mina "Aurora"*, Municipio de Coyame, Chih., Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M., Serrano C. N.**; 1979, *Proyecto de Exploración en el Fundo El Negro*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M., González G. J. A.**; 1986, *Informe de la Visita de Reconocimiento al Fundo El Negro*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M.**; 1991, *Visita de Reconocimiento Realizada al Lote Minero "La América"*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M., Hernández V. M.**; 1991, *Reconocimiento Geológico Minero de la Mina San Antonio*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M.; Pineda R. A. y Trejo R. A.** 1993, *Explotación, Metalurgia y Comercialización de Minerales No Metálicos*; Curso de Actualización. (Inédito)
- C.R.M., Robles H. D.**; 1994, *Resultado de la Verificación de las Anomalías Detectadas con Helicóptero*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M.**; 1994, *Monografía Geológico-Minera del Estado de Chihuahua*; pp. 141-148.

- C.R.M De la Fuente L. F.;** 1994, *Informe Geológico Minero del Lote "La Verdad"*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M., De la Fuente L. F.;** 1995, *Estudio Evaluativo para el Desarrollo Minero de la Región de Coyame, Chih.*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M., Robles H. D.;** 1996, *Informe Geológico de Evaluación Preliminar de la Visita de Reconocimiento a la Concesión Minera de Exploración "La Fortuna"*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M., Padilla P. M. L., Herrera G. D., Hernández V. M., Pérez de la C. J. A., García G. J., Torres y E. J. A.;** 1997, *Informe de la Carta Geológico-Minera y Geoquímica, Hoja Chihuahua H13-10*; Escala 1:250 000, (Inédito).
- C.R.M.;** 1998, Mérida M. R., Alam H. C. E., Hernández P. I.; *Texto Guía de la Carta Magnética "Ciudad Delicias"*, H13-11, Estado de Chihuahua, Escala 1:250 000, p.p. 8.
- C.R.M., Hernández A. J. A.;** 1998, *Visita de Reconocimiento a los fundos Mineros "La Armonía y La Armonía II"*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- C.R.M., Hernández V. M.;** 1998, *Informe Geológico Minero de la Visita de Reconocimiento Realizada al Lote "La Chayito"*, Archivo Técnico C.R.M. (Inédito).
- Damon P. E., Shafiqullah M., Clark K. F.,** *Evolución de los Arcos Magmáticos en México y su Relación con la Metalogénesis.* Revista; UNAM, Instituto de Geología. Vol. 5, Núm. 2; p. 223-238.
- Dana S. E. y Ford E. W.;** 1982, *Tratado de Mineralogía*, Cia. Editorial Continental, S. A. de C.V., México, D.F., Décima Impresión.
- De Cserna Z.;** 1966, *Notas Sobre la Geología de la Región de Placer de Guadalupe y Plomosas, Estado de Chihuahua*, Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de México, Boletín No.74, pp. 135-143.
- Eguiluz de A. S.;** 1984, *Tectónica Cenozoica del Norte de México.* Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros; Vol. XXXVI, No. 1; p p. 43-62.
- Escandón V. F. J.;** 1971, *Controles de la Mineralización en el Distrito Plomosas, Chihuahua;* Memoria de la IX Convención Nacional de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, Hermosillo, Son., pp. 217-223.
- Escandón V. F. J.;** 1975, *Plomosas Stratiform Lead and Zinc Deposits. A Discussion of Their Origen;* Society of Mining Engineers, AIME, Vol. 258, pp. 128-131.
- González R. J.;** 1956, *Memoria Geológico-Minera del Estado de Chihuahua*, Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de México, pp. 177-191.
- Gries C. J., Haenggi W. T.,** 1970, *Sructural Evolution of the Eastern Chihuahua Tectonic Belt.* Memorias del Symposium in Honor of Professor Ronald K. DeFord. The West Texas Geological Society; p. 119-136.
- INEGI;** 1984, *Carta Geológica Ojinaga, H13-8*, Escala 1:250 000, Primera Impresión.
- Instituto Mexicano del Petróleo;** Escamilla H. A., Hernández M. J., Eguizabal M. F. J., 1991, *Estudio Integral del Paleozoico en Chihuahua y Coahuila*, Informe Interno del Proyecto CAO-3515 (Inédito).
- López I. M.,** 1986, *Petrología y Radiometría de Rocas Igneas y Metamórficas de México.* Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. XXXVIII, No. 2; p. 59-97.
- López R. E.,** 1981, *Paleogeografía y Tectónica del Mesozoico de México.*, Revista; UNAM, Instituto de Geología. Vol. 5, Núm. 2; p. 158-177.
- Martínez C. A.;** 1980, *Estratigrafía del Cretácico de la Cuenca Chihuahua-Sabinas*, Tesis para Obtener el Título de Ingeniero Geologo; Instituto Politécnico Nacional; Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, México, D. F.
- Martínez P. D.,** 1988, *Distribución Actual e Isopacas de las Rocas Paleozoicas en el Norte de los Estados de Sonora y Chihuahua.* Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. XXXVII, No. 2; p. 3-30.
- McDowell F. W., Clabaugh S. E.,** 1981, *The Igneous History of the Sierra Madre Occidental and its Relation to the Tectonic Evolution of Western Mexico.* Revista; UNAM, Instituto de Geología. Vol. 5, Núm. 2; p. 195-206.

