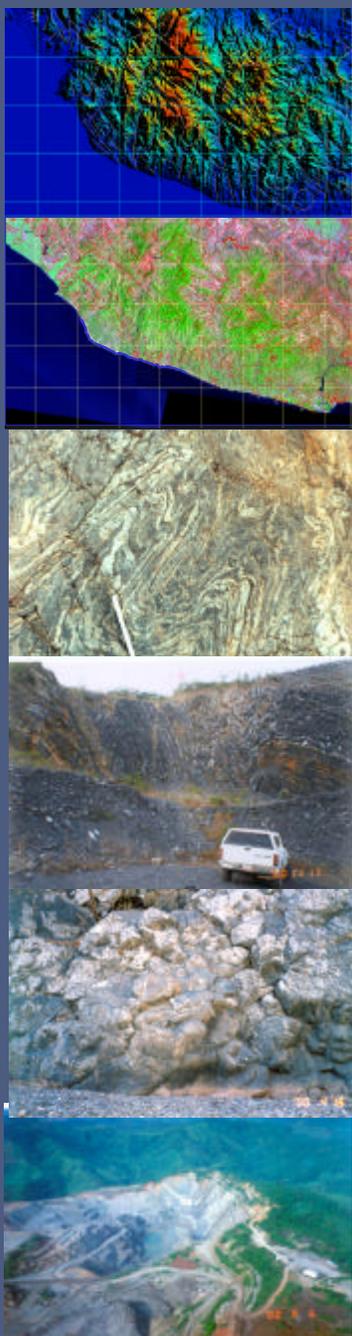




# CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



**CARTA GEOLÓGICO-MINERA  
LAZARO CARDENAS  
ESCALA 1: 250,000  
ESTADOS DE MICHOACAN, COLIMA Y GUERRERO**

2000



**CARTA GEOLOGICO-MINERA  
LAZARO CARDENAS E13-6-9, ESCALA 1:250,000**

**CONTENIDO**

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>I.- INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
<b>I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO</b>	<b>3</b>
<b>I.2.- TRABAJOS PREVIOS</b>	<b>4</b>
<b>I.3.- MÉTODO DE TRABAJO</b>	<b>5</b>
<b>II.- GEOGRAFÍA</b>	<b>6</b>
<b>II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA</b>	<b>6</b>
<b>II.2.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN</b>	<b>6</b>
<b>II.3.- FISIOGRAFÍA</b>	<b>7</b>
<b>III.- GEOLOGIA</b>	<b>7</b>
<b>III.1 MARCO GEOLOGICO</b>	<b>7</b>
<b>III.2.- ESTRATIGRAFIA</b>	<b>9</b>
<b>III.2 Terreno Guerrero</b>	<b>9</b>
<b>III.2.1. a.- Complejo Arteaga</b>	<b>9</b>
<i>Gneiss-Esquistos (Pp Tr Gn-E)</i>	<b>9</b>
<i>Formación Jaltomate (Tr E-F)</i>	<b>11</b>
<i>Formación Varales (Tr Ji Mar F)</i>	<b>12</b>
<i>Granito Tumbiscatio (Jo Kh Gr)</i>	<b>13</b>
<b>III.2.1.b.- Subterreno Zihuatanejo</b>	<b>13</b>
<i>Secuencia Metavolcanico Sedimentaria (Kbev MVs)</i>	<b>14</b>
<i>Formación Tecalitlán (Kbap A-BvA)</i>	<b>14</b>
<i>Formación Tepalcatepec (Kapa TA-Lm)</i>	<b>15</b>
<i>Formación Zihuatanejo</i>	<b>17</b>
<i>Miembro La Unión (Kapa Ar-Cz)</i>	<b>17</b>
<i>Miembro Ixtapa Mixto (Kapa A-Cz)</i>	<b>19</b>
<i>Formación Madrid (Kapa Lu-Cz)</i>	<b>20</b>
<i>Miembro Ixtapa Calcáreo (Kace Cz)</i>	<b>21</b>
<i>Formación Cerro La Vieja (Ktco Ar-Cgp)</i>	<b>21</b>
<b>III.2.2 Rocas intrusivas</b>	<b>22</b>
<i>Batolito de Michoacán-Guerreo (Tpae Gr-Gd)</i>	<b>22</b>
<i>Intrusivo Arteaga</i>	<b>22</b>
<i>Intrusivo La Mira</i>	<b>23</b>
<i>Intrusivo San José de Chila</i>	<b>23</b>
<i>Intrusivo de Los Pozos</i>	<b>23</b>
<i>Intrusivo Aquila</i>	<b>24</b>
<i>Intrusivo de Ostula</i>	<b>24</b>
<i>Intrusivo Tizuapán</i>	<b>25</b>
<i>Apófisis Villa Victoria</i>	<b>25</b>
<i>Apófisis Ixtala</i>	<b>25</b>
<i>Intrusivo La Huacana</i>	<b>25</b>
<b>III.2.3.- Sierra Madre del Sur</b>	<b>26</b>
<i>Andesita-Dacita Filo Mayor (Teo A-DA )</i>	<b>26</b>
<i>Tobas Riolíticas (Tom TR)</i>	<b>26</b>

<b>III.2.4.- Eje Neovolcánico</b>	<b>27</b>
<i>Basalto (Qpt B)</i>	27
<i>Formación Atenquique (Qpt Lh)</i>	27
<b>III.2.5.- Depósitos Cuaternarios</b>	<b>28</b>
<i>Arenisca-Conglomerado (Qpt Ar-Cgp)</i>	28
<i>Palustres (Qpt Pa)</i>	28
<i>Aluvión (Qho Al)</i>	28
<i>Depósito Litoral(Qpt Li) y Palustre (Qho Pa)</i>	28
<b>III.3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL</b>	<b>29</b>
<b>III.3.1.- Interpretación del modelo digital de elevación</b>	<b>29</b>
<b>III.3.2.- Interpretación de imagen de satélite</b>	<b>30</b>
<b>III.3.3.- Descripción de estructuras</b>	<b>31</b>
<b>III.3.3.1.- Deformación dúctil</b>	<b>31</b>
<b>III.3.3.2.- Deformación dúctil-frágil</b>	<b>31</b>
<b>III.3.3.3.- Deformación frágil</b>	<b>32</b>
<b>III.4. TECTONICA</b>	<b>34</b>
<b>IV.- YACIMIENTOS MINERALES</b>	<b>35</b>
<b>IV.1.- METÁLICOS</b>	<b>35</b>
<b>IV. 1.1.- Introducción</b>	<b>35</b>
<b>IV.1.2.- Antecedentes</b>	<b>35</b>
<b>IV.1.3.- Minas en explotación</b>	<b>37</b>
<b>IV.1.4.- Infraestructura minera</b>	<b>37</b>
<b>IV.1.5.- Distrito minero Las Truchas</b>	<b>38</b>
<b>IV.1.6.- Distrito minero Aquila</b>	<b>39</b>
<b>IV.1.7.- Distrito Minero La Minita</b>	<b>40</b>
<b>IV.1.8.- Área mineralizada Arroyo Seco</b>	<b>42</b>
<b>IV.1.9.- Área mineralizada Cerro Bola</b>	<b>42</b>
<b>IV. 1.10.- Área mineralizada Los Pozos</b>	<b>44</b>
<b>IV.1.11.- Área mineralizada Ahijadero</b>	<b>45</b>
<b>IV.1.12.- Área mineralizada Tumbiscatio</b>	<b>46</b>
<b>IV.I.13.-Área mineralizas El Costeño</b>	<b>47</b>
<b>IV.1.14.- Área mineralizada El Jovero</b>	<b>48</b>
<b>IV.1.15.- Área mineralizada El Zorrillo</b>	<b>49</b>
<b>IV.2.- ZONAS PROSPECTIVAS</b>	<b>50</b>
<b>IV.3.- NO METALICOS</b>	<b>50</b>
<b>IV.3.1.- Introducción</b>	<b>50</b>
<b>IV.3.2.- Antecedentes</b>	<b>50</b>
<b>IV.3.3.- Minas en Explotación</b>	<b>50</b>
<i>Yeso</i>	50
<i>Gravas y arenas</i>	51
<b>V.- MODELO DE YACIMIENTOS</b>	<b>52</b>
<b>VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>53</b>
<b>VII.- PROBLEMAS NO RESUELTOS</b>	<b>54</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	

## **ANEXOS**

**Tabla 1. Resultados petrográficos**

**Tabla 2. Yacimientos minerales**

**Tabla 3. Resultados de análisis químico**

**Tabla 4. Determinaciones isotópicas**

**Tabla 5. Yacimientos minerales no metálicos**

**Tabla 6. Observaciones de campo**



## **CARTA GEOLÓGICO MINERA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1: 250 000**

*Ing. Feliciano Barrios Rodríguez  
Ing. Raymundo Bastida Jiménez  
Ing. Enrique Rosales Franco.*

### **RESUMEN**

La carta se ubica al suroeste del estado de Michoacán, sureste del estado de Colima y Jalisco, noroccidente del estado de Guerrero; está limitada por las coordenadas geográficas 17°50' a 19°00' de latitud norte y 102°00' a 104°00' de longitud oeste, cubre una superficie cartografiada de 17,842 km<sup>2</sup>

Dentro del contexto tectónico, la carta queda comprendida dentro del Terreno Guerrero (Coney P. J. y Campa U. M. F., 1983), particularmente en el subterreno Zihuatanejo, el cual tiene cubierta terciaria que representa a la Sierra Madre del Sur y una cubierta cuaternaria relacionada al Eje Neovolcánico.

En esta carta se complementa la descripción de las unidades estratigráficas del subterreno Zihuatanejo (Vidal S. R., 1984), integrando como basamento a las rocas del Complejo Arteaga, una cubierta cretácica que agrupa a las unidades descritas por Vidal (op. cit.) así como a una secuencia metavolcánicosedimentaria que pudiera corresponder con el prisma acrecionario, la Formación Tecalitlán considerada como el macizo del arco y a la Formación Tepalcatepec como una secuencia transicional entre el arco y la cuenca y la unidad más característica de la cuenca es la Formación Madrid.

El Complejo Arteaga ha sido propuesto como basamento del Terreno Guerrero (Centeno, 1994), el cual consta de varias unidades; la más antigua es la unidad compuesta gneiss-esquistos de posible edad Triásico inferior (TRi Gn-E). Sobreyaciendo de manera concordante aflora la Formación Jaltomate también de edad Triásico inferior (TRi E-F); sobreyaciendo en ocasiones interdigitada, se presenta la Formación Varales de edad Triásico medio-Jurásico inferior (TR Ji MAR-F).

Las unidades mencionadas están intrusionadas por el Granito Tumbiscatío que consiste de metadiorita, metatonalita y metagranitos de dos micas de naturaleza peraluminica datados por Grajales y López (1984), con edades que varían de 127±3 Ma a 158 ± 5 Ma, que los ubican en un rango de Jurásico tardío-Cretácico inferior (JoKh MGr).

Sobreyaciendo a las rocas metamórficas, aflora una secuencia (Kbev(?MV)s) constituida principalmente por derrames de andesita, dacita, brecha, toba lítica, conglomerado y escasos horizontes calcáreos, basados en su posición estratigráfica se le asigna una probable edad del Cretácico inferior y pudiera representar un prisma acrecionario.

En el área de Tumbiscatío y Aguililla los gneises y esquistos están sobreyacidos por la Formación Tecalitlán (Kbap A-BvA) que se propone como el macizo del arco y está constituida por derrames, aglomerados y brechas andesíticas de edad Barremiano-Aptiano. Así mismo, la Formación Tepalcatepec (Kapa TA-Lm) cubre discordantemente a los gneises y esquistos; está definida como una secuencia transicional entre el arco y la cuenca, constituida en la base por brechas andesíticas, tobas, derrames dacíticos, areniscas y limolitas y hacia la cima lutitas, calizas subarrecifales y esporádicamente derrames andesíticos. En cambio de facies se tiene a la Formación Zihuatanejo, considerada de edad Aptiano-Albiano, conformada por el miembro Ixtapa mixto (Kapa A-Cz), constituido por una alternancia de derrames, aglomerados, brechas y tobas andesíticas intercalados con lentes de calizas y en cambio de facies aflora el miembro La Unión (Kapa Ar-Cz), que consiste de lechos rojos, conglomerados, areniscas, limolitas, tobas, brechas dacíticas y esporádicos lentes de caliza; representando la facies de cuenca se presenta la Formación Madrid (Kapa Lu-Cz) de edad Aptiano-Albiano, consistente de lutitas, calizas y en menor proporción areniscas. Sobreyaciendo a las unidades anteriores transicionalmente, y otras en forma discordante, afloran calizas arrecifales del miembro Ixtapa calcáreo de edad Albiano Cenomaniano (Kace Cz) depositadas en ambiente de plataforma.

A fines del Cretácico y principios del Terciario se emplazan cuerpos plutónicos (Tpae Gr-Gd) de composición granítica, granodiorítica, diorítica con facies de monzonitas y tonalitas, que constituyen el Batolito de Michoacán-Guerrero el cual aflora interrumpidamente a través de varios troncos y apófisis como son los de Arteaga, San José de Chila, La Mira, Ostula, Aquila, Los Pozos y Tizupan con edades que varían de 84 a 38 Ma.

En el Terciario se tiene vulcanismo relacionado con la Sierra Madre del Sur representado por las andesitas Filo Mayor (Teo A-Da) de edad Eoceno-Oligoceno, compuesta de lavas andesíticas porfídicas alternando con paquetes tobáceos y brechas dacíticas, las cuales están sobreyacidas por tobas riolíticas (Tom TR) de edad Oligoceno-Mioceno. En la porción noroccidental, cerca de la Presa de Infiernillo, aflora otro intrusivo granítico (To Gr) de edad Oligoceno intrusionando a andesitas Filo Mayor (Teo A-Da). Representando al Eje Neovolcánico se tienen coladas basálticas del Pleistoceno (Qpt B), asociados a depósitos de lahar (Qpt Lh).

Los depósitos recientes están constituidos por conglomerados intercalados con tobas basálticas del Pleistoceno (Qpt Ar-Cgp), limos fosilíferos (Qpt pa), arenas de litoral (Qho li), limos y arcillas palustres (Qho pa) y aluvión (Qho al).

La deformación dúctil, está bien desarrollada en las unidades Gneis-Esquistos (TRi Gn-E) Formación Jaltomate (TRi E-F) y Formación Varales (TR Ji MAR-F) en las que se han documentado dos fases de deformación. Como estructuras del dominio dúctil-frágil en la Formación Varales (TR Ji MAR-F) se pueden observar pliegues menores en forma de rodilla, redondeados, en abanico, acofrados y en chevrón, así como isoclinales verticales e inclinados; en las unidades cretácicas se tiene anticlinales, sinclinales y cabalgaduras. Las estructuras más importantes de este dominio son: El anticlinal de Coalcomán de tipo asimétrico con longitud de 60 km y un rumbo de N40°W y el anticlinal de Villa Victoria con una longitud de 30 km en la misma dirección.

La cabalgadura Los Pozos está caracterizada por la sobreimposición de la Formación Jaltomate sobre la secuencia metavolcánicosedimentaria, tiene una traza aproximada de E-W y una extensión de 50 km, el plano de despegue ha sido erosionado, originando una ventana en cuyo núcleo aflora la unidad metavolcánicosedimentaria.

La cabalgadura Playitas con un rumbo aproximado E-W y con una traza de 30 km, se caracteriza por la sobreimposición de la secuencia metavolcánicosedimentaria sobre el miembro La Unión de la Formación Zihuatanejo. La cabalgadura Apo con rumbo aproximado NW40°SE y una traza de 50 km, se caracteriza por la sobreimposición del miembro La Unión de la Formación Zihuatanejo, sobre el Complejo Arteaga, así como sobre varias unidades cretácicas. Esta estructura junto con la cabalgadura Playitas constituyen una escama tectónica y están relacionadas con el plano de despegue de la cabalgadura Los Pozos.

Las estructuras del dominio frágil están representadas por fallas de tipo normal de rumbo NW45°SE que conforman fosas y pilares, de los cuales los más sobresalientes son el graben de Apatzingán y el horst de Arteaga, los que son delimitados por las fallas Tepalcatepec y Aguillilla; también se tienen fallas laterales las cuales están representadas por un sistema en dos direcciones NW-SE y NE-SW y pueden ser tanto dextrales como sinestrales. Las de dirección NW-SE tienen un comportamiento muy homogéneo variando de 40° a 55° NW, se ubican desde el Puerto de Lázaro Cárdenas hasta el intrusivo de Ostula. Las fallas laterales de dirección NE-SW tienen rumbos que varían de 40° a 50° NE, predominando en la porción noroeste de la carta desde Ostula hasta Estapilla.

El Terreno Guerrero representa la evolución de una serie de arcos insulares del mesozoico, acrecionados al occidente del Cratón de Norteamérica (Coney P.J. y Campa U.M.F., 1983). Sin embargo la observación de la litología de su basamento permite suponer que se trata de secuencias vulcanosedimentarias con un metamorfismo y deformación más fuerte que las secuencias propiamente correspondientes al Terreno Guerrero, permitiendo interpretar que en el Triásico inferior se desarrollan arcos volcánicos intraoceánicos que sirvieron como sustrato para la edificación del Terreno Guerrero y al subterreno Zihuatanejo, el cual a su vez corresponde a un arco insular intraoceánico que evoluciona desde el Cretácico inferior al Cretácico superior y acreciona al continente durante el Terciario temprano (Orogenia Laramide) cuando se desarrollan esfuerzos de compresión que pliegan a todas las rocas preexistentes, imprimiendo a las rocas del complejo Arteaga una segunda deformación.

Los datos geocronológicos de las rocas ígneas de la Sierra Madre del Sur (Morán Z. D. *et al.*, 2000), permiten sugerir un arco magmático que evoluciona desde el Paleoceno hasta el Eoceno, predominando en la región de Michoacán y Guerrero y posteriormente migró hacia el oriente de Guerrero y occidente de Oaxaca teniendo una amplia distribución durante el Oligoceno; entre el Oligoceno tardío al Mioceno medio el magmatismo migró hacia el oriente del estado de Oaxaca. Este magmatismo en la carta está representado por el Batolito de Michoacán-Guerrero y por las rocas volcánicas que conforman las partes altas de la Sierra Madre del Sur.

Posterior a este evento se desarrolló una etapa de distensión que origina un fallamiento escalonado evidenciado en el graben de Apatzingán representado por el basculamiento de las rocas volcánicas al nororiente, así como el desarrollo de fallas normales y laterales. Finalmente se tiene vulcanismo reciente del Eje Neovolcánico representado por lahares originados por el volcán de Colima en la porción noroeste y por basaltos en la porción noreste.

Se definieron tres distritos mineros: Las Truchas, Aquila y La Minita, ocho áreas mineralizadas: Arroyo Seco, Cerro Bola, El Ahijadero, Los Pozos, Tumbiscatío, El Jovero, El Costeño y El Zorrillo.

El distrito minero Las Truchas es el de mayor importancia, cuenta con cuerpos de fierro de infiltración magmática, como son El Volcán, El Venado, El Mango y Ferrotepec. Hacia la parte noreste se tiene el prospecto La Mira con 4.50% de Cu, 50 g/t de Ag y 0.17g/t de Au.

El distrito minero Aquila de tipo infiltración magmática está constituido por las minas y/o prospectos: Aquila, Las Ratitas, Estela, El Tlacuache, La Guayabera, El Zipimo, El Ocote, El Caimán y El Volantín, alojando mineralización de fierro, cobre, auro-

argentífera y carbón en rocas vulcanosedimentarias. El yacimiento ferrífero de importancia que es explotado por la Compañía Minera Las Encinas S.A de C.V. es el de Aquila en la que se mencionan valores de 60% de Fe y 0.8 a 3% de S (Elvir A.R. *et al.*, 1964).

El distrito minero La Minita consiste de mineralización de hierro, plata, oro, cobre, barita, plomo y zinc, emplazada en estructuras de tipo vulcanogénico, vetiformes, estratiformes e irregulares, comprende las minas y/o prospectos: La Minita, Barranca Honda, Los Llanitos, El Manchón, Las Enramadas y La Reyna. La mina más representativa es La Minita que con una estructura estratiforme de rumbo NW60°SE, fue explotada a cielo abierto (actualmente abandonada); antes de su explotación se habían calculado 6'000,000 de toneladas con 78 g/t de Ag, 0.33% de Pb, 4% de Zn y 48% de BaSO<sub>4</sub> (Gaytán R. J. E., 1979) de reservas.

En el área mineralizada Arroyo Seco, se definieron siete minas y/o prospectos que son: El Mamey, Héctor, Lupita, Chilillos, El Papayo, La Capilla y La Galera y una evidencia de mineralización denominada La Fierrería. Más importantes son: Los Alacranes, con mineralización asociada a lutitas y areniscas de rumbo NE 20° SW e inclinación de 27° al SE, con tres niveles mineralizados que suman un espesor de 80 m y longitud de 2,500 m, los valores obtenidos fueron de 206 g/t de Ag y un potencial de 840,237 toneladas posibles. El Zapote, consiste de una veta de rumbo NE80° SW con tendencia a la vertical, con leyes de 215 g/t de Ag y un potencial de 1'509, 501 toneladas posibles (Montiel E. J. E. *et al.*, 1992).

En el área mineralizada Cerro Bola se definieron los prospectos Cerro Bola, El Higueral, Ordeña Vieja, La Añilera, Los Ujes, La Escondida, La Guadalupe, El Carmen y El Tanque. Siendo la más importante la mina Cerro Bola, con una veta de 2.40 m de espesor, longitud de 1,125 m y profundidad de 300 m, con 237 g/t de Ag y 314,064 toneladas. Se tienen los afloramientos ferríferos como El Higueral y Ordeña Vieja con valores de 62.6% y 56.2% de Fe total (Guevara N. L. G. *et al.*, 1988).

El área mineralizada Los Pozos comprende el yacimiento del mismo nombre con una estructura de hierro irregular con rumbo general N75°W e inclinación de 65° al SW, espesor de 60 m y longitud de 1,200 m, estimándose 19'100,00 toneladas con valores mayores a 40% de Fe total (Bastida J. R. *et al.*, 1990). El área mineralizada El Ahijadero comprende a la mina La Guadalupe, con leyes de 13.7 g/t de Au y reservas probables de 2,827 toneladas con ley de 12.3 g/t de Au y reservas positivas de 1,683 toneladas (Salgado L. S., 1978).

El área mineralizada Tumbiscatío aloja diez localidades mineralizadas siendo las de mayor interés por oro, La Lajita y Gis de Oro, las leyes para La Lajita son de 13.43 g/t de Au estimándose 572.7 toneladas de reservas positivas y 1,250 toneladas de reservas probables (Salgado L. S., 1977). Para la mina Gis de Oro se tienen leyes de 11 g/t de Au y 23 g/t de Ag, su potencial calculado es de 5,276 toneladas positivas y 7,500 toneladas probables (Salgado L. S., 1977).

En el área mineralizada El Costeño se agrupan las estructuras mineralizadas que se originaron por procesos de infiltración magmática como: Barranca Seca, Los Ujes Cuates, Jabalí, El Higueral y Guagua; y de metasomatismo de contacto como: La Huertita y Ojo de Agua, la mineralización en su mayoría es ferrífera con leyes de 44.4% a 63.56% de Fe (Ruiz M. A., 1988). En el área mineralizada El Jovero se han definido cuatro localidades ferríferas originadas por procesos metasomáticos como son: La Lechuguilla, Piedra Imán, Higuera Chata y La Peña, así como otras manifestaciones en la localidad Las Tilias, con leyes de 67.07% de Fe total (Elvir A. R. *et al.*, 1960).

En el área mineralizada El Zorrillo se determinó una manifestación cuprífera a la que se le denominó La Mata de Bule con 3.93% de Cu, 67 g/t de Ag y 0.75 g/t de Au.

En lo que se refiere a yacimientos de minerales no metálicos se tienen los depósitos estratiformes e irregulares de yeso en La Esperanza, Barranca del Yeso y Santo Tomás V. En la localidad de Los Amates y Los Coyotes en la esquina sureste de la carta se explotan bancos de granito para uso ornamental y en Ostula se tiene un banco abandonado.

Basándose en los trabajos de campo se propone para prospectos la zona San José de Chila relacionada a una gran falla a escala regional de rumbo NW-SE que sirvió de control estructural al emplazamiento de la mineralización de cobre, plomo, zinc; así como el área Tumbiscatío donde se documentó un curvilineamiento semicircular que pudiera estar relacionado a vetas auríferas localizadas en su periferia.

## I.- INTRODUCCIÓN

### I. 1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

Con el propósito de proporcionar al sector minero y al usuario en general, de manera más completa y eficiente el servicio de información geológico-minera de nuestro país,

El Consejo de Recursos Minerales instituyó un programa de infraestructura básica, con el fin de generar toda la información de campo necesaria para la elaboración de cartas geológico-mineras, geoquímica (31 elementos) y magnéticas, en formato cartográfico 1:50,000 y 1:250,000.

En el caso del presente estudio, consiste en realizar la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta Lázaro Cárdenas, escala 1:250,000, clave E13-6-9, realizando estudios de interpretación de imágenes de satélite, mapeo de unidades litológicas, zonas de alteración, paralelamente se realiza un estudio geoquímico de sedimentos activos de arroyo; así como la prospección minera con su respectivo inventario e interpretación correspondiente.

## 1. 2.- TRABAJOS PREVIOS (Figura 1)

Dentro de la carta existen diferentes trabajos geológicos regionales, evaluativos, visitas de reconocimiento realizados principalmente por el Consejo de Recursos Minerales, así como de instituciones particulares y públicas entre los que se tienen los siguientes:

Toron V. L. *et al.*, (1945) realizan un estudio sobre las diferentes manifestaciones de hierro de Aguillilla, Mich.

de Tumbiscatío y definiendo los yacimientos auríferos de la Lajita y Gis de Oro.

Campa U. M. F. (1978) explica la evolución tectónica de Tierra Caliente, basada en los conceptos de tectónica de placas en un modelo totalmente dinámico y propone la existencia de terrenos sospechosos de aloctonía (en 1983).

Campa U. M. F. (1982) reporta la secuencia volcanosedimentaria metamorfozada del Tríasico (Ladiniano-Cárnico) de la región de Tumbiscatío, Mich.

Alvarado M. H. (1978) realiza el reconocimiento geológico-geoquímico preliminar del proyecto Villa Victoria, que comprende parcialmente los estados de Michoacán y Jalisco.

Gaytan R. J. E. *et al.*, (1979) publican “Geología, y Génesis del yacimiento volcanosedimentario de la Minita Mich.”

INEGI (1983) elaboró la carta geológica Lázaro Cárdenas E13-6-9 escala 1:250,000.

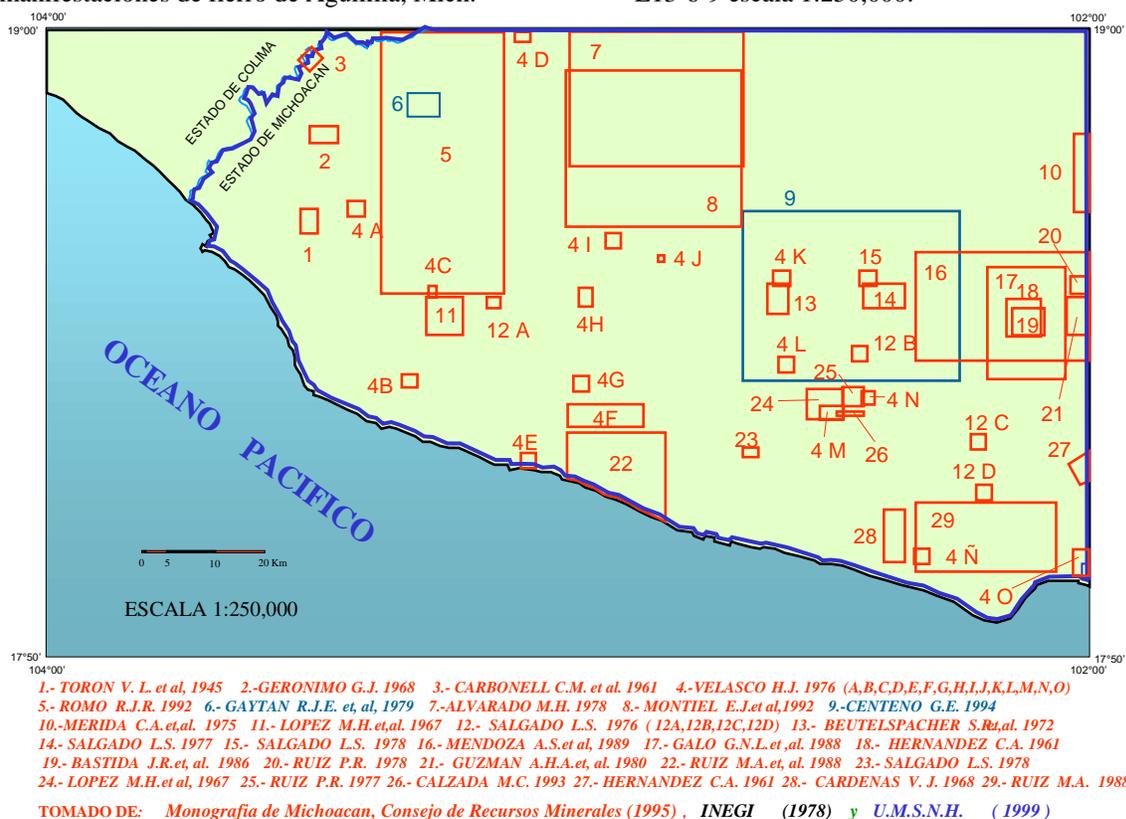


Figura 1 Trabajos Consultados

Velasco H. J. (1976) realiza una importante integración de la información de los yacimientos minerales en el estado de Michoacán, que dio pie al inicio, en esa época, con la exploración sistemática de los recursos minerales dentro del estado.

Salgado L. S. (1977) explora el área “El Arenoso” con un estudio geológico-geoquímico por oro, plata, en el municipio

Bastida J. R. *et al.*, (1986) realizan la exploración-evaluación del proyecto Cerro Bola en el municipio de Arteaga, Mich.

Guevara N. L. G. *et al.*, (1988) realiza exploración geológica del proyecto El Higueral, municipio de Arteaga Mich.

Ruiz M. A. (1988) realiza exploración geológica del proyecto Ahijadero en la costa de Michoacán con énfasis en

las áreas La Mira y Playitas, dentro de un programa de exploración por oro.

Montiel E. J. *et al.*, (1992) realizan la exploración del yacimiento sinsedimentario de Arroyo Seco en el municipio de Aguililla, Mich.

Calzada M. M. C. (1993) en convenio México-Bélgica aplica el método bacteriogeoquímico aplicable a la exploración por oro, en la localidad de Los Pozos, municipio de Arteaga, Mich.

Centeno G. E. (1994) realiza su tesis de doctorado con trabajos estratigráficos, estructurales y geoquímicos, proponiendo como basamento del Terreno Guerrero a los Esquistos Arteaga, correlacionables con los complejos metamórficos de Placeres del Oro y Carácuaro.

Garduño M. V. H. *et al.*, (1999) elaboran bajo el auspicio de la Universidad Michoacana, la Carta Geológica del Estado de Michoacán escala 1:250,000 en donde plasman los trabajos de investigación más recientes dentro del estado.

Aguayo C. J. E. (1983) integra y analiza la información geológica-geofísica de la cuenca Jalisco-Colima.

### I.3.- MÉTODO DE TRABAJO

En la primera etapa se realiza la compilación de información bibliocartográfica publicada e inédita con el propósito de recabar, ordenar y clasificar la información especializada de la carta a realizar

Paralelamente se procede a la interpretación de la imagen de satélite (Landsat TM) y modelo digital del terreno. Posteriormente con el análisis y síntesis de la información y las interpretaciones se establece el marco geológico-minero y la problemática a resolver.

Al inicio de los trabajos de campo se realiza:

- El reconocimiento general del área con la finalidad de observar y reconocer, en campo, la información de trabajos realizados previamente por otros autores.

- Se definen los criterios cartográficos en función del marco geológico y escala de la carta, el agrupamiento o separación de las unidades geológicas a cartografiar considerando prioritariamente los criterios utilizados en cartas aledañas elaboradas previamente por el C.R.M.

- Elaboración del programa de muestreo geológico-minero con base en necesidades específicas de la carta a elaborar.

En un tiempo estimado de 10 meses como máximo, se realiza el mapeo geológico, el cual consiste básicamente de:

a).- Descripción de las unidades litológicas.

b).- Medición datos estructurales (estratificaciones, fracturas, foliaciones, fallas, pliegues, etc.).

c).- Determinación las relaciones estratigráficas y/o tectónicas.

e).- Obtención de muestras enfocadas a resolver problemas específicos.

- Petrográficas, para resolver problemas litológicos y estructurales

- De roca, para análisis de elementos mayores (roca total) para determinar evolución magmática y ambiente geodinámico.

- Paleontológicas y/o isotópicas, para resolver problemas estratigráficos

Paralelamente se realiza la ubicación y toma de datos de los yacimientos minerales que consiste en lo siguiente:

1).- Descripción de las características de cada localidad mineralizada.

- Yacimientos metálicos (estatus, obras mineras, sustancia, clave, roca encajonante, forma y dimensiones, mineralogía, etc.)

- Yacimientos no metálicos (estatus, mineral, obras mineras, clave, roca encajonante, unidad estratigráfica, forma y dimensiones, potencial, etc.)

- Bancos de materiales (estatus, roca, unidad estratigráfica y producto)

- Plantas de beneficio (ubicación con GPS, razón social, tipo de beneficio, producto final y capacidad)

2).- Medición de las estructuras mineralizadas.

3).- Definición del contexto geológico de los yacimientos.

4).- Definición las alteraciones hidrotermales.

5).- Obtención de muestras (considerando la información previa de cada una de las localidades) (estudios de difracción o fluorescencia de rayos X, minerográficos, esquirlas, paragenéticos, caracterización física, inclusiones fluidas, etc.)

6).- Obtención de fotografías representativas de las principales características de las unidades y estructuras, así como de yacimientos minerales e infraestructura minera.

Todos los datos puntuales como son datos estructurales, localidades de muestreo, ubicación de entidades mineralizadas, puntos de control, etc., se ubican con

posicionador (GPS), registrando en una bitácora las características de cada punto.

Las actividades de gabinete consisten de:

Transformación de los datos obtenidos del GPS a archivos PCX5, depurarlos y posteriormente convertirlos en EXCEL a base de datos.

Ubicación de los datos obtenidos en los planos correspondientes.

Construcción de la columna estratigráfica en función de las observaciones de campo y datos de laboratorio (edades paleontológicas y/o isotópicas

Interpretación de secciones geológicas de trabajo.

La última etapa consiste en realizar la síntesis e integración de la información gráfica y el texto explicativo de la misma

## II.- GEOGRAFÍA

### II. 1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA (Figura 2)

La carta Lázaro Cárdenas se ubica en la porción suroeste de Michoacán, sureste de Colima, sureste de Jalisco y suroeste de Guerrero, delimitada por las coordenadas geográficas 17°50'00" a 19°00'00" de latitud norte y 102°00'00" a 104°00'00" de longitud oeste, cubriendo una superficie de 23 390 km<sup>2</sup>, siendo cartografiables 17 842 km<sup>2</sup> el resto corresponde a mar.

costera No. 200 que comunica el puerto de Lázaro Cárdenas con Tecmán Col, la carretera federal No. 110 que comunica a Guadalajara con el puerto de Manzanillo, pasando por Colima y Tecmán. De estas se desprenden caminos pavimentados y de terracería que comunican las poblaciones más importantes, como Caleta de Campo, Coalcomán, Aguila, Aguililla, Tumbiscatío, Villa Victoria y San José de Chila. Actualmente se construye la autopista Morelia-Lázaro Cárdenas.



Figura 2 Plano de localización

### II. 2.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

El acceso es por la carretera federal No. 37 que comunica las ciudades de Morelia y Lázaro Cárdenas, Michoacán, pasando por los poblados de Uruapan, Nueva Italia, Artega y Lázaro Cárdenas, otras carreteras importantes son la

Se tiene un aeropuerto para servicios nacionales, ubicado en Lázaro Cárdenas, aeropistas para avionetas en los poblados de Aguililla y Coalcomán, servicio ferroviario entre las ciudades de Morelia y Lázaro Cárdenas pasando por las ciudades de Uruapan, Apatzingan y el poblado de Infiernillo, Mich.

**II. 3.- FISIOGRAFÍA (Figura 3).**

La carta se encuentra localizada en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico (Raisz E., 1964), la porción noreste queda comprendida en la subprovincia de la Cuenca Balsas-Mezcala y la porción sur dentro de la subprovincia de la Cordillera Costera del Sur, estas sierras están disectadas por profundos cañones.

En la porción norte observamos grandes mesetas, altos escarpes y prominencias topográficas del orden de los 2,600 m como el cerro de La Bufa, esta sierra disminuye hacia el

suroeste hasta llegar al Océano Pacífico.

La red hidrográfica presenta patrones de drenaje dendrítico, radial y subparalelo, estas corrientes pertenecen a la vertiente del Pacífico, destacando los ríos Armería, Coahuayana, Coalcomán, Neixpa-Aguililla, Chuta-Toscano, Grande y Balsas.

El relieve montañoso se encuentra profundamente disectado, por corrientes con valles encajonados en forma de “V”.



*Figura 3 Provincias Fisiográficas ( Raisz E.1964 )*

**III.- GEOLOGÍA**

**III. 1 MARCO GEOLÓGICO (Figura 4)**

De acuerdo a la distribución de terrenos tectonoestratigráficos postulado por Campa U. M. F., (1983) esta carta se ubica en el Terreno Guerrero que constituye el terreno más grande y joven de México, es interpretado como la evolución de una serie de arcos insulares intraoceánicos del Jurásico superior-Cretácico inferior acrecionados al borde occidental del Cratón de Norteamérica. El Terreno Guerrero se ha subdividido en los subterrenos: Zihuatanejo-Huetamo, Arcelia y Teloloapan (Salinas P. J. C; 1994).

En lo referente a las secuencias basales del Terreno Guerrero, Centeno G. E. (1994) ha propuesto la existencia de dos unidades tectónicas, basándose en una síntesis de la estratigrafía y análisis geoquímicos-isotópicos de rocas. La primer unidad la considera de basamento relativo y la que denomina Complejo Arteaga, caracterizado por presentar turbiditas deformadas, basaltos tipo MORB y areniscas. La

firma isotópica de esta secuencia muestra valores positivos de Nd entre + 10.9 y + 7.3, típicos de fondo oceánico.

Una segunda secuencia volcánica-sedimentaria del Jurásico superior-Cretácico inferior de afinidad calcoalcalina típica de arco magmático insular, su firma isotópica muestra valores más bajos de Nd entre + 7 a + 3.6 y sus valores pueden correlacionarse con los obtenidos en la región de Teloloapan (Talavera. M. O. *et al.*, 1993).

En la carta geológica de Michoacán escala 1:250 000; (Garduño M. V. H. *et al.*, 1999) mencionan que de acuerdo a su litología, a sus características geoquímicas y paleontológicas la parte superior del Terreno Guerrero comparte su espacio con aguas de proveniencia Tethisiana (Atlántico).