P.E.M.E.X.; 1973, *Estudio Geológico del Prospecto Ojinaga*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X., Barradas J. J. P.; 1974, *Estudio Geológico del Prospecto Coyame*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X., Ferreiro M. R.; 1980, *Informe Geológico del Prospecto Mojina-Tacubaya*, Estado de Chihuahua. Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X.; 1981a, *Informe Final de los Trabajos de Geología Superficial de Detalle Estructural del Prospecto Tosisihua del Estado de Chihuahua*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito). Brigada Geológica (NEGS-38) Geoca S.A. (Geólogos Consultores Asociados).

P.E.M.E.X., Guzmán G. A. J.; 1981b, *Informe Geológico del Prospecto Estación*, Estado de Chihuahua, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X.; 1982a, *Exploración Geológica Petrolera de Detalle Estructural en el Prospecto El Tule, Estado de Chihuahua*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito). Estudios Geotécnicos, S.A.

Hernández A., P.E.M.E.X.; 1982b, *Prospecto Boquilla*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

Hernández A., P.E.M.E.X.; 1982c, *Prospecto Chilicote*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X.; 1982, Bis, *Estudio de Geología Superficial de Detalle Estructural, Prospecto Juárez-Guadalupe; Estado de Chihuahua*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito). p.p. 16.

P.E.M.E.X.; 1983a, *Exploración Geológica Petrolera de Detalle Estructural del Prospecto Las Damas*, Estado de Chihuahua, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X., Quintal P. A.; 1983b, Informe Final de Detalle Estructural del Prospecto Placer de Guadalupe, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X., Guzmán G. J.; 1983, *Informe Geológico del Prospecto Candelaria*, Estado de Chihuahua, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X., Cabrera C. C.; 1984, *Informe Geológico de Detalle Estructural del Prospecto El Carrizo*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X., Salinas C. R.; 1985a, *Prospecto El Granero-Chapo*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

P.E.M.E.X., García E. J.; 1985b, *Prospecto Hueso-Pilares*, Informe Interno P.E.M.E.X. (Inédito).

Plauchut B., Tardy M., Blanchet R., Zimmerman M., Cabezas P., Rosaz T. Y Sosson M., 1989, *Estude Geologique des Cordilleres Nord – Americaines*. Production of Soc. Nat. Elf Aquitaine; p. 215-295.

Rangin C., 1981, *Aspectos Geodinámicos de la Región Noroccidental de México*. Revista; UNAM, Instituto de Geología. Vol. 5, Núm. 2; p. 186-194.

Sáenz A. P., Ramírez y Asociados Consultores.; 1992, *Informe de la Evaluación Geológica-Minera en el Lote La Martinica, Municipio de Aldama, Chih.*, Informe del Concesionario (Inédito).

Sociedad Geológica Mexicana A.C.; 1994, *IV Excursión Geológica al Mesozoico de Chihuahua*, Libreto Guía (Inédito).

Sociedad Geológica Mexicana A.C.; Universidad Autónoma de Chihuahua.; 1985, *Excursión Geológica, Chihuahua-Placer de Guadalupe*; Libreto Guía (Inédito).

Tovar Rodríguez Jorge C.; 1981, *Provincias con Posibilidades Petroleras en el Distrito Chihuahua*. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. XXXIII, No. 1; p.p. 25-51.