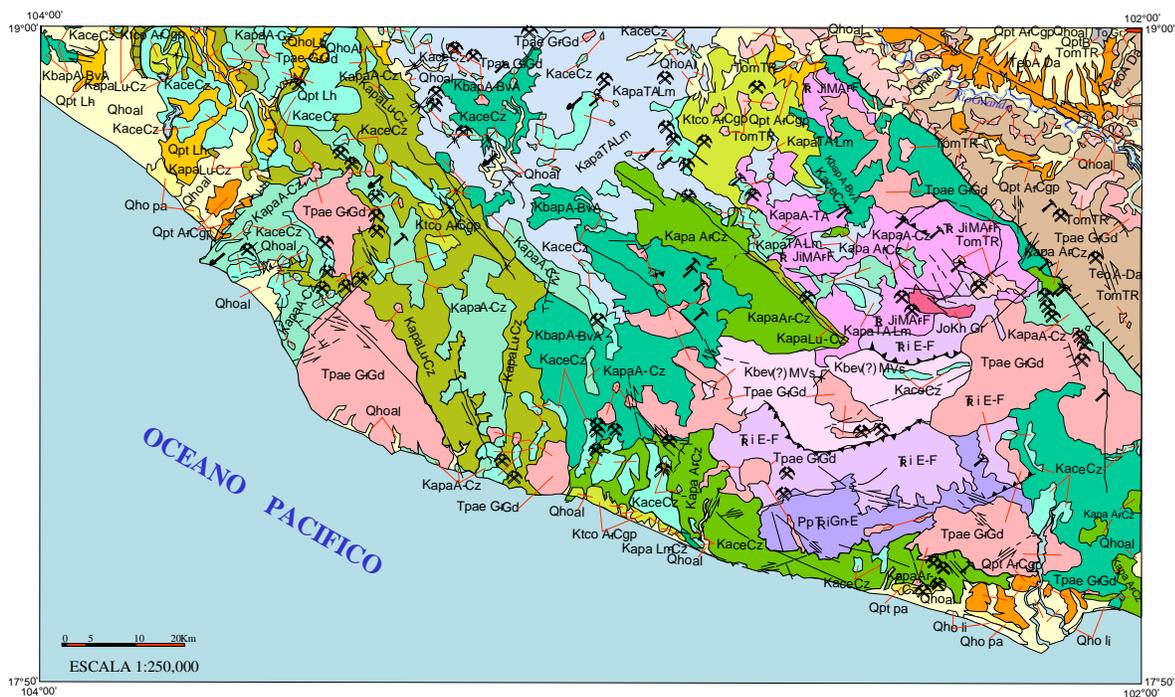
Las rocas del Terreno Guerrero fueron descritas por PEMEX a partir de los 70's, en trabajos realizados sobre la Cuenca de Jalisco-Colima. Se definió que las rocas más antiguas

corresponden a las formaciones Alberca y Tecalitlán (Pimentel R. A. 1980; Guzmán R. E., 1980, Rodríguez 1980, Oviedo 1981, Pantoja A. J. *et al.*, 1986, en Garduño M. V. H. *et al.*, 1999)

Estas formaciones se disponen en aparente cambio de facies y se relacionan a una sucesión litológica que muestra un claro dominio de rocas volcánicas de carácter andesítico, que pueden estar intercaladas o sobreyacidas por areniscas,

1981 o Formación Playitas Centeno, G. E. 1994-1982 en Garduño M. V. H. *et al.*, *op. cit.*)

Finalmente en la Sierra de Aguililla se encontraron intercalaciones de areniscas, conglomerados y horizontes de rocas calcáreas que corresponden a la Formación Cerro de la Vieja (Parga M. J; 1977, 1982 en Garduño M. V. H. *et al.*, *op. cit.*) de edad Turoniano-Maastrichtiano.



EXPLICACION

Qhoal	Aluvi6n	Qpt ArCgp	Arenisca Conglomerado Polimictico	KapaArCz	Arenisca-Caliza	R JiMAr-F	Metaarenisca Filita
Qho li	Litoral	TomTR	Toba Riolitica	KapaTA-Lm	Toba Andesitica-Limonita	Ri E-F	Esquisto Filita
Qho pa	Palustre	Teo A- Da	Andesita-Dacita	KapaLu-Cz	Lutita Caliza	Ri Gn-E	Gneiss Esquisto
Qpt B	Basalto	Ktco ArCgp	Arenisca-Conglomerado Polimictico	Kbap A-BvA	Andesita Brecha Andesitica	To Gr	Granito
Qpt Lh	Lahar	KaceCz	Caliza	Kbap A-BvA	Andesita Brecha Andesitica	Tpae Gr Gd	Granito-Granodiorita
Qpt pa	Palustre	KapaA-Cz	Andesita-Caliza	Kbev(?) MVs	Metavolcanosedimentaria	JoKh MGr	Metagrano

SIMBOLOS GEOLOGICOS

	MINA EN PRODUCCION		MANIFESTACION DE MINERAL IN SITU		BANCO DE MATERIAL INACTIVO		FALLA NORMAL		FALLA INVERSA
	PROSPECTO		BANCO DE MATERIAL EN PRODUCCION		CONTACTO GEOLOGICO		FRACTURA		FALLA LATERAL
	MINA ABANDONADA		SINCLINAL		PRESA				

Figura. 4 Plano geológico

conglomerados y esporádicamente calizas. En estas formaciones han sido encontradas algunas especies de amonitas (Pimentel R. A; 1979, Cuevas S. F; 1981, Rodríguez, R. D. 1980-1982 en Garduño M. V. H. *et al.*, *op. cit.*), que permiten ubicarlas en el Berriasiano-Hauteriviano.

Asimismo, la parte superior de la secuencia de arco volcánico en la cuenca Jalisco-Colima se caracteriza por presentar un claro dominio sedimentario con intercalaciones de secuencias terrígenas, arenisca y lutitas carbonosas, en estratos delgados siendo descrita como Formación Madrid (Pano A. A; 1975, Parga M. J; 1975, 1982 en Garduño M. V. H. *et al.*, *op. cit.*) en cambio de facies con areniscas, conglomerados rojos de origen continental, algunos horizontes de rocas dacítico-andesíticas y depósitos de calizas arrecifales (Formación Tepalcatepec, Pimentel, R. A.,

Por otra parte, al sur de la carta, la secuencia de arco del Cretácico inferior ha sido estudiada por Vidal S. R. (1986-1991), en donde define la estratigrafía del subterreno Zihuatanejo y determina 7 unidades litoestratigráficas asignándoles rango formacional a 5 de ellas (Camalotito, Gneis Ximalcota, litodema Papanoa, Lagunillas y Zihuatanejo).

La cubierta terciaria está representada por rocas volcánicas relacionadas del Oligoceno-Mioceno correspondientes a la Sierra Madre del Sur y depósitos volcánicos y continentales recientes.

Con relación a la actividad magmática terciaria de la Sierra Madre del Sur, Morán Z. D. J. *et al.*, (2000) definen que la evolución de estas rocas es producto de dos cinturones

magmáticos, el primero representa un magmatismo casi continuo de plutones de composición félsica ubicados a lo largo de la costa, el segundo se encuentra hacia el interior del continente y consiste de campos volcánicos discontinuos que incluye secuencias de andesitas a riolitas, así como materiales piroclásticos y epiclásticos, con variaciones de edades del Paleoceno al Mioceno.

de radiolarios (Campa U. M.F. *et al.*, 1982), puede considerarse en un rango del Triásico (Ladiniano-Cárnico) al Jurásico inferior.

Basándose en trabajos anteriores, principalmente el de Centeno G. E (1994) y trabajos de campo, se hizo un esfuerzo por separar este complejo basándose en la litología,

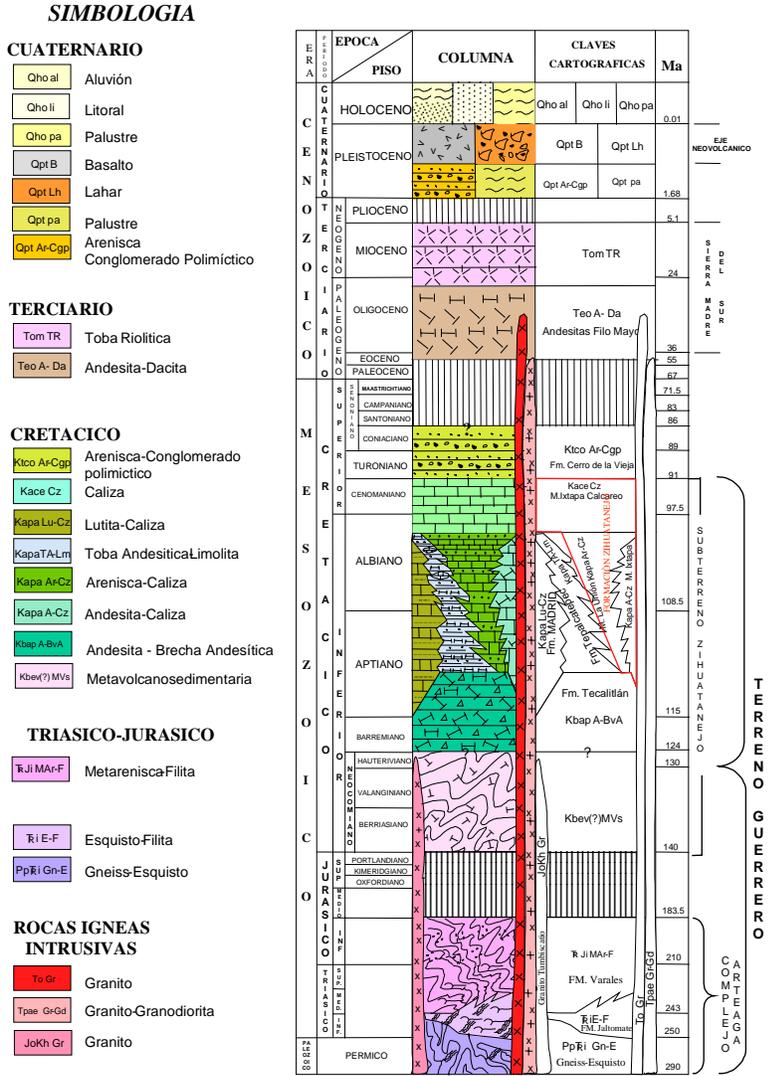


Figura 5.- Columna estratigráfica

III. 2.- ESTRATIGRAFÍA (Figura 5)

III. 2. 1.- Terreno Guerrero

III. 2. 1. 1 Complejo Arteaga

En el área de Arteaga-Tumbiscatío afloran secuencias con diferentes grados de metamorfismo y diferentes litologías, conocidas como Complejo Arteaga y que han sido consideradas como el basamento del terreno Guerrero, la edad de este complejo es aún incierta pero basándose en fechamientos radiométricos (López y Grajales, 1984) y algunas determinaciones de nannoplancton (Órnelas, 1988) y

relaciones estratigráficas y grados de metamorfismo tomando el nombre de algunas formaciones descritas por ella.

Gneis y esquisto (TRi Gn-E)

PEMEX en sus estudios regionales de 1975 y 1976 reporta una secuencia volcanosedimentaria metamorfoseada constituida de pelitas, calizas y conglomerados (Gutiérrez, 1975 y Guzmán, 1976, etc., en Centeno G. E., 1994), a esta secuencia la denominan en forma general Esquistos Arteaga.

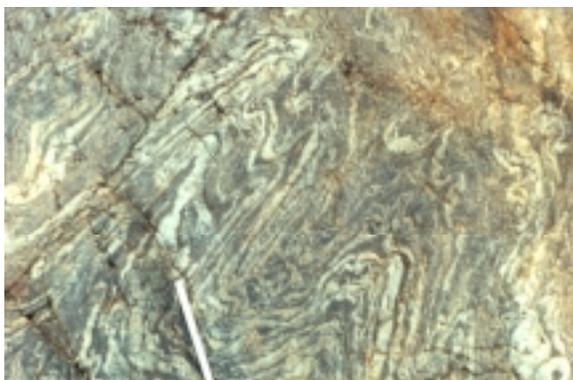
En 1994 Centeno G. E., en su tesis doctoral, propone el rango de Complejo Arteaga debido a su variedad litológica, características geoquímicas y complejidad estructural.

En este estudio ha sido posible separar una unidad litológica, compuesta principalmente de gneises y esquistos, que por su grado de deformación consideramos sea la unidad más antigua del Complejo Arteaga.

Aflora en la porción sureste de la carta teniendo sus mejores exposiciones en los cortes de los arroyos Mexcalhuacan, Chucutitán, Arteaga, Chuta-Toscano, Popoyuta, y en Las Juntas.

Consta de una secuencia formada por rocas metamorfizadas y altamente deformadas, constituida principalmente por gneises, esquistos y cuarcitas.

Las facies metamórficas en que se encuentran estas rocas son generalmente de esquistos verdes y el grado de deformación es variable, desde zonas donde no es tan intensa hasta zonas intensamente deformadas donde no es posible determinar sus rasgos primarios (**fotografía 1**)



**Fotografía 1.- Plegamiento en gneises y esquistos (TRi Gn-E) del Complejo Arteaga. Localidad arroyo El Muleto al suroccidente de Arteaga.**

**Gneis.-** Megascópicamente es de color rojizo con partes oscuras, presentando estructura compacta y textura fanerítica pseudobandeada observándose minerales como feldespato y micas. Al microscopio, presenta textura granoblástica, los componentes principales consisten de ortoclasa en proporción que varía de 50 a 75 % en formas alotriomorfas formando un mosaico; cuarzo en 5-25% de forma granular dentro del feldespato, biotita y moscovita se encuentran en proporciones del 5 al 25 % en cristales hojosos formando hilillos o franjas; los minerales secundarios son la clorita en proporción menor al 5% alterando incipientemente a la biotita, minerales arcillosos en menos del 5% alterando incipientemente al feldespato, así como minerales opacos en grumos diseminados sobre la franja de biotita- moscovita. Se clasificó como un gneis cuarzo-feldespático de biotita-moscovita (**muestra LC-123**).

**Esquisto.-** Megascópicamente se presenta de color gris plateado con franjas blancas, con estructura compacta y textura foliada, observándose minerales como moscovita y cuarzo. Al microscopio, presenta textura lepidoblástica, los minerales principales consisten de: cuarzo en cristales alotriomorfos con extinción ondulante formando franjas en proporción que varía del 25 - 50 %; moscovita-clorita se presentan en cantidades que varían del 5 al 25 % en cristales hojosos formando franjas alternantes con el cuarzo y en cantidades menores al 5 % de grumos y cristales de minerales opacos diseminados en las micas, como mineral secundario se tiene epidota. Se clasificó como un esquisto de cuarzo-moscovita originado por un metamorfismo regional de bajo grado en facies de esquistos verdes, subfacies de biotita-clorita (**muestra LC-122**).

**Cuarcita.-** Es de color gris claro, compacta con textura afanítica cristalina, observándose cuarzo y micas (biotita y moscovita). Microscópicamente se reportó textura granoblástica teniendo como minerales principales cuarzo de extinción ondulante entre 50-75 % en agregados alotriomórficos formando un mosaico; la biotita-moscovita cuya proporción varía del 5 al 25 % se presenta en forma de cristales hojosos entrelazados formando franjas o listones marcando foliación, los granates en menos del 5% se presentan como fenocristales triturados en la franja moscovita-biotita, como componentes secundarios se tienen clorita alternando a la biotita en las mismas franjas, los minerales opacos son menores al 5% y se presentan en pequeños cristales diseminados en las franjas de mica. Fue clasificada como una cuarcita de moscovita-biotita, afectada por metamorfismo regional (**muestra LC-119**).

Debido a su intensa deformación el espesor estratigráfico de esta unidad no se conoce sin embargo por desnivel topográfico se estima en 700m.

Al sur de Los Pozos se encuentra infrayaciendo de forma transicional a la Formación Jaltomate (**TRi E-F**), al norte, en el área de Tumbiscatío subyace, aparentemente en relación tectónica, a la Formación Varales (**TR Ji MAR-F**) y es afectada por los intrusivos terciarios de La Mira y Chuquiapan (**Tpae Gr-Gd**).

Es sobreyacida por las formaciones Jaltomate (**TRi E-F**) y Varales (**TR Ji MAR-F**), y se le asigna una edad triásica, obedeciendo a la edad determinada por Campa U. M. F. (1982) para la Formación Varales ubicándola en el Triásico inferior (Ladiniano-Cárnico).

Las asociaciones litológicas sugieren que estas rocas fueron depositadas por corrientes de turbidez en un ambiente marino profundo.

En el área mineralizada de El Zorrillo y probablemente el área El Ahijadero, estas rocas son receptoras de vetas auríferas y cupríferas.

**Formación Jaltomate (Tri E-F)**

Unidad propuesta por Centeno G. E. (1994), para definir una secuencia de pelitas, grauwackas de textura fina y escasas limolitas, con niveles intensamente deformados, con metamorfismo a facies de esquistos verdes.

Afloran en la porción central y surcentral de la carta formando dos franjas orientadas de E-W y una franja N-S, el afloramiento más representativo esta localizado en las cercanías del rancho El Jaltomate

En este estudio se observó que está constituida de esquistos, filitas, pizarras, pelitas y grauwackas de grano fino.

**Esquisto.-** Es de color crema a grisáceo, textura granular esquistosa, estructura laminar, se observan feldespatos, plagioclasas alteradas, óxidos, sericita y cuarzo de segregación concordante a la foliación.

**Filita.-** Es de color gris verdoso, gris oscuro a negro con brillo micáceo, finamente foliadas, textura afanítica laminar, tacto sedoso, con óxidos, vetillas de cuarzo y diseminación de pirita, se observan abundantes micropliegues. Al microscopio presenta textura lepidoblástica; los componentes mineralógicos son agregados alotriomórficos de cuarzo de extinción ondulante en cantidades variables del 50 al 75 %, la sericita-moscovita, feldespatos, y minerales opacos, están presentes en proporción aproximada del 5 al 25 %; cristales diseminados de esfena y epidota, se tienen en cantidades menores al 5 %. Esta roca se clasificó como una filita en facies de esquistos verdes, subfacies de moscovita-clorita (**muestra LC-117**).

**Pizarra.-** Megascópicamente es de color gris oscuro, compacta con textura afanítica pseudofoliada, muy oxidada. Al microscópico presenta textura microcristalina orientada; los componentes minerales están representados por sericita, formando la matriz de la roca con porcentaje del 25 al 50 %; en un cementante de sericita y minerales arcillosos entre el 5 y 25 %, cuarzo entre el 5 y 25 %, biotita entre el 5 y 25 %, como minerales secundarios se tiene clorita como alteración de la biotita y óxidos de fierro diseminados alterando toda la roca. Se clasificó como pizarra de biotita, en facies de esquistos verdes, subfacies clorita-moscovita (**muestra LC-126**).

**Arcosa.-** Es de color gris con franjas blancas, compacta, textura arenosa, solo se le observa cuarzo, microscópicamente presenta textura pelítica orientada; con cuarzo de forma angulosa entre 25 a 50 % constituyendo la roca, los cristales de feldespato, moscovita-biotita en cristales hojosos formando franjas alistonadas marcando la orientación, los minerales arcillosos se encuentran en proporción del 5 al 25 %, gran parte de estos últimos, forman el cementante de la roca; se tienen fragmentos de roca en proporción menor al 5 % que forman un mosaico junto con el cuarzo y feldespato y como minerales secundarios clorita y óxidos de fierro en cantidades menores al 5%. Se clasificó,

como una arcosa con metamorfismo dinámico incipiente (**muestra LC-124**).

**Arenisca.-** Megascópicamente se presenta de color gris claro, compacta, con estructura afanítica, con alteración a manera de óxidos de hierro. Al microscopio presenta una textura epiclástica-pelítica presentando como minerales principales al cuarzo en cristales angulosos conformando la roca en proporción de 50-75%, plagioclasas entre 5-25% en cristales angulosos que forman junto con el cuarzo un mosaico microgranado, moscovita menos del 5% en cristales hojosos diseminados en toda la roca, como minerales secundarios se observan minerales arcillosos entre 5-25% formando parcialmente el cementante y otra parte como alteración de la roca, minerales opacos entre el 5-25% diseminados en forma de grumos en toda la roca clasificándola como arenisca cuarzo-feldespática (**muestra LC-118**).

Estas unidades muestran zonas de intensa deformación con una foliación que varía de incipiente a bien desarrollada.

Su espesor es variable, sin embargo, en los afloramientos del rancho El Jaltomate se le estima un espesor aproximado de 700 m, en el cual no se consideran las posibles repeticiones de capas debido a la deformación.

En zonas poco deformadas infrayace transicionalmente a la Formación Varales, cerca del rancho Jaltomate se encuentra sobreyaciendo a derrames andesíticos del Cretácico inferior (**Kbev(z) MVs**).

En su porción superior se observan interdigitaciones con rocas basales de la Formación Varales, lo que permite considerar que el contacto entre ambas es transicional

En la carta Playitas sobreyacen discordantemente al Complejo Arteaga (**Tri Gn-E**) pero también sobreyacen por cabalgadura a la unidad metavolcanosedimentaria (**Kbev(?) MVs**) y en el arroyo Toscano es intrusionada por metadiorita y por granitos de dos micas en Tumbiscatío y arroyo Mata de Plátano.

Assumiendo que esta unidad se encuentra infrayaciendo transicionalmente y en algunas partes se interdigita con la Formación Varales de edad Tríasico inferior, nos permite asumir que la edad de la Formación Jaltomate puede ser igual o anterior al Tríasico inferior.

Se correlaciona con otros terrenos metamórficos como Placeres del Oro en la carta Ciudad Altamirano, Complejo Carácuaro y Esquistos Tejuipilco en la región de Tierra Caliente y Formación San Juan de la Rosa en Querétaro.

Se les considera de ambiente marino profundo.

En el área mineralizada del Ahijadero rocas de esta unidad están encajonando a estructuras vetiformes constituidas por cuarzo con valores de oro y plata

**Formación Varales (TR Ji MAR-F)**

La Formación Varales es propuesta por Centeno G. E. (1994), para definir una secuencia de sedimentos siliciclásticos constituidos por pizarras negras, areniscas arcósicas con niveles de pedernal negro proponiendo como localidad tipo el arroyo Toscano.

Aflora en la parte nororiental de la carta, entre las poblaciones de Playitas y El Naranjo de Chila.

Está compuesta principalmente por metaareniscas y areniscas arcósicas ricas en cuarzo (**fotografía 2**) alternando rítmicamente con pizarras con pedernal negro y filitas. El espesor de las capas de arenisca y pizarras es muy variable, se tienen de 2 cm, hasta 2.0 m. La relación areniscas/pizarras es también muy variable, en algunos lugares se tienen paquetes de varios cientos de metros formados exclusivamente por arenisca y otros formados por pizarras que es menos abundante.



**Fotografía 2.- Areniscas arcósicas de la Formación Varales (TR Ji MAR-F), con imbricaciones por fallamiento inverso. Localidad al suroriente de San José de Chila.**

**Metaarenisca.-** Es de color gris claro, compacta con textura arenosa donde es posible observar granos de cuarzo. Al microscopio presenta textura epiclástica orientada, como minerales principales tiene cuarzo con contenidos entre 25-50% en forma de clastos alargados a favor de la orientación formando un mosaico junto con la plagioclasas que se encuentran en contenidos entre 5-25%, como minerales secundarios se observa sericita, en cristales hojosos diseminados escasamente en el mosaico, clorita en manchones como parte de una incipiente alteración de la roca y minerales opacos en proporción menor al 5 % diseminados en la roca. Se clasificó como una metaarenisca cuarzo-feldespática (**muestra LC-69**)

**Arenisca.-** Es de color gris oscuro, compacta y textura arenosa fina. Al microscopio se le observa una microtextura epiclástica, como minerales principales tiene cuarzo en cristales angulosos formando el cementante y también formando parte de la roca junto con la plagioclasa la cual se

presenta en proporciones entre 5-25% en forma de cristales angulosos, también se observan fragmentos de roca; los minerales secundarios son calcita en forma de hilillos y manchas cubriendo partes de la roca, como alteración de la roca se observa hematita en proporción de 5-25%, así como, sericita en forma de pequeñas escamas, se determinó como arenisca cuarzo-feldespática de grano fino (**muestra LC-56**)

**Pizarra.-** Megascópicamente se presenta en colores que varían de azul, gris oscuro a negro, por intemperismo toma tonalidades ocres amarillentas, en muestra de mano presenta una estructura compacta y textura afanítica pseudofoliada. Al microscopio presenta una textura microcristalina orientada, los minerales principales constan de 25-50% de cuarzo-feldespato de forma granular con orientación formando un mosaico, clorita en concentraciones entre 25-50% en cristales hojosos formando franjas en el mosaico, sericita del 5-25% en cristales hojosos orientados asociados a la clorita, así como grumos de materia orgánica entre 5-25%, como componentes secundarios se tiene hematita en forma de grumos. Fue clasificada como pizarra de clorita-moscovita en facies de esquisto verde, subfacies de clorita-moscovita con metamorfismo regional de bajo grado (**muestra LC-62**). En algunas localidades se presentan cambios composicionales donde la proporción de sericita crece en relación con el cuarzo y feldespato llegando a tener concentraciones entre 25-50% (**muestra LC-72**).

**Filita.-** Megascópicamente es de color gris verdoso, compacta con textura pseudofoliada donde es posible observar sericita. Al microscopio presenta textura microcristalina orientada, sus minerales principales son 50-75% de biotita-sericita en hojuelas formando franjas orientadas, 25-50% cuarzo en agregados granulares con extinción ondulante formando listones, en menor proporción feldespatos 5-25% formando listones y franjas junto con el cuarzo, sus componentes secundarios son 5-25% de óxidos de hierro en los hilos en las franjas de biotita-sericita, su matriz está constituida por sericita-cuarzo, con metamorfismo regional débil. Se clasificó como una filita en facies de esquistos verdes, subfacies moscovita-clorita (**muestra LC-33**).

El espesor original es desconocido debido a la repetición de capas por plegamiento e imbricaciones por fallamiento inverso, pero el espesor observado entre dos paquetes de lavas, es de aproximadamente 1,500 m.

En su porción inferior se observan interdigitaciones con la parte superior de la Formación Jaltomate, lo que permite considerar que el contacto entre ambas es transicional

En el camino Tumbiscatío-Playitas se encuentra sobreyaciendo por contacto tectónico a esquistos y filitas de la Formación Jaltomate, en la localidad Agua de los Indios está infrayaciendo a la secuencia metavolcánica-sedimentaria (**Kbev(?) MVs**) así como areniscas y calizas (**Kapa TA-Lm**) de la Formación Tepalcatepec.

En la región de Tumbiscatío Campa U. M. F. (1982), la reporta como secuencia volcanosedimentaria metamorfizada del Tríasico (Ladiniano-Cárnico)

Por otra parte, el límite superior de esta unidad es seguramente pre-Neocomiano y posiblemente corresponde a la unidad descritas por Órnelas S. M. (1988, en Garduño M. V. H. 1999), en el rancho del Ortigal como Formación Cerro Prieto, donde le asigna edad Jurásico (Calloviano y Kimmeridgiano-Thithoniano) basándose en abundante materia orgánica de tipo vegetal como son: *Cyclagelospaera Margerelli*, *Watznaveria Deflandrei* y *Cocolitoforidos Trocholina sp.*

Esta unidad se depositó en un medio de aguas marinas profundas con sedimentos transportados por corrientes turbidíticas derivados de una margen continental cercana (Centeno G. E; 1994).

En la zona de Tumbiscatío estas rocas son las receptoras de las vetas de cuarzo aurífero.

#### *Granito Tumbiscatío (Jo Kh Gr)*

Con este nombre se designa a un granito de dos micas, de grano grueso y de edad Jurásico superior-Cretácico inferior, el cual no ha sido descrito formalmente.

Aflora en la entrada del poblado de Tumbiscatío en el río Aguililla al sur de Tototán, Las Juntas, arroyo Toscano, y arroyo Mata de Plátano, se caracteriza por su composición peralumínica que contrasta con la naturaleza subaluminosa del resto de las rocas ígneas del Complejo Arteaga

Consta de un granito de color gris claro de grano grueso así como granito foliado de dos micas con variaciones a metatonalita y metadiorita que presenta abundantes vetillas de cuarzo de segregación deformadas (**fotografía 3**)



**Fotografía 3.- Vetillas de cuarzo de segregación deformadas en el Granito Tumbiscatío (JoKh MGr). Localidad entrada al poblado de Tumbiscatio.**

*Metatonalita.-* Es de color gris verdoso con motas verde oscuras de estructura compacta y textura fanerítica

pseudofoliada, se observa plagioclasa y ferromagnesianos, el estudio petrográfico nos reporta textura en mortero, sus minerales principales son: oligoclasa 50-75% en material fino y en fenocristales redondos y alargados a la foliación, cuarzo del 5 al 25% en material fino recristalizado en franjas o rodeando a otros más grandes, ferromagnesianos alterados 5-25% de formas prismáticas en grandes fenocristales, esfena -5% en cristales prismáticos asociados o sobre los ferromagnesianos, los componentes secundarios son: clorita 5-25% alterando a los ferromagnesianos, epidota cubriendo en partes a los ferromagnesianos, prehnita está cubriendo en parte a los fenocristales de plagioclasa, calcita en manchones cubriendo en partes a la roca, minerales opacos -5% en cristales cúbicos rómbicos y hexagonales diseminados sobre las franjas de ferromagnesianos, su matriz consiste de plagioclasa-cuarzo, los ferromagnesianos están en partes cloritizados, epidotizados y cubiertos de calcita, se observa que las plagioclasas están prehnitizadas, lo cual nos indica que la roca sufrió dos etapas de metamorfismo, regional y cataclástico y se clasificó como metatonalita alterada (**muestra LC-102**).

Grajales, M *et al.*, (1984) (en Centeno G. E;1994), realizaron 3 fechamientos por el método K/Ar en biotita, obteniendo edades de  $127 \pm 3$  Ma y  $133 \pm 11$  Ma que corresponden al Cretácico inferior y otra de  $158 \pm 5$  Ma que corresponde al Jurásico superior.

El grado de foliación y las dataciones isotópicas aunado a sus relaciones de corte con los esquistos y filitas de la Formación Jaltomate (**TRi E-F**) y la Formación Varales (**TR Ji MAR-F**), sugieren que la intrusión puede ser pre o sintectónica.

Se tienen vetas de cuarzo aurífero en la periferia del Granito Tumbiscatío.

### **III. 2. 1. 1. Subterreno Zihuatanejo**

Vidal S. R. (1986-1991), define la estratigrafía del subterreno Zihuatanejo y determina las unidades litoestratigráficas siguientes: Gneis Ximalcota, Litodema Papanoa, Conglomerado Posquelite y las formaciones Camalotito, Lagunillas y Zihuatanejo esta última con dos miembros denominados miembro La Unión de composición volcanoclástica y el miembro Ixtapa de composición andesítico-calcárea; sin embargo en 1998 El Consejo de Recursos Minerales en la carta Zihuatanejo Escala 1: 250,000 divide a esta formación en tres miembros denominándolos La Unión (volcanosedimentario con lechos rojos y calizas), Ixtapa mixto (volcanosedimentario con calizas) e Ixtapa calcáreo (calizas)

Otro grupo de unidades que afloran en esta carta corresponde a unidades informales descritas por PEMEX que conforman la cuenca de Colima (Munguía R. P; 1991).

En esta carta se complementa la descripción de las unidades estratigráficas del subterreno Zihuatanejo (Vidal S. R.,

1984), proponiendo e integrando como basamento a las rocas del Complejo Arteaga, con una cubierta precretácica que corresponde a las formaciones Jaltomate y Varales; una cubierta cretácica que agrupa a las unidades descritas por Vidal (*op. cit.*) así como la Formación Tecalitlán considerada como el macizo del arco y a la Formación Tepalcatepec como una secuencia transicional entre el arco y la cuenca, así como a una secuencia metavolcánico-sedimentaria que pudiera corresponder con el prisma acresionario.

*Secuencia metavolcánica-sedimentaria (Kbev(?) MVs)*

Con este nombre se designa a una secuencia volcanosedimentaria metamorfizada constituida por metadacitas, tobas dacíticas, lavas andesíticas, conglomerados, metabrechas volcánicas y conglomerados la cual no ha sido descrita formalmente.

Aflora entre el arroyo El Muleto y río Aguililla en una franja sensiblemente E-W, en las cartas Playitas y Parotal, sus mejores afloramientos se localizan en los arroyos Toscano, Barranca Prieta y sierra Filo de Fierrería.

En el arroyo Toscano cerca del rancho El Jaltomate se tienen derrames de lava masivos de composición andesítica ligeramente alterados por epidota, que le dan a la roca tonalidades verdosas.

Al sur del cerro Toscano en el camino al rancho La Caña se tienen brechas que muestran fragmentos alargados de dacitas porfídicas, la matriz está formada por una masa criptocristalina. Los paquetes de toba son de grano fino y muestran algunos fragmentos líticos deformados, los cuales son color verdoso a morado.

*Metadacita.-* Megascópicamente es de color gris verdoso claro, de estructura compacta, textura afanítica pseudofoliada, se observa clorita, en estudio de lámina delgada su microtextura es microcristalina porfídica fluidal. Los componentes principales son: oligoclasa en proporción del 50 al 75% en material fino con cristales rotos y fenocristales redondeados, cuarzo de 5-25 % en agregados finos en franjas y alrededor de los fenocristales, sericita del 25 al 50 % en pequeñas escamas y en hilillos, clorita de 5-25% de formas alargadas al flujo y minerales opacos en grumos asociados a las formas cloritizadas, presenta una matriz de cuarzo-plagioclasa, algo de metamorfismo cataclástico por la presencia de recristalización y fracturamiento en las plagioclasas. Se clasificó como una metadacita sericitizada. (**muestra LC-103**)

*Metabrecha cuarzosa.-* Megascópicamente es de color pardo claro, de estructura compacta y textura clástica orientada, se observan fragmentos de roca, al microscopio su microtextura es microcristalina orientada, sus minerales principales son: cuarzo del 50 al 75 % en agregados finos con orientación y con extinción ondulante forma la matriz; fragmentos de roca del 5-25% en clastos de granulometría muy variada en

material fino de cuarzo, los minerales secundarios son: sericita del 5 al 25% en escamas en hilillos y alterado a toda la roca y óxidos de hierro diseminados y en grumos entre los clastos y alterado a estos, el cementante es cuarzo, los clastos son de roca cuarcítica y presentan granulometría muy variada, angulosos y orientados, es de origen sedimentario y se clasificó como una metabrecha cuarzosa (**muestra LC-104**).

Los paquetes volcánicos son discontinuos y varían en espesor de pocos metros a 250 m. aproximadamente.

Su espesor real se desconoce, sin embargo en el arroyo Toscano se midió un desnivel topográfico de 900 m.

Sobreyacen discordantemente a la Formación Jaltomate (**Tri E-F**) y en la localidad de Los Pozos son cabalgadas por estas, también se encuentran infrayaciendo al miembro La Unión de la Formación Zihuatanejo.

Está intrusionada por cuerpos granodioríticos-dioríticos terciarios que provocaron una zona de metamorfismo de contacto originando hornfels de actinolita-tremolita de las facies albíta-epidota.

No se tienen dataciones pero por su relación estratigráfica, se sugiere una edad Berriasiano-Valanginiano.

Esta formación aparentemente es contemporánea y probablemente correlacionable con las lavas y tobas andesíticas-dacíticas de la Formación Angao de la cuenca de Huetamo.

El ambiente de depósito es netamente vulcanosedimentario relacionado a un arco de islas intraoceánico.

En esta secuencia se tiene el depósito ferrífero de Los Pozos.

*Formación Tecalitlán (Kbap A-BvA)*

Rodríguez D. (1980) (en Munguía R. P., 1991), definió informalmente como Formación Tecalitlán a una secuencia de piroclásticos de composición predominantemente andesítica. Posteriormente Pantoja A. J. (1981) describe formalmente a estas rocas como una secuencia de derrames, brechas y tobas riolíticas a andesíticas con intercalaciones de conglomerado volcánico, andesita microlítica de color gris verdoso y toba riolítica con fragmentos líticos de riolita porfídica, la localidad tipo se encuentra en los afloramientos situados a la orilla de la carretera federal No. 110 entre el poblado de Tecalitlán y la rancharía de Carrizalillo, en el estado de Jalisco.

Esta unidad aflora en franjas orientadas NW-SE, en la porción central y central-norte de la carta

Está constituida en forma general por una secuencia de lavas andesíticas a traquiandesitas y aglomerados, brechas volcánicas y depósitos piroclásticos

**Traquiandesita.-** En ejemplar de mano es de color verde claro a oscuro, de estructura compacta y textura afanítica, se observa cloritizada, al microscopio su microtextura es traquítica porfídica. La mineralogía, consiste de: sanidino de 25 a 50 % en microlitos y en escasos fenocristales, andesina 25-50% también como microlitos y fenocristales formando aglomerados diseminados; los minerales secundarios son: clorita 5-25% en manchones alterando la matriz y epidota con cristales pequeños y en aglomerados en toda la roca; en proporción menor al 5 % saussurita en una franja en la roca, la matriz es feldespato y la epidota está afectando a toda la roca, fue clasificada como traquiandesita epidotizada (**muestra LC-101**).

**Dacita.-** Megascópicamente es de color gris verdoso oscuro, estructura compacta, textura afanítica, se observan óxidos de hierro, en la descripción microscópica se tiene una microtextura microcristalina, los minerales principales son plagioclasa del 50 al 75% en la matriz y fenocristales escasamente diseminados, cuarzo de 25 a 50% formando la matriz, como minerales secundarios se tiene clorita y saussurita en proporción de 5 a 25% alterando la matriz y toda la roca y minerales opacos en aglomerados, se clasificó como dacita cloritizada saussuritizada (**muestra LC-53**), con variaciones a metadacita porfídica de hornblenda (**muestra LC-100**).

**Toba lítica.-** Es de color gris oscuro con partes rojizas de estructura compacta y textura tobácea se observan fragmentos de roca y plagioclasas, al microscopio su microtextura es hialina, los componentes principales son: oligoclasa de 25 a 50%, en cristales rotos, y grandes fenocristales en una matriz fluidal de vidrio, vidrio del 5 a 25% de formas fibrosas y de manera fluidal formando la matriz, fragmentos de roca en clastos subangulosos de granulometría variada en la matriz fluidal, como minerales secundarios clorita y calcita, en proporción de 5 a 25% en manchones diseminados en toda la roca y minerales arcillosos alterando la matriz por desvitrificación, se clasificó como una toba lítica de composición andesítica ocasionalmente cloritizada (**muestras LC-54 y 99**).

**Metaarenisca volcánica.-** Megascópicamente son color gris claro, estructura compacta, textura arenosa, al microscopio presentan una microtextura epiclástica los componentes principales son plagioclasa de 25 a 50% en cristales rotos y con orientación, fragmentos de roca de 5 a 25% en clastos angulosos los componentes secundarios son calcita de 5 a 25% en hilillos cubriendo a la roca en partes, minerales opacos en cristales como puntos y grumos diseminados en toda la roca, los clastos de roca son de tipo andesítico y muy abundantes, se clasificó como una metaarenisca volcánica (**muestra LC-97**) con variación a arenisca cuarzo-feldespática (**muestra LC-35**).

En la localidad tipo se midió un espesor de 1 805 m en superficie, en el pozo Tonaya 1 se perforaron 2 300 m, en el Colima 1 se perforaron 177 m y en el Jalisco se perforaron

430 m (Munguía R. P. 1991) El espesor observado en la carta es mayor a 800 m,

En el rancho de Ticuilucán, en el área de Coalcomán, está cubierta por una secuencia, de la base a la cima, de tobas dacíticas pseudoestratificadas color verdoso sobreyacidas por tobas riolíticas color rosa, sobreyacidas a su vez por gruesos paquetes de conglomerados volcánicos de color rojo quemado de la Formación Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**), en el río Aguillilla y en bahía Bufadero está cubierta por una secuencia de areniscas y limolitas de color verde seco sobreyacida por lentes de caliza delgada del miembro La Unión (**Kapa Ar-Lm**).

En la localidad de Barranca Seca, esta sobreyacida por calizas arcillosas silicificadas interestratificadas con capas de derrames andesíticos del miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**) de la Formación Zihuatanejo y en el arroyo El Chacal por calizas arrecifales del miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**) (**fotografía 4**). Está intrusionada por cuerpos graníticos (**Tpae Gr-Gd**) en las localidades de Chapula, Mesa de Lobos y en el río Aguillilla.



**Fotografía 4.-** Andesitas de la Formación Tecalitlán (**Kbap A-BvA**) sobreyacidas por caliza del miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**). Localidad Monte Verde al oeste de Parotal.

Pantoja A. J. (1974), en la mina El Encino localizada en Pihuamo Jal, estableció su posición estratigráfica asignándole una edad de Barremiano-Aptiano ya que es sobreyacida por la Formación Encino que fue datada con fósiles de edad de Aptiano-Albiano. Es correlacionable con el Arco Amengáricuaro en Michoacán-Guerrero.

Esta unidad nos indica un ambiente que corresponde a un macizo de arco volcánico insular, que se relaciona con el subterreno Zihuatanejo.

No se conoce mineralización importante en esta unidad.

**Formación Tepalcatepec (Kapa TA-Lm)**

Pimentel R. A. (1980) (en Munguía R. P., 1991), la define como una unidad volcanosedimentaria con bancos calcáreos

de escaso desarrollo vertical y horizontal, lutitas, areniscas, tobas riolíticas y dacíticas, conglomerados, niveles detríticos y escasos derrames andesíticos que aflora en la región de Tepalcatepec y Coalcomán.

Aflora en la parte norte central de la carta en una amplia franja de rumbo NW-SE que se extiende aproximadamente entre Coalcomán, Dos Aguas, Aguililla y San José de Chila.

La litología en forma general está constituida en su parte inferior por un grueso paquete de tobas líticas de composición andesítica a dacítica, brechas volcánicas, derrames dacíticos y hacia la parte superior se tienen tobas riolíticas, tobas de textura arenosa y conglomerados volcánicos, lutitas y calizas arcillosas con escasos derrames andesíticos.

En la carretera Tepalcatepec-Coalcomán en el rancho Ticuilucán se tienen tobas andesíticas en espesores de 1 a 10 cm sobreyacidas por tobas riolíticas y estas a su vez sobreyacidas por conglomerados volcánicos tipo lahar de color rojizo.

En el camino de Coalcomán a Dos Aguas se tienen tobas líticas en capas gruesas de hasta 5 m, de textura conglomerática color verdoso, interstratificadas con tobas epiclásticas granulométricamente representadas por areniscas y limolitas de color café rojizo con espesores de 0.10 a 1.50 m y pseudostratificadas, hacia la cima se presenta una intercalación de calizas lenticulares intercaladas con lutitas, areniscas y escasos derrames de andesita.

*Limolita.*- Megascópicamente es de color negro de estructura compacta, textura arcillosa, al microscopio presenta microtextura criptocristalina, sus componentes principales son limo en proporción mayor de 75% formando el cementante y la roca, hematita de 5 a 25% en puntos en el cementante, como mineral secundario se tiene calcita de 5 a 25% en toda la roca, se clasificó como limolita (**muestra LC-49**).

*Arenisca volcánica.*- Megascópicamente es color pardo oscuro, estructura compacta, textura arenosa granuda. En el microscopio presenta microtextura epiclástica, sus componentes principales son fragmentos de roca en proporción de 50 a 75 % en clastos angulosos formando parte de la roca; plagioclasa de 5 a 25% en cristales diseminados entre los clastos de roca, calcita de 5 a 25% como cementante y cubriendo a algunos clastos y plagioclasas, como minerales secundarios se tiene clorita de 5 a 25% como cementante junto con calcita y alterando a algunos clastos de roca y óxidos de hierro de 5 a 25% alterando a toda la roca, el cementante es calcáreo-clorítico, de origen sedimentario y se clasificó como arenisca volcánica de grano medio a grueso (**muestra LC-30**) con variación a arenisca volcánica feldespática (**muestra LC-4**).

*Toba riolítica.*- En muestra de mano es de color rosado claro, de estructura compacta, textura tobácea y los

minerales observables son plagioclasas y fragmentos de roca, al microscopio su microtextura es hialocristalina, los minerales principales son vidrio-feldespatos con porcentaje de 25 a 50 %; formando la matriz en forma fluidal, fragmentos de roca de 5 a 25 %; en clastos angulosos diseminados entre el vidrio, plagioclasa de 5 a 25% en cristales angulosos diseminados en la matriz de vidrio-feldespatos, biotita de 5 a 25% en cristales hojosos diseminados y alterados a óxidos de hierro, como minerales secundarios se tienen minerales opacos en proporción menor a 5 % en cristales y grumos diseminados en toda la roca, los clastos de roca son de tipo riolítico con origen piroclástico, se clasificó como toba riolítica (**muestra LC-25**) con variación a toba lítica riolítica (**muestra LC-48**).

*Dacita.*- Megascópicamente es de color gris claro, estructura compacta, textura afanítica y se observan minerales arcillosos, al microscopio presenta una microtextura microcristalina porfídica, sus componentes principales son: plagioclasa de 50-75%, en la matriz y escasos fenocristales, cuarzo 25-50% en la matriz con la plagioclasa, sus componentes secundarios son: minerales arcillosos de 5-25% alterando toda la roca, minerales opacos de 5-25% en grumos, prehnita -5%, en prismas radiales diseminados en la plagioclasa, se clasificó como una dacita alterada (**muestra LC-21**).

*Toba dacítica.*- Megascópicamente es de color gris verdoso, de estructura compacta, textura afanítica, al microscopio presentan microtextura piroclástica, sus minerales principales son plagioclasa del 25 a 50 % en microlitos y en cristales rotos con aristas redondeadas, cuarzo de 5 a 25 % de forma granular, formando la matriz con plagioclasa; como minerales secundarios se tiene epidota de 5 a 25 % en cristales diseminados abundantemente en la roca, minerales opacos de 5 a 25% en hilillos y grumos diseminados en toda la roca, la matriz es cuarzo-plagioclasa, de origen piroclástico, fue clasificada como toba dacítica epidotizada (**muestra LC-44**).

*Andesita.*- En muestra de mano es de color rojo oscuro, de estructura compacta, textura afanítica, se observa hematita terrosa, al microscopio se observa una microtextura microlítica afieltrada, sus minerales principales son ferromagnesianos alterados 5-25% en fenocristales diseminados y alterados a hematita, biotita alterada de 5 a 25% en cristales pequeños abundantes y alterándose a clorita-óxidos, como minerales secundarios se tiene calcita-saussurita de 5 a 25% se presentan juntas y están alterando y cubriendo a toda la roca, hematita terrosa de 5 a 25% alterando a los ferromagnesianos, la matriz es plagioclasa de origen ígneo extrusivo y se clasificó como andesita porfídica alterada (**muestra LC-50 y 52**) con variaciones a andesita cloritizada (**muestra LC-8**) y cuarzo latita (**muestra LC-19**).

*Toba lítica.*- Megascópicamente es de color rojizo claro de estructura compacta, textura afanítica con escasos fenocristales; los minerales observables son plagioclasas, en

descripción microscópica la microtextura es microcristalina porfídica los componentes principales son oligoclasa-andesina en proporción de 50 a 75% en microlitos y en material roto y en fenocristales formando la matriz y la roca, fragmentos de roca de 5 a 25% en clastos angulosos, como minerales secundarios se tiene epidota cubriendo algunos cristales de plagioclasa, clorita en manchones alterando a toda la roca, sericita en escamas y minerales opacos en manchones alterando a toda la roca, todos estos se presentan en una proporción de 5 a 25%, su matriz es plagioclasa y se clasificó como una toba lítica andesítica (**muestra LC-27**) con variación a toba traquiandesítica (**muestra LC-2**).

**Calcarenita.-** Megascópicamente es de color negro de estructura compacta, textura afanítica pseudoestratificada, al microscopio presenta microtextura microcristalina, sus minerales principales son: calcita-micrita de 50 a 75% en oolitos y en material fino como cementante, plagioclasa de 5 a 25% en cristales diseminados en el cementante calcáreo, cuarzo menos de 5% en cristales angulosos, materia orgánica menos de 5% junto con la micrita formando el cementante, es de origen sedimentario y se clasificó como una calcarenita. (**muestra LC-26**)

En el área de estudio se estima un espesor de 1 500 m, en la cuenca de Colima el pozo Tepames 1 PEMEX (1983, en Munguía R. P. 1991) corto un espesor de 3,267 m.

Esta unidad sobreyace transicionalmente a la Formación Tecalitlán (**Kbap A-BvA**) hacia el oeste cambia transicionalmente y lateralmente a sedimentos de cuenca de la Formación Madrid (**Kapa Lu-Cz**) (**fotografía 5**), en el área de Arroyo Seco las areniscas y lutitas carbonosas gradúan a calcilitas, calcarenitas y calizas fosilíferas en estratos gruesos del miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**)



**Fotografía 5.- Tobs ácidas de la Formación Tepalcatepec (Kapa TA-Lm) cubriendo a lutitas de la Formación Madrid (Kapa Lu-Cz). Localidad Cerro El Limón al noroeste de Tehuantepec.**

Dataciones paleontológicas realizadas por PEMEX en el pozo Tepames 1 (Munguía R. P., 1991), le asignan una edad Aptiano-Albiano. Se correlaciona con la Formación Encino,

y con los miembros La Unión, e Ixtapa mixto de la Formación Zihuatanejo

Por las características litológicas se puede inferir que se tenían pequeñas cuencas de sedimentación constante, relativamente cercanas a los focos de actividad volcánica, debido a la abundante ocurrencia de niveles tobáceos, epiclásticos, areniscas y conglomerados y el carácter lenticular de las calizas arcillosas subarrecifales, que implican procesos sedimentarios mixtos dentro de la evolución del arco insular.

Se encuentra en estrecha relación con los yacimientos vulcanogénicos y sinsedimentarios con mineralización de plata, plomo, zinc y cobre, los cuales se presentan en forma de mantos, lentes y vetas como en La Minita, Arroyo Seco, Palos Bobos y El Costeño, posiblemente esta mineralización este asociada a cuerpos subvolcánicos causantes de la emisión de soluciones mineralizantes.

#### *Formación Zihuatanejo*

Vidal, S. R. (1986) propone el nombre de Formación Zihuatanejo, para una secuencia volcánico-sedimentaria no metamorfizada, constituida por rocas sedimentarias volcanoclásticas con capas rojas, en las que se interestratifican calizas con fósiles del Cretácico inferior-Albiano y rocas volcánicas de composición andesítico-basáltica y riolítica-riodacítica, dividiéndola en dos miembros denominados miembro La Unión, de composición volcanoclástica, y el miembro Ixtapa de composición andesítico-calcárea, sin embargo en 1998 el Consejo de Recursos Minerales en la carta Zihuatanejo, Escala 1: 250,000 divide a esta formación en tres miembros denominándolos La Unión (vulcanosedimentario con lechos rojos y calizas), Ixtapa mixto (vulcanosedimentario con calizas) e Ixtapa calcáreo (calizas)

#### *Miembro La Unión (Kapa Ar-Cz)*

Aflora en la porción suroriental de la carta en una franja paralela a la costa desde el puerto de Lázaro Cárdenas hasta el poblado de Guagua y en la parte central en una franja de dirección NW-SE desde el poblado de Playitas a Dos Aguas y al sur de Aguillilla.

La litología en general está constituida por arenisca volcánica, arenisca lítica, wacka volcánica, caliza subarrecifal, lutita, limolita, conglomerado polimíctico, toba lítica y microbrecha de composición andesítica- dacítica, brecha y tobas de composición riolítica a dacítica y derrames de traquiandesita.

En la costa está constituido por capas rojas de 0.20 a 5.00 m de espesor constituidas por arenisca volcánica, tobas líticas, brechas volcánicas de composición riolítico a dacítico de color rojizo, en menor cantidad se tienen derrames andesíticos (**fotografía 6**) y traquíticos de color gris verdoso que intemperizan a color café ocre y pardo de textura

porfídica, en esta secuencia se intercalan esporádicos estratos de caliza subarrecifal.



**Fotografía 6.- Tobas líticas dacíticas cubiertas por derrames andesíticos del miembro La Unión (Kapa Ar-Cz). Localidad Las Peñas.**

En el área de Playitas los conglomerados están formados por guijarros bien redondeados y subredondeados de rocas volcánicas, cuarzo, areniscas ricas en cuarzo (derivadas de la Formación Varales) y raramente clastos graníticos. Las areniscas son principalmente arenisca volcánica y arcosa con estratificación gradada. Estos depósitos de areniscas y conglomerados muestran un color rojo (matriz reemplazada por óxidos de hierro secundarios). Se observan grandes lentes de caliza de 30 cm a 10 m de espesor y la intercalación de estratos delgados de lutitas calcáreas y areniscas en paquetes de hasta 10 m de espesor.

Al sur de Aguillilla aflora una secuencia pelítico calcárea, constituida por una intercalación de areniscas, limolita, calcilititas laminadas, esporádicos horizontes de conglomerados polimícticos y caliza de estratificación delgada.

**Toba lítica.-** Megascópicamente es de color negro, estructura compacta, de textura tobácea, al microscopio presenta microtextura microcristalina, sus componentes principales son: plagioclasa 25-50% en microlitos en la matriz con hematita y cuarzo, fragmentos de roca de 5-25%, en clastos angulosos de diferente granulometría y algunos totalmente alterados, hematita, en menor proporción 5-25% en grumos cubriendo a toda la roca y cuarzo de 5-25% en forma muy fina en la matriz, sus componentes secundarios son: de 5-25% clorita en manchones alterando a toda la roca y calcita cubriendo a los clastos y a toda la roca, es de origen piroclástico y se clasificó como una toba lítica de composición dacítica-andesítica (**muestra LC-113**).

**Calcilitita.-** Megascópicamente es de color gris oscuro a negro, de estructura compacta y textura arcillosa, al microscopio presenta microtextura criptocristalina a microcristalina, sus componentes principales son: micrita-calcita más de 75% de forma cristalina formando el cementante y en oolitos, hematita y minerales arcillosos de 5-25% en el cementante con la micrita, en menor proporción

-5% cuarzo en pequeños cristales, se clasificó como una calcilitita de origen sedimentario (**muestra LC-114**).

**Arenisca volcánica.-** En muestra de mano es de color gris verdoso oscuro, su estructura es compacta, textura arenosa y se observan fragmentos de roca, al microscopio presenta microtextura epiclástica pelítica, sus componentes principales son: plagioclasa de 25 a 50% en cristales diseminados en una matriz de clorita y arcilla, fragmentos de roca 5-25% en clastos angulosos de tipo andesítico, minerales arcillosos como cementante en la roca y sus componentes secundarios son: calcita 5-25% cubriendo a toda la roca, sericita alterando a las plagioclasas, clorita alterando en parte a la roca y a los fragmentos de roca y minerales opacos en grumos alterando a los clastos y a toda la roca, es de origen sedimentario y los fragmentos de roca son de tipo andesítico, se clasificó como arenisca volcánica (**muestra LC-129**) con variaciones a wacka volcánica (**muestra LC-116**) y a arenisca lítica (**muestra LC-132**).

**Traquiandesita.-** Megascópicamente es de color verde claro, estructura compacta y textura afanítica, se observa clorita al microscopio presenta una microtextura microlítica afieltrada, los minerales principales son: sanidino de 50-75% en microlitos y en fenocristales formando la matriz y la roca, andesina-labradorita de 25-50% en cristales laminares algunos muy alargados en la matriz con el sanidino, esfena en pequeños cristales diseminados en toda la roca, sus minerales secundarios son: clorita 5-25% alterando la matriz y toda la roca, calcita en hilillos o franjas y en manchones en toda la roca y minerales opacos en grumos muy abundantes en la matriz, en menor proporción epidota -5% en aglomerados diseminados en la roca, su matriz es feldespática, de origen ígneo extrusivo, se clasificó como traquiandesita cloritizada (**muestra LC-120**).

**Riolita.-** Megascópicamente es de color rojizo claro, de estructura compacta y textura afanítica con escasos fenocristales, en lámina delgada tienen microtextura microgranuda a microcristalina porfídica, los componentes principales son: cuarzo-feldespato 50-75% de forma microgranuda y de complicados dibujos formando la matriz, oligoclasa 5-25% en fenocristales diseminados en la matriz de cuarzo-feldespato y como componentes secundarios tiene: hematita 5-25% en grumos en la matriz y alterando a toda la roca, sericita -5% en escamas sobre algunos fenocristales de plagioclasa y minerales arcillosos alterando la matriz y la roca, es de origen ígneo extrusiva, la alteración de la roca es hematita y se clasificó como riolita alterada (**muestras LC-128 y 51**).

El espesor de esta unidad se estima superior a los 1,000 m.

Se define como cambio de facies lateral del miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**), y subyace transicionalmente al miembro Ixtapa calcáreo del Albiano-Cenomaniano (**Kace Cz**).

La edad de estas rocas fue determinada paleontológicamente por la identificación de fósiles del Aptiano-Albiano

contenidos en los lentes de caliza subarrecifal que se encuentran interestratificados en la secuencia volcánico-sedimentaria. Dichos fósiles son entre otros: *Coalcomana Ramosa*, *Coalcomana sp.*, *Actaeonella*, *Chondrodonta sp.*, *Touacacia sp.* y Caprínidos.

Las rocas de esta secuencia volcánico-sedimentaria se correlacionan litológicamente y cronoestratigráficamente con las formaciones Tepalcatepec y Madrid.

Esta unidad representa un ambiente vulcanosedimentario con destrucción de los macizos de arco, con precipitación contemporánea de lodo calcáreo en pequeñas cuencas someras de aguas cálidas, durante periodos de poca actividad volcánica.

Son buenas receptoras de mineralización al contacto con los cuerpos graníticos, originando yacimientos de metasomatismo de contacto con minerales de fierro y estructuras en forma de vetas con oro, plata, plomo y zinc.

*Miembro Ixtapa mixto (Kapa A-Cz)*

Esta unidad aflora al oeste de Villa Victoria, en los alrededores de Aquila, en la ribera del río Coalcomán y al sureste de Barranca Seca, así como al oriente de Lázaro Cárdenas en las cartas La Mira, Arteaga y Las Cruces y se continua en la carta Ciudad Altamirano y Zihuatanejo.

Está constituida principalmente por una alternancia de derrames andesíticos, calizas y en menor proporción brechas y tobas.



**Fotografía 7.- Caliza intercalada con derrames andesíticos del miembro Ixtapa mixto (Kapa A-Cz). Localidad río Coalcomán al suroriente de Tehuantepec.**

En el área de Barranca Seca se tiene una alternancia de derrames, brechas andesíticas y calizas. Los derrames son de color gris verdoso, en ocasiones están hematizados y son de color rojizo, las calizas presentan estratos delgados menores de 0.30 m y están silicificadas. Al oriente de Arteaga se tiene una intercalación de calizas y tobas andesíticas (**fotografía**

**7**), en ocasiones se observan peperitas que es una mezcla de lavas y brechas con lodo calcáreo.

En el río Coalcomán se tiene intercalación de calizas y derrames andesíticos y también se observan lavas almohadilladas (**fotografía 8**).



**Fotografía 8.- Lavas almohadilladas del miembro Ixtapa mixto (Kapa A-Cz). Localidad río Coalcomán al SE del poblado Tehuantepec.**

**Andesita.-** Megascópicamente es de color gris verdoso claro, de estructura compacta, textura afanítica, se observa clorita, al microscopio presenta microtextura microcristalina, los componentes principales son plagioclasa de 25-50% está totalmente cubierta por calcita, esfena de 5 a 25% en pequeños cristales, sus componentes secundarios son clorita de 25-50% está cubriendo a toda la roca, calcita de 5-25% cubre a las plagioclasas y en manchones a toda la roca y sericita en escamas está alterando a toda la roca, su matriz es plagioclasa-clorita, de origen ígneo extrusivo, las plagioclasas se distinguen por sus formas de microlito, los ferromagnesianos están totalmente cloritizados, se clasificó como roca andesita cloritizada y sericitizada (**muestra LC-07 y 24**) con variación a andesita porfídica (**muestras LC 32 46 y 47**) y a cuarzolita porfídica (**muestra LC-74**)

**Dacita.-** Megascópicamente es de color gris verdoso de estructura compacta y textura afanítica, se observa clorita, al microscopio presenta microtextura hipocristalina pilotaxítica, los porcentajes minerales varían de 50 a 75% para la oligoclasa-andesina en laminillas alargadas formando la matriz y la roca; cuarzo 5-25% en fenocristales redondeados y cubierto por calcita, los minerales secundarios son calcita 5-25% en manchones cubriendo a la roca y a los cuarzos redondeados, clorita 5 a 25% alterando a toda la matriz en manchones, la alteración es calcitización abundante, es de origen ígneo-extrusivo y se clasificó como una dacita alterada (**muestra LC-75**).

**Arenisca volcánica.-** Megascópicamente es de color rojizo, estructura compacta y textura arenosa, se observan óxidos de fierro, al microscopio presenta microtextura epiclástica, sus componentes principales son: fragmentos de roca en proporción mayor a 75% en clastos angulosos, plagioclasas

5-25% en cristales tabulares entre los clastos, los minerales secundarios son: hematita terrosa 5-25% alterando a los clastos y cubriendo la roca, su matriz es hematita y los fragmentos de roca son de tipo dacítico, andesítico y basáltico, es de origen sedimentario y se clasificó como arenisca volcánica (**muestra LC-36**)

*Metatoba cristalovítrea.*- Megascópicamente es de color gris verdoso, de estructura compacta, textura afanítica sedosa con escasos clastos, se observa sericita, al microscopio presenta una microtextura microcristalina orientada, sus minerales principales son sericita de 25 a 50% en escamas formando la matriz de forma fluidal con algunos clastos, fragmentos de roca de 5 a 25% en clastos angulosos diseminados en la matriz fluidal y plagioclasa en fenocristales rotos y material triturado, como minerales secundarios se tiene epidota de 5 a 25% sobre las plagioclasas y fragmentos de roca en pequeños cristales y minerales arcillosos alterando a toda la roca, la matriz está constituida por minerales arcillosos, los fragmentos de roca son de tipo andesítico y escasos los de cuarzo, la matriz es arcillosa por la desvitrificación del vidrio, por el metamorfismo de bajo grado, se clasificó como una metatoba cristalovítrea de composición andesítica (**muestra LC-39**) con variaciones a toba cristalolítica (**muestra LC-131**) y a toba cristalina de composición riódacítica (**muestra LC-127**).

*Toba arenosa.*- Megascópicamente es de color beige claro, de estructura compacta, textura arenosa tobácea, se observa fragmentos de roca, al microscopio presenta una microtextura piroclástica, sus componentes principales son: fragmentos de roca de 25-50% en clastos angulosos de diferentes tamaños formando parte de la roca y plagioclasa en cristales rotos y en fenocristales diseminados entre los clastos de la roca y en menor proporción cuarzo 5-25% en agregados finos en la matriz y en clastos formando la roca, sus componentes secundarios son: calcita de 5-25% en partes cubriendo a la roca, y en menor proporción epidota -5% en pequeños cristales diseminados escasamente en la roca, los clastos son dacíticos y andesíticos, su matriz es cuarzo, la plagioclasa es abundante y se clasificó como toba arenosa de composición dacítica-andesítica, de origen piroclástico (**muestra LC-40**).

El espesor estimado de este miembro es de 700 m.

Están sobreyaciendo directamente a andesitas y brechas andesíticas de la Formación Tecalitlán (**Kbap A-BvA**), e infrayace concordantemente y de manera transicional a calizas del miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**).

Basándose en estudios de microfauna sobre los rudistas yivalvos *Coalcomana Ramosa* y *Chondrodonta sp.* (Alencaster G., 1978, en Munguía R. P., 1991) le asigna una edad Albiano temprano, correlacionable con el miembro Ixtapa de la Formación Zihuatanejo y con el nivel superior de la Formación Tepalcatepec.

Esta unidad se depositó en un ambiente vulcanosedimentario con una intercalación de calizas subarrecifales que nos indican ambiente somero de aguas cálidas, con eventos volcánicos representados por derrames andesíticos y tobas piroclásticas.

Estas rocas son favorables para el depósito de yacimientos de hierro en el contacto con cuerpos intrusivos.

#### *Formación Madrid (Kapa Lu-Cz)*

La Formación Madrid fue propuesta informalmente por Pano A. A. (1975 en Munguía R. P., 1991), para nombrar a una secuencia de calizas de grano fino, de color gris oscuro, café oscuro grisáceo, de estratificación delgada a media en alternancia con lutitas carbonosas de color gris oscuro a negro, margas de igual color, calizas de color gris de grano medio, hacia su parte superior alterna con yesos. Su localidad tipo se localiza en las afueras del poblado de Madrid, Col.

Aflora en la porción noroccidental de la carta, en una franja orientada N55°W y hacia el sur en dirección norte-sur.

Está constituida por una alternancia de lutitas, calizas arcillosas, areniscas y esporádicamente horizontes tobáceos. La caliza es de color gris oscuro en estratos delgados de 5 a 30 cm interestratificados con lutitas carbonosas negras piritizadas de 2 a 10 cm, intemperizan a ocre amarillento (**fotografía 9**).



**Fotografía 9.- Lutitas carbonosas plegadas Formación Madrid (Kapa Lu-Cz). Localidad Cerro El Llano al suroccidente de Villa Victoria.**

*Metacaliza.*- Megascópicamente es de color negro, estructura compacta, textura pseudofoliada a arcillo-cristalina, se observan hilillos de calcita, al microscopio presentan una microestructura microcristalina orientada, los minerales principales son: calcita- micrita 75% de forma granular, está formando un mosaico cristalino con orientación y en menor proporción cuarzo -5% en cristales pequeños en aglomerados y como ojos en el cementante

calcáreo, sus componentes secundarios son: óxidos de fierro minerales opacos y materia orgánica 5-25% en grumos e hilillos marcando la orientación y en menor proporción sericita -5% en cristales hojosos escasamente diseminados, su matriz es calcáreo, de origen sedimentario y fue clasificada como una metacaliza micrítica (**muestra LC-96 y 111**), la **muestra LC-98** se clasificó como una metacaliza micrítica con escasos oolitos y restos de microorganismo y la **muestra LC-45** como caliza orgánica.

Para esta unidad se estima un espesor de 1,000 m. En la Estación Jala en el pozo Colima 1, PEMEX cortó un espesor de 2,500 (en Munguía R. P., 1991).

La base de esta unidad no aflora, su contacto superior esta infrayaciendo en forma transicional al miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**) del Albiano-Cenomaniano, hacia el oriente cambia transicionalmente a la Formación Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**). Garduño M. V. H. *et al.*, (1999) la reporta como cambio lateral a facies de cuenca de la Formación Tepalcatepec.

De acuerdo a su posición estratigráfica y fósiles encontrados en el pozo Colima 1 por PEMEX (en Munguía R. P. 1991) y la presencia de impresiones de amonitas localizadas en la carta Villa Victoria, se infiere que su edad varía del Aptiano-Albiano. Se correlaciona con la formación Tepalcatepec.

Esta formación corresponde a un ambiente de cuenca, sin embargo en los estudios de PEMEX (en Munguía R. P. *et al.*, 1989) mencionan que presentan interdigitaciones de carbonatos de plataforma, zonas de talud y corrientes de turbidez lo que explica su cambio de facies a zonas más someras hacia el oriente.

Las rocas calcáreas de la porción superior de esta unidad son favorables para el depósito de yacimientos metasomáticos de hierro en los contactos con cuerpos intrusivos terciarios

#### *Miembro Ixtapa calcáreo (Kace Cz)*

Se encuentra distribuida en toda la carta en forma de remanentes, teniendo sus afloramientos más extensos al noroeste en la zona de Villa Victoria, Tecomán y Coalcomán.

Está constituida por calizas relativamente puras de origen subarrecifal en estratos gruesos que varían de 0.50 a 2.00 m de espesor y en bancos masivos. El color varía de gris claro, gris medio y café claro, con algunos niveles dolomíticos evidenciados por que al ser golpeados con el martillo despiden un olor fétido. Sus texturas son variadas de mudstone, wackestone y packstone. Los niveles fosilíferos llegan a formar coquinas con espesores considerables generalmente en la parte superior de la secuencia calcárea.

En la base de esta formación se tienen cuerpos de yeso. En la zona de Aguililla, a la base de las calizas se tienen calcarenitas de color pardo grisáceo en estratos de 0.60 m de

textura grainstone y calcilitas color gris amarillento en estratos de hasta 1.00 m.

Esta unidad sobreyace concordantemente a calizas y lutitas de la Formación Madrid (**Kapa Lu-Cz**) al noroeste de la carta.

La parte superior de la unidad está sobreyacida discordantemente por la Formación Cerro de La Vieja (**Ktco Ar-Cgp**). En el área de Aguililla su contacto inferior es transicional ya que las calcarenitas y las calcilitas de la Formación Tepalcatepec van aumentando su contenido calcáreo hasta formar bancos fosilíferos

Por su contenido de microfauna y macrofauna PEMEX (en Munguía R. P., 1991), la considera una unidad típica de ambiente arrecifal de edad Albiano inferior-Cenomaniano. Los macrofósiles encontrados en Coalcomán son: *Coalcomana Ramosa (Boehn)*, *Chandrodonta sp.* y *Toucasia sp.*

Se correlaciona con las formaciones Morelos y Teloloapan.

Esta roca fue depositada en un ambiente epicontinental de aguas someras y sin aporte de terrígenos.

No se conocen estructuras mineralizadas en esta unidad.

#### *Formación Cerro de La Vieja (Ktco Ar-Cgp)*

Parga M. J. A. (1977) (en Munguía R. P. 1991) designa con este nombre a una secuencia de conglomerados calcáreos que afloran en las inmediaciones del cerro de La Vieja, municipio de Coquimatlán, Col, constituida por cuatro unidades: conglomerados calcáreos con matriz limolítica y de lodo calcáreo, limolitas y areniscas. Esta unidad aflora al norte de Aguililla, Mich, y al oriente de Tecomán, Col.

En Aguililla, está constituida en la base por horizontes de conglomerados calcáreos rojizos con un cementante calcáreo-arenoso donde los clastos son subredondeados y varían de 0.05 a 0.15 m de diámetro, provienen de rocas volcánicas y calizas; hacia la cima gradúan a una alternancia de areniscas y limolitas, de un color característico rojo quemado a gris morado, su granulometría varía de grano fino a medio presentándose bien clasificadas formando capas con espesores que varían de 0.15 a 1.20 m.

*Arcosa*.- Megascópicamente es de color rojizo oscuro, estructura compacta y textura arenosa, se observa hematita, al microscopio presenta una microtextura epiclástica pelítica, sus componentes principales son: feldespato 25 a 50 % en cristales angulosos en una matriz hematita-calcita, fragmentos de roca 5-25% en clastos angulosos junto con la plagioclasa cementados por hematita y hematita-calcita con cementante y cubriendo a toda la roca, sus componentes secundarios son: epidota -5% en pequeños cristales escasamente diseminados en la roca, los fragmentos de roca

son de varios tipos, de origen sedimentario y fue clasificada como arcosa (**muestra LC-115**).

*Wacka feldespática.*- Megascópicamente es de color rojizo oscuro, estructura compacta y textura arenosa, se observan óxidos de hierro y al microscopio presenta una microtextura epiclástica pelítica, sus componentes principales son: feldespato 50 a 75% en cristales angulosos formando la roca, cuarzo 5-25% en cristales angulosos formando parte de la roca y en menor proporción fragmentos de roca -5% en clastos diseminados y formando parte de la roca, sus componentes secundarios son: calcita 5-25% en manchones cubriendo en parte a la roca y óxidos de hierro parte como cementante y parte alterado a toda la roca, su matriz son óxidos de hierro y de origen sedimentario, los granos son muy angulosos y la granulometría variada de grano medio a fino, fue clasificada como wacka feldespática (**muestra LC-1**)

*Wacka lítica.*- Megascópicamente es de color rojizo, de estructura compacta y textura arenosa, se observan fragmentos de roca, al microscopio presenta una microtextura epiclástica, sus minerales principales son: fragmentos de roca 25-50% en clastos angulosos formando la roca y plagioclasa 5-25% en cristales diseminados entre los fragmentos de roca, sus componentes secundarios son: calcita 5-25% cubriendo a la roca y en hilillos y hematita cubriendo a los clastos y parte como cementante y en menor proporción sericita -5% alterando a algunos fragmentos de roca, su matriz es hematita de origen sedimentario, los fragmentos de roca en su mayoría son de tipo andesítico pero hay de roca ígnea y de cuarcita, se clasificó como wacka lítica (**muestra LC-6**).

Esta unidad está muy erosionada y su espesor estimado no excede los 500 m.

Se encuentra sobreyaciendo en discordancia erosional a las calizas del Miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**) a rocas vulcanosedimentarias de la Formación Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**), también está sobreyaciendo discordantemente a metasedimentos de la Formación Varales (**TR Ji Mar-F**).

Por su posición estratigráfica, con respecto a la Formación Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**), (sobreyaciendo) se le asigna una edad Turoniano-Coniaciano y se le correlaciona con la Formación Cutzamala de la cuenca de Huetamo

Corresponde a depósitos continentales depositados en cuencas intermontanas cerradas, o cuencas endorreicas originadas por taponés de lava los cuales obstruyeron el desagüe hacia el mar, provocando con ello acumulación de diferentes espesores de sedimentos. La granulometría, redondez y mala clasificación de los clastos nos hacen suponer que esta roca se depositó en cuerpos de agua someros con aportes violentos de diferentes materiales y escaso transporte.

No presenta interés para la minería.

### III. 2. 2 Rocas intrusivas

#### *Batolito de Michoacán-Guerrero (Tpa Gr-Gd)*

El Batolito de Michoacán-Guerrero forma parte de un cinturón plutónico que se encuentra distribuido a lo largo de la zona costera desde Michoacán hasta el Istmo de Tehuantepec que varía en edad Paleoceno-Oligoceno.

Está conformado por varios troncos y apófisis siendo los troncos más importantes: Arteaga, La Mira, San José de Chila, Los Pozos, Aquila, Ostula, y Tizupan, los apófisis son Villa Victoria e Ixtala.

Los colores varían desde blancos, gris claro, verdosos y gris oscuro, tienen estructura compacta masiva, textura holocristalina, en algunos cuerpos presenta una diferenciación de granito a granodiorita y diorita con variación a tonalita, monzonita, las cuales se caracterizan por presentar colores gris verdoso más oscuros, las rocas más ácidas pertenecen a granitos de biotita de textura holocristalina con cristales rosados característicos de los feldespatos potásicos, presentan un intemperismo esferoidal y tonalidades ocres, también se tienen algunos cuerpos de tonalita de textura holocristalina equigranular de colores claros y tonalidades verdosas, siendo distintivas las plagioclasas tabulares de color blanco. Dentro de los cuerpos intrusivos es frecuente observar diques andesíticos y aplíticos.

#### *Intrusivo de Arteaga.*

Con este nombre se designa a un intrusivo granítico el cual no ha sido formalmente descrito.

Aflora en el poblado de Arteaga en forma de troncos irregulares con una orientación NW-SE (Morán Z. D. *et al.*, 2000).

*Granito calcoalcalino.*- Megascópicamente es de color rosado claro con manchas verdes, tiene una estructura compacta y textura fanerítica granular, se observa feldespato y cuarzo, al microscopio se determinó una microtextura granuda alotriomórfica, los componentes principales son: ortosa 50-75% de forma granular, está formando un mosaico granudo, oligoclasa 25-50% en cristales laminares entre la ortosa en el mosaico, cuarzo 5-25% rellenando espacios en el mosaico y escaso intercrecimiento gráfico y esfena en una proporción menor a 5% en cristales prismáticos diseminados escasamente sobre los máficos, los componentes secundarios son: epidota 5-25% cubriendo totalmente a la biotita junto con la esfena y sericita está alterando a las plagioclasas, su matriz es feldespática, de origen ígneo intrusivo y se clasificó como granito calcoalcalino de biotita epidotizada (**muestra LC-108**).

*Diorita.*- Megascópicamente es de color blanco, con motas negras, de estructura compacta, textura fanerítica granuda, se

observan plagioclasa y máficos, en lámina delgada presenta una microtextura hipidiomórfica, los minerales principales son: oligoclasa 50-75% en laminillas formando un mosaico granudo, biotita-hornblenda-augita 25-50% en cristales hojosos y prismáticos y cuarzo-ortosa de 5-25% de forma granular en el mosaico con algo de intercrecimiento gráfico, los componentes secundarios son: minerales opacos -5% diseminados en cristales de forma cúbica, su matriz es plagioclasa, de origen ígneo intrusivo, fue clasificada como diorita de biotita-hornblenda (**muestra LC-107**).

Está intrusionando al metavolcánico-sedimentario (**Kbev(?) MVs**), a las formaciones Jaltomate (**TRi E-F**) y Varales (**TR Ji MAr-F**) así como a andesitas del miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**).

Se tienen edades que varían de 44 a 62 Ma (IMP 1984 inédito y Schaaf P., 1990, en Garduño M. V. H. *et al.*, 1999) ubicándose en el Eoceno-Paleoceno.

Al sur de este intrusivo se tiene el área mineralizada El Zorrillo, donde se tienen vetas de cobre de origen hidrotermal.

#### *Intrusivo La Mira.*

Con este nombre se designó a un intrusivo de composición granodiorítico-diorítico el cual aflora al norte de La Mira, de forma irregular con una orientación general E-W. Megascópicamente es de color gris con motas verdes tiene una estructura compacta y textura fanerítica, se le observan ferromagnesianos.

Está intrusionando al Complejo Arteaga (**TRi Gn-E**), andesitas del miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**) y al miembro La Unión (**Kapa Ar-Cz**).

En la parte central del intrusivo se tienen edades que varían de 60 a 65 Ma ubicándose en el Paleoceno, en la periferia de este intrusivo se tiene una datación de 84 Ma (IMP, 1984 inédito, en Garduño M. V. H. *et al.*, 1999) que lo ubicaría en el Paleoceno.

En la porción sur de este intrusivo se tiene el distrito minero Las Truchas (en explotación), donde se conocen cuerpos de hierro posiblemente originados por infiltración magmática.

#### *Intrusivo San José de Chila*

Con este nombre se designó a un intrusivo granítico de forma irregular que aflora en una franja NE-SW.

**Microgranito calcoalcalino.**- En muestra de mano es de color café amarillento, de estructura compacta, textura fanerítica, se observa feldespato y cuarzo, el estudio de lámina delgada reporta microtextura equigranular alotriomórfica, los minerales principales son: ortosa de 50-75% de forma granular formando la matriz y la roca, oligoclasa 25-50% en fenocristales diseminados en el

mosaico granular de ortosa, biotita de 5-25% en cristales hojosos diseminados en toda la roca y cuarzo en forma granular y en intercrecimiento gráfico con la ortosa y en menor proporción esfena -5% en cristales prismáticos diseminados escasamente en la roca, los componentes secundarios son minerales opacos -5% en pequeños cristales escasamente diseminados y minerales arcillosos alterando incipientemente a la ortosa, son de origen ígneo intrusivo, se clasificó como microgranito calcoalcalino de biotita (**muestra LC-34**).

**Granodiorita.**- Megascópicamente es de color blanco con motas negras, estructura compacta, textura fanerítica, se observa feldespato y ferromagnesianos; al microscopio reporta microtextura equigranular hipidiomórfica, sus componentes principales son: oligoclasa 25-50% en grandes cristales tabulares prismáticos formando un mosaico y ortosa de forma granular entre los grandes cristales de plagioclasa, cuarzo 5-25% de forma granular rellenando espacios entre la plagioclasa y en intercrecimiento con esta y hornblenda 5-25% en grandes cristales prismáticos formando aglomerados, en menor proporción esfena -5% en manchones pequeños diseminados en la roca y granate en cristales hexagonales diseminados entre los ferromagnesianos y como componentes secundarios se tienen: sericita 5-25% en escamas cubriendo y alterando a la plagioclasa, epidota en aglomerados diseminados en toda la roca y minerales arcillosos están alterando a la ortosa y a toda la roca, de origen ígneo intrusivo, la alteración de la roca es la cloritización de la hornblenda y la sericitización de las plagioclasas, se clasificó como granodiorita de hornblenda alterada. (**muestra LC-60**),

Está intrusionando al noroeste y al sureste a rocas metamórficas de la Formación Varales (**TR Ji MAr-F**) y también a rocas andesíticas del miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**), se les asigna una edad de Eoceno-Paleoceno.

#### *Intrusivo de Los Pozos*

Con este nombre se designa a un intrusivo granodiorítico de forma burdamente ovalada que se extiende en una dirección NW-SE y aflora al noroeste del rancho Los Pozos.

En muestra de mano es una roca, color gris claro, estructura compacta masiva, textura granular, se hicieron estudios en lamina delgada (Bastida J. R. CRM, 1990) y se le determinó una textura hipidiomórfica de grano medio, los minerales esenciales consisten de oligoclasa-andesina, microclina y cuarzo, accesorios ferromagnesianos alterados, titanita y magnetita, secundarios sericita, clorita, hematita, limonita y minerales arcillosos, se le clasificó como granodiorita.

Cerca de este cuerpo principal se tiene otro intrusivo diorítico (Bastida J. R. CRM 1990) de color gris oscuro verdoso, de textura fanerítica, en estudio de laboratorio se determinó textura holocristalina hipidiomórfica, sus minerales esenciales son: oligoclasa-andesina y como accesorios hornblenda sódica, magnetita, los secundarios

consisten de clorita, calcita, epidota hematita, limonita y minerales arcillosos se clasificó como diorita de hornblenda.

Está intrusionando a la secuencia metavolcánica-sedimentaria (*Kbev(z) MVs*), produciendo aureolas de metamorfismo de contacto originando calizas marmorizadas y hornfels.

Al sur de este intrusivo se encuentra el área mineralizada Los Pozos, donde se tienen cuerpos de hierro originados por infiltración de soluciones magmáticas.

#### *Intrusivo Aquila*

Con este nombre se designó a un cuerpo intrusivo de forma burdamente rectangular que se extiende en una franja NW-SE y aflora en la localidad de Aquila.

*Granodiorita.*- Megascópicamente es de color gris claro con motas negras, de estructura compacta y textura fanerítica, se observa plagioclasa y ferromagnesianos, al microscopio presenta una microtextura hipidiomórfica, con minerales esenciales de: oligoclasa 50-75% en grandes cristales prismáticos formando la matriz y la roca, ortosa 25-50% de forma granular en la matriz formando parte de la roca, hornblenda 5-25% en grandes cristales prismáticos diseminados y en algunos casos con biotita y cuarzo de forma granular en la matriz con la ortosa, de menor proporción biotita -5% en cristales hojosos diseminados o en algunos casos junto con la hornblenda y esfena en pequeños cristales asociada a la hornblenda, como componentes secundarios se tiene calcita -5% en manchones sobre algunas plagioclasas y diseminada en la roca, sericita en escamas alterando a las plagioclasas incipientemente y minerales opacos diseminados formando aglomerados asociados a la hornblenda, la matriz es de feldespato-cuarzo, de origen ígneo intrusivo y se clasificó como una granodiorita de hornblenda-biotita (**muestra LC-42**).

*Diorita de hornblenda.*- Megascópicamente es de color blanco con motas verde oscuro, estructura compacta, textura fanerítica, se observan plagioclasa y ferromagnesianos, en laboratorio se determinó una microtextura granuda hipidiomórfica, sus componentes principales son: oligoclasa 50-75% en grandes cristales prismáticos y alargados formando un mosaico, hornblenda-augita 5-25% en cristales prismáticos formando aglomerados, los componentes secundarios son: minerales opacos -5% en pequeñas cristales diseminados sobre los ferromagnesianos, calcita en manchitas cubriendo a algunos ferromagnesianos y epidota diseminada escasamente sobre los ferromagnesianos, su matriz es plagioclasa, de origen ígneo intrusivo, la roca presenta alineación de las plagioclasas, pero no presenta ningún rasgo que nos indique que la roca presenta metamorfismo, se clasificó como una diorita de hornblenda (**muestra LC-41**).

Está intrusionando al miembro Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*) y a la Formación Tepalcatepec (*Kapa TA-Lm*). Se tienen

dataciones que varían de 61 a 84 Ma (IMP, 1978 y 1984 inédito, en Garduño M. V. H., *et al.*, 1999) que le dan un rango Santoniano-Paleoceno.

Al oriente de este intrusivo se localiza el distrito minero de Aquila, donde se tienen cuerpos de hierro en explotación originados por metasomatismo de contacto.

#### *Intrusivo de Ostula*

Con este nombre se designó a un cuerpo intrusivo granítico-granodiorítico de forma burdamente triangular en una dirección NW-SE que aflora a lo largo de la costa de Cachan de Echeverría hasta La Ticla.

*Granito calcoalcalino.*- Megascópicamente es de color blanco con motas negras, estructura compacta, textura fanerítica granular, se observan plagioclasa y ferromagnesianos, en estudio de lámina delgada se reportó una microtextura alotriomórfica, sus componentes principales son: ortosa 50-75% de forma granular en grandes cristales con plagioclasa como oclusiones, oligoclasa 25-50% en grandes cristales tabulares y como oclusiones en la ortosa, cuarzo 5-25% de forma granular rellenando espacios y en intercrecimiento con la ortosa y biotita 5-25% en cristales hojosos diseminados en toda la roca y parcialmente alterados y en menor proporción esfena -5% en cristales prismáticos diseminados en el mosaico de ortosa y plagioclasa y granate en pequeñas gotas junto a la esfena, como componentes secundarios se tienen: sericita -5% en escamas alterando a las plagioclasas, clorita alterando incipientemente a la biotita, minerales opacos en cristales cúbicos pequeños, formando aglomerados diseminados en toda la roca, su matriz es feldespática, de origen ígneo intrusivo y se clasificó como un granito calcoalcalino de biotita (**muestra LC-94**).

*Granodiorita.*- En muestra de mano es de color blanco con motas café verdoso, estructura compacta y textura fanerítica, se observan plagioclasas y ferromagnesianos, el laboratorio reporta una microtextura granuda hipidiomórfica, sus componentes principales son: oligoclasa 50-75% en grandes cristales prismáticos formando un mosaico en la matriz, ortosa 25-50% en cristales anhedrales en el mosaico formando parte de la roca, cuarzo 5-25% en forma granular entre los espacios de la plagioclasa y el feldespato y biotita-hornblenda en cristales hojosos y prismáticos, y en menor proporción esfena en cristales prismáticos diseminados escasamente y asociados a los ferromagnesianos, zircón como oclusiones en la plagioclasa y granate en cristales como gotas diseminados en la roca, como componentes secundarios se tiene clorita -5% como alteración de la biotita y minerales opacos en cristales de forma cúbica, su matriz es plagioclasa-cuarzo, de origen ígneo intrusivo, se clasificó como granodiorita de biotita-hornblenda (**muestra LC-95**).

Está intrusionando a rocas calcáreo-arcillosas de la Formación Madrid (*Kapa Lu-Cz*), al oriente y en su porción noreste, está intrusionando a rocas andesitas y calizas del

Miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**), así como a rocas calizas del miembro Ixtapa calcáreo del Albiano-Cenomaniano (**Kace Cz**).

Se tienen dataciones con edades que varían de 38 a 57 Ma (IMP, 1977 y 1984 inédito y Schaaf 1990, en Garduño M. V. H. *et al.*, 1999) que los ubican en un rango de Paleoceno-Eoceno.

En la porción norte del intrusivo de Aquila se tienen algunas vetas de oro y plata, se infiere que están asociadas a las soluciones mineralizantes originadas por este intrusivo.

#### *Intrusivo Tizupan*

Se llama así a un intrusivo granítico-granodiorítico que aflora en una franja N-S en la costa en la Playa Tizupan es de color blanco con cristales de biotita y feldespato potásico, de textura granular gruesa.

Está intrusionando a lutitas de la Formación Madrid (**Kapa Lu-Cz**), areniscas, tobas y calizas del miembro La Unión (**Kapa Ar-Cz**), también a andesitas y tobas andesíticas de la Formación Tecalitlán (**Kbap A -BvA**).

Se tienen edades que varían de 55 a 57 Ma (IMP y Schaaf 1990, en Garduño M. V. H. *et al.*, 1999) que lo ubican en el Paleoceno.

Se tienen otros cuerpos intrusivos de menor importancia que son:

#### *Apófisis Villa Victoria*

Con este nombre se designó a un pequeño apófisis de composición diorítica que aflora al oeste de Villa Victoria.

**Diorita.**- Megascópicamente es de color blanco con motas verdes, estructura compacta, textura fanerítica, su mineralogía consiste de ferromagnesianos, al microscopio su microtextura es panidiomórfica, los componentes principales son oligoclasa-andesina 50-75% en cristales tabulares formando la matriz y la roca, ferromagnesianos alterados de 25-50% en fenocristales muy abundantes en la roca, ortosa 5-25% entre los espacios de la plagioclasa y en menor proporción granate -5% en hexágonos diseminados escasamente en la roca, los componentes secundarios son: clorita -5% en agregados radiales diseminados entre la plagioclasa y epidota en manchitas sobre los ferromagnesianos, su matriz es plagioclasa, de origen ígneo intrusivo y se clasificó como lamprófidio diorítico alterado (**muestra LC-43**).

Se encuentra intrusionando a rocas calcáreo arcillosas de la Formación Madrid (**Kapa Lu-Cz**) y a la secuencia volcanosedimentaria del miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**), originando rocas de metasomatismo de contacto como son: hornfels y mármol.

En la periferia de este apófisis se tiene piritización y oxidación.

#### *Apófisis Ixtala.*

Con este nombre se designó a un pequeño cuerpo intrusivo de composición diorítica que aflora al este del rancho de Ixtala.

**Diorita.**- Megascópicamente es de color gris con motas verdes, de estructura compacta, textura fanerítica, su mineralogía es plagioclasa y ferromagnesianos, al microscopio su microtextura es equigranular hipidiomórfica a alotriomórfica, los componentes principales son: oligoclasa-andesina 50-75% en cristales tabulares formando la matriz y la roca, ferromagnesianos alterados 5-25% en fenocristales totalmente cloritizados, esfena en manchones y de forma prismática diseminada y en menor proporción ortosa -5% en agregados como fenocristales entre la plagioclasa, sus componentes secundarios son: clorita 5-25% está alterando a todos los ferromagnesianos y sericita 5-25% está alterando a los ferromagnesianos y en menor proporción epidota -5% en pequeños cristales diseminados en la roca, minerales opacos diseminados en formas alotriomórficas en la roca y minerales arcillosos alterando a la plagioclasa, su matriz es plagioclasa, de origen ígneo intrusivo, se clasificó como diorita cloritizada (**muestra LC-31**).

Está intrusionando a limolitas y areniscas tobáceas de la Formación Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**), se infiere una edad similar de 60 Ma, que lo ubicarían dentro del Paleoceno.

No se conoce mineralización en los alrededores de este apófisis.

#### *Intrusivo La Huacana (To Gr)*

Se define como intrusivo La Huacana a un cuerpo de dimensiones batolíticas que fue descrito en la carta Ciudad Altamirano (C.R.M, 1999) y que se extiende a la porción noreste de la carta Lázaro Cárdenas.

En el área de estudio se localiza al norte y al sur del vaso de la Presa de Infiernillo.

Litológicamente el intrusivo es de composición granítica con variaciones a granodiorita y tonalita, el granito es color blanco con tonalidades rosadas y motas oscuras, de estructura compacta y textura equigranular, en estudio de laboratorio reportaron textura alotriomórfica, es de grano medio a grueso constituido por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa sódica, hornblenda escasa, biotita y magnetita (carta La Huacana, CRM 1996).

Esta roca está intrusionando a dacitas de la unidad Filo Mayor (**Teo A-Da**) donde se reportan edades que varían de 29 a 38 Ma, correspondiendo al Oligoceno (carta La Huacana, CRM, 1996).

El emplazamiento del intrusivo está relacionado con la evolución del arco magmático continental desarrollado durante el Terciario hasta finales del Oligoceno, asociado a la tectónica tangencial de una margen continental activa, originando varias etapas de magmatismo.

Al sur de este cuerpo se tienen vetas de cobre encajonadas en andesitas.

### III. 2. 3. Sierra Madre del Sur

#### *Andesita-Dacita Filo Mayor (Teo A-Da)*

No ha sido formalmente descrita, se toma el nombre propuesto en la carta Ciudad Altamirano 1:250,000 donde se define una secuencia de rocas volcánicas andesíticas y dacíticas.

Aflora ampliamente en la porción nororiental de la carta en una franja NW 45° SE en las cartas Las Cruces, Gambara y San José de Chila.

Está constituida por derrames, brechas y tobas andesíticas, pórfidos dacíticos y tobas líticas

En los cortes de la carretera, en el tramo de Infiernillo a San José de los Milagros se puede observar una secuencia de lavas andesíticas de texturas afáníticas y porfídicas, de color gris a gris verdoso que intemperizan en color café ocre, a veces presentan tonalidades verde limón por la alteración de epidota y clorita. Estas coladas alternan con paquetes tobáceos de textura arenosa con cambios a tobas líticas, con grandes paquetes de brechas dacíticas de color morado a violeta con texturas porfídicas, observándose fenocristales de plagioclasas.

*Andesita.-* Megascópicamente es de color rojizo, de estructura compacta, de textura afánítica, se observan óxidos de fierro, al microscopio presenta una microtextura microlítica afieltrada, sus componentes principales son: andesina-oligoclasa en microlitos formando la matriz y la roca, vidrio 5-25% en la matriz con los microlitos de plagioclasa y piroxenos alterados en pequeños cristales diseminados abundantemente en la roca, sus componentes secundarios son: hematita 5-25% en grumos muy abundantes en toda la roca y de forma terrosa cubriendo a toda la roca, su matriz es plagioclasa-vidrio, de origen ígneo extrusivo, la alteración de la roca es hematita, se clasificó como andesita piroxénica alterada (**muestra LC-92**).

*Pórfido andesítico.-* Megascópicamente es de color rojizo, estructura compacta, textura porfídica se observó plagioclasas, al microscopio presenta una microtextura microlítica porfídica, sus componentes principales son: oligoclasa-andesina 50-75% en microlitos en la matriz y en grandes fenocristales, augita diopsídica 5-25% en pequeños cristales en la matriz muy abundante en la roca, hematita terrosa en la matriz muy abundante y en menor proporción feldespató -5% rellenando vesículas en la roca sus

componentes secundarios son: calcita 5-25% en manchones cubriendo en partes a la roca, sericita alterando en escamas a los fenocristales de plagioclasa y óxidos de fierro alterando a toda la roca, su matriz es plagioclasa, de origen hipabisal, se clasificó como pórfido andesítico de augita-diopsídica (**muestra LC-38**).

*Toba.-* Megascópicamente es de color rojizo oscuro, de estructura compacta y textura tobácea, se observan fragmentos de roca y hematita, al microscopio presenta una microtextura microcristalina, sus principales componentes son: plagioclasa 25 a 50% en microlitos y en fenocristales formando la matriz y parte de la roca, el contenido de hematita 5-25% en la matriz, cubriendo a toda la roca y fragmentos de roca en clastos angulosos en la matriz de hematita con plagioclasa, sus componentes secundarios son: calcita 5 a 25% en manchones cubriendo a los clastos y a las plagioclasas y en menor proporción epidota -5% sobre algunas plagioclasas en aglomerados finos y sericita en escamas alterando a algunas plagioclasas. La matriz está compuesta de hematita-plagioclasa, de origen piroclástico, los fragmentos de roca son de tipo andesítico, se clasificó como toba lítica de composición andesítica (**muestra LC-109**) con variación a wacka lítica volcánica (**muestra LC-37**).

El espesor estimado para esta unidad es de 800 m aproximadamente.

Está sobreyaciendo al miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**), el contacto con esta unidad es tectónico por medio de una falla normal, sobreyaciendo a estas se tiene tobas riolíticas (**Tom TR**) basculadas al noreste.

La Sierra Madre del Sur forma parte de un cinturón plutónico que se encuentra distribuido a lo largo de la zona costera desde Michoacán hasta el Istmo de Tehuantepec que varía en edad Paleoceno-Mioceno con una tendencia decreciente hacia el sureste (Moran Z. D. *et al.*, 2000).

Los datos geocronológicos de las rocas ígneas terciarias de la Sierra Madre del Sur indican que el magmatismo de arco del Paleoceno-Eoceno predominó en las regiones de Michoacán, y occidente de Guerrero y posteriormente migró hacia el oriente de Guerrero y occidente de Oaxaca, formando un amplio arco para el Oligoceno inferior (Moran Z. D. *et al.*, 2000)

Estas rocas son favorables para el depósito de mineralización de sulfuros de Cu y Ag, asociada a fracturas y fallas de desplazamiento lateral de rumbo NW-SE como se observa en el área mineralizada de Cerro Bola en la mina La Guadalupe (**fotografía 10**).

#### *Toba riolítica (Tom TR)*

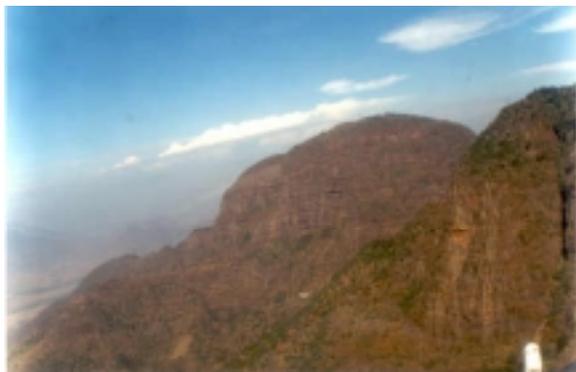
Se define a una serie de rocas riolíticas en forma de derrames, ignimbritas y tobas en pseudoestratos horizontales, coronando generalmente las partes altas de las

sierras (**fotografía 11**), teniendo como unidad basal a la unidad andesítica-dacítica Filo Mayor (**Teo A-Da**).

Esta unidad está restringida a la porción noreste de la carta, se presenta como pequeños afloramientos aislados, en una franja NW-SE.



**Fotografía 10.-Veta con carbonatos de Cu,, encajonada en andesitas Filo Mayor (Teo A-Da). Localidad Mina La Guadalupe al sureste del Rancho Las Cruces.**



**Fotografía 11.- Tobas riolíticas (Tom TR) horizontales coronando el Cerro Candembaro al suroccidente de Las Cruces.**

La unidad consta principalmente de una sucesión pseudoestratificada de derrames de riolitas, ignimbritas, tobas de textura piroclástica, con horizontes de areniscas tobáceas. En general la secuencia presenta diversos tonos de rosados a café rojizo, al microscopio las riolitas tienen textura microgranular, de cuarzo y feldespatos potásicos, con biotita, hematita, calcita y minerales arcillosos como alteración, en una mesostasis microgranular de cuarzo y feldespatos (Carta Morelia 1:250,000 CRM, 1998).

Esta unidad está muy erosionada y se estima un espesor promedio de 300 m.

Sobreyace concordantemente a las andesitas Filo Mayor (**Teo A-Da**) y subyace a material volcánico basáltico (**Qpt B**) del Eje Neovolcánico.

Por su posición estratigráfica y litología se puede correlacionar con la secuencia volcánica-riolítica superior de la Sierra Madre Occidental. Pasquaré G. *et al.*, 1991, (en Carta Morelia 1:250,000 CRM, 1998) realizó dataciones radiométricas en unidades que se correlacionan con las tobas riolíticas (**Tom TR**) mapeadas reportando edades de 33.4 Ma en la base, lo que la situaría en el Oligoceno.

Esta secuencia forma parte del arco volcánico continental que originó a la Sierra Madre del Sur que se extiende en las costas de Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

Están muy erosionadas y no presentan interés desde el punto de vista geológico-minero.

### III. 2. 4. Eje Neovolcánico

#### *Basalto (Qpt B)*

Únicamente se tiene un afloramiento de reducidas dimensiones en el cuadrante noreste de la carta, cerca del poblado de Cuatro Caminos.

Está formado por basaltos de olivino con textura intergranular porfídica, estructura compacta, los minerales observados son: olivino y plagioclasa, en superficie fresca son de color gris oscuro a negra, en ocasiones con pequeñas vesículas, ocurren en forma de derrames en coladas subhorizontales que siguen la superficie de erosión de las rocas subyacentes, viene acompañada por ceniza volcánica de color negro.

En el río Grande y en la autopista de Nueva Italia se encuentra sobreyaciendo a areniscas y conglomerados (**Qpt Ar-Cgp**).

Las coladas de lava no exceden los 100 m de espesor.

Son derrames cuaternarios producto de la actividad de aparatos de volcánicos en la evolución de un arco volcánico continental representado por el Eje Neovolcánico.

No presentan interés para la minería, son utilizados como bancos de material para la obtención de materiales pétreos y arenas para la industria de la construcción.

#### *Formación Atenquique (Qpt Lh)*

La Formación Atenquique fue propuesta por Mooser, F. (1961) (en Munguía R. P., 1991) para designar a un delgado pero extenso paquete de lahares andesítico-basálticos provenientes de las erupciones pliocuaternarias de los volcanes de Fuego y Nevado de Colima, son depósitos volcánicos con estratificación burda que comprenden cenizas, brechas de explosión y depósitos de avalancha, la localidad tipo es en el poblado de Atenquique.

Esta unidad se localiza en la porción noroeste de la carta en los arroyos importantes que nacen cerca de los volcanes de

Colima como son los ríos Salado y El Naranjo. Su modo de ocurrencia es en forma de avalanchas y están constituidos por fragmentos subredondeados distribuidos caóticamente en una matriz arenosa, se presentan bien cementados y los fragmentos son de composición andesítica a basáltica, el color de los afloramientos es gris pardo.

El espesor estimado de estos depósitos es de 100 m ó menos ya que son las partes más alejadas del volcán de Colima. Están sobreyaciendo discordantemente a calizas del miembro Ixtapa calcáreo (*Kace Cz*) y están sobreyacidas por aluvión (*Qho al*).

Estudios recientes del volcán de Colima, la ubican en el Pleistoceno y se correlaciona con los lahares andesíticos de la mina El Encino en Pihuamo, Jal. (Méendez, 1982).

Se pueden utilizar como bancos de material para revestimiento de caminos de terracería.

### III. 2. 5.- Depósitos Cuaternarios

#### *Arenisca-Conglomerado polimítico (Qpt Ar- Cgp)*

Es una unidad constituida por material clástico con diferentes grados de redondez producto de la erosión de rocas preexistentes alternando con horizontes arenosos.

Aflora en las inmediaciones del río Grande y cerca de la desembocadura del río Balsas.

En la zona del río Grande está constituido por areniscas y conglomerados con una gradación de gruesos a finos provenientes de lahares de aparatos volcánicos localizados al norte de la carta. En la desembocadura del río Balsas provienen de andesitas cretácicas e intrusivos terciarios, estos materiales se encuentran burdamente estratificados, en posición casi horizontal, poco consolidados y pobremente cementados, mal clasificados, fragmentos subredondeados a redondeados de andesita, basalto, traquiandesitas y escoria de lava, cementados en una matriz arenosa. Los afloramientos son en general de color gris claro.

Los espesores aproximados en los cortes de los arroyos más profundos son de 100 m.

En el río Grande, esta unidad cubre discordantemente a andesitas y dacitas terciarias (*Teo A-Da*), en Boca de Apiza a calizas del miembro Ixtapa calcáreo (*Kace Cz*), lutitas calcáreas de la Formación Madrid (*Kapa Lu-Cz*) y conglomerados polimíticos del Cerro de la Vieja (*Ktco Ar-Cgp*) en el área del río Balsas cubre a andesitas cretácicas del miembro Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*).

Son rocas clásticas producto de la erosión de aparatos volcánicos en el río Grande y andesitas e intrusivos en Lázaro Cárdenas. Basándose en su posición estratigráfica se consideran de edad Pleistoceno

Se encuentra rellenando valles, su morfología es de abanicos aluviales.

Es utilizado como agregados pétreos en la industria de la construcción en forma de grava y arena.

#### *Depósitos Palustres (Qpt pa)*

Esta unidad está constituida por depósitos palustres cercanos a la línea de costa.

Afloran en la desembocadura del río Balsas.

Al norte de Playa Azul se encontró un horizonte de limos y arenas con gran cantidad de conchas de organismos, la característica principal de estos depósitos es que no están consolidados ni cementados, su espesor observado no excede los 100 m.

Están sobreyaciendo a andesitas y tobas líticas del miembro La Unión (*Kapa Ar-Cz*) y están cubiertos por aluvión (*Qho al*).

Son depósitos no consolidados formados cerca de la playa. No son importantes para la minería.

#### *Aluvión (Qho al)*

Son depósitos de origen aluvial y se forman por la erosión de las rocas preexistentes.

Afloran al noroeste, en el área de Tecomán, en la esquina noreste, en el Valle de Apatzingan, en la desembocadura del río Balsas y pequeños depósitos formados por los ríos que desembocan en la costa.

Está constituido por fragmentos líticos de diferente composición como son fragmentos de rocas intrusivas, volcánicas, calcáreas y metamórficas empaquetados en una matriz arenosa constituida por minerales de cuarzo, feldspatos, plagioclasas y ferromagnesianos principalmente, la granulometría de estos depósitos es muy variable y varía del tamaño de la arcilla a cantos rodados, con una redondez que varía de redondeados a subangulosos, su espesor aproximado es de 50 m.

Son depósitos recientes originados por corrientes fluviales, se depositan en la desembocadura de los ríos principales, formando valles fluviales y llanuras de inundación.

No presentan interés para la minería.

#### *Depósitos Litoral (Qho li) y Palustre (Qho pa)*

Son depósitos cercanos a la línea de costa. Se localizan en la porción sureste en las cercanías de Lázaro Cárdenas y en el área de Tecomán. Los depósitos de litoral están constituidos por arenas finas de diferente granulometría y los palustres están formados por limos y arcillas en zona de pantanos

donde se mezcla ambiente marino y fluvial, su espesor es menor a 100 m

Tepalcatepec orientada NW-SE que inicia en la presa de Infiernillo y termina aproximadamente en el poblado de El Aguaje en el municipio de Tepalcatepec.

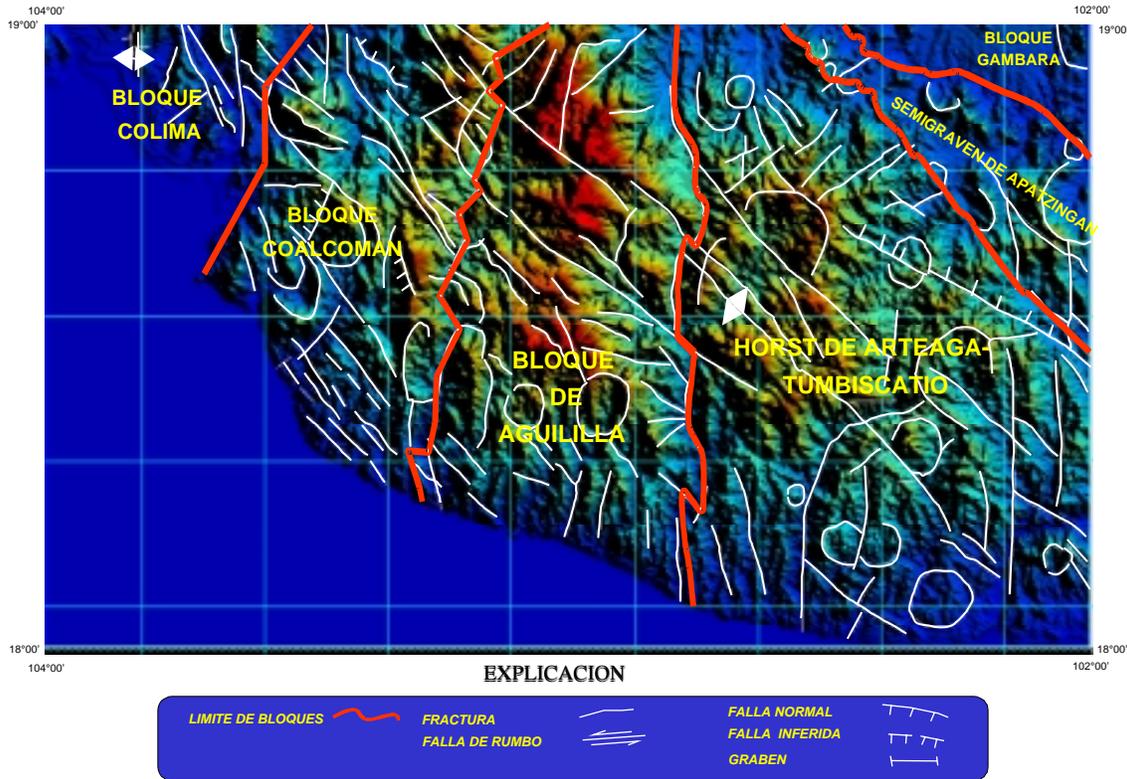


Figura 6.- Interpretación del modelo digital de elevación.

### III. 3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

#### III. 3. 1.- Interpretación del modelo digital de elevación. (Figura 6)

El análisis del modelo digital de elevación nos ayuda a determinar bloques estructurales limitados por lineamientos que pueden corresponden a fallas o fracturas basándose en característica morfológicas basadas en la diferencia de alturas, interpretando patrones estructurales para ser verificadas en trabajos de campo.

El área de estudio presenta seis bloques con características litológicas y estructurales bien definidas producto de diferentes eventos tectónicos de tipo distensivos y compresivos los cuales son los responsables de la morfología actual.

*Bloque Gambara.-* Es una depresión cubierta por lahares provenientes del Eje Neovolcánico, está limitado al suroeste por el río Grande, el cual tienen una orientación N70°W.

*Graben de Apatzingan.-* Esta estructura corresponde a la Depresión de Tepalcatepec (Garduño P. V. H., 1999), y está constituido por rocas volcánicas terciarias correlacionables con los eventos de la Sierra Madre del Sur, está limitado al noreste por el río Grande y al suroeste por la falla normal de

*Horst de Arteaga-Tumbiscatío.-* Este alto estructural tiene una forma burdamente rectangular y está orientado N-S constituido principalmente por rocas metamórficas del Complejo Arteaga, dentro de este bloque se tiene un curvilineamiento de 20 km de diámetro asociado posiblemente a los emplazamientos de cuerpos subvolcánicos y está limitado al noreste por la falla Tepalcatepec y al oeste por el río Aguililla.

*Bloque de Aguililla.-* Corresponde a un alto estructural orientado sensiblemente N-S, longitud de 50 km constituido por rocas volcanosedimentaria, dentro de este bloque se tienen dos curvilineamientos asociados posiblemente a intrusivos, está limitado al este por la falla de Aguililla y al oeste por el río Coalcomán.

*Bloque Coalcomán.-* Bloque basculado al oeste formando parte de la Cuenca de Colima, constituido por sedimentos de cuenca y en menor proporción por material vulcanosedimentario, está limitado al este por el río Coalcomán y al oeste por el río Coahuayana.

*Bloque Colima.-* Corresponde al extremo sur de la Fosa de Colima y está constituido principalmente por rocas calcáreo-arcillosas, limitado al sureste por el río Coahuayana.

### III. 3. 2.- Interpretación de imagen de satélite (Figura 7)

Derivado del análisis de la imagen de satélite se determinó que los lineamientos principales y más abundantes tienen una orientación NW-SE le siguen en importancia los de rumbo NE-SW y finalmente los de rumbo N-S, estas últimas estructuras reflejan una tectónica distensiva; también se tienen curvilineamientos originados por eventos magmáticos.

Otros lineamientos de rumbo N45°W corresponden a límites de rocas graníticas como en el caso de los intrusivos Los Pozos, Arteaga, Aquila y Ostula, los cuales aparentemente aprovecharon la zona de debilidad para emplazarse en los ejes de anticlinales, actualmente erosionados.

Otros lineamientos importantes son los de dirección N45°E y corresponden a fallas normales con desplazamiento lateral,

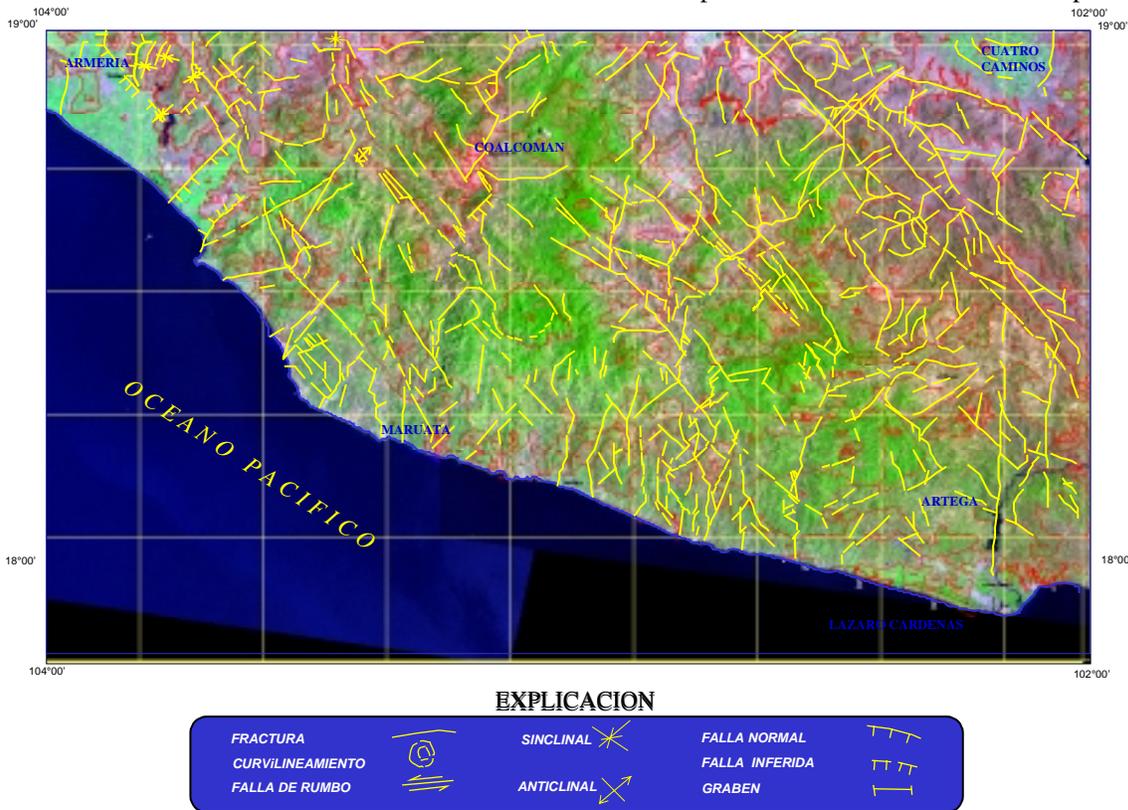


Figura 7.- Interpretación de la imagen de satélite.

En la porción noreste los lineamientos de orientación NW-SE representan fallas normales que afectan a rocas volcánicas, las más importantes están representadas por la falla Río Grande N60°W y la falla de Tepalcatepec que sigue un rumbo general de NW45° limitando a la depresión de Tepalcatepec (Garduño P. V. H., 1999).

En la porción central y noroccidental son más evidentes los lineamientos de rumbo NW45° que corresponden a los anticlinales y sinclinales, de Playitas, Coalcomán, Villa Victoria, en la carta Tecomán se flexionan a un rumbo sensiblemente N-S, hacia el sureste estas estructuras se interrumpen a la altura del río Aguillilla, en donde inicia el horst de Arteaga-Tumbiscatío constituido por rocas metamórficas del Complejo Arteaga donde se observan lineamientos en diferentes direcciones, siendo los más sobresalientes los de rumbo N65°E y que representan cabalgaduras como las de Playitas y Los Pozos, otros lineamientos menores corresponden a foliación o rupturas conjugadas paralelas a la vergencia de esfuerzos.

su mejor exposición se tiene en la parte noroccidental de la carta, representada por el río Coahuayana, el arroyo de Ticuilucán en la carta Coalcomán, estructuras del mismo rumbo cortan al intrusivo de Aquila y Ostula, y en la porción noreste de la carta cortan perpendicularmente a la falla de Tepalcatepec.

En toda la carta se tienen lineamientos de rumbo N-S que corresponden a fallas y fracturas pliocuaternarias, siendo las principales las del río Aguillilla y Coalcomán

Las estructuras de rumbo E-W corresponden a fracturamiento.

También se tienen curvilineamientos asociados a estructuras volcánicas o intrusivos algunos de los cuales están ocultos a profundidad. El curvilineamiento mayor se observa al norte de Tumbiscatío con diámetro de 20 km, asociado a un cuello volcánico riolítico

Comparando la interpretación de la imagen de satélite con el modelo digital de elevación y el plano geológico estructural permiten observar que los lineamientos principales corresponden a fallas normales y laterales, anticlinales y sinclinales los lineamientos menores corresponden a fracturas.

Considerando el tipo de drenaje y tonalidades de colores se pudieron identificar burdamente unidades litológicas que se afinaron con la verificación de campo.

### III. 3. 3 .- Descripción de estructuras

En la carta se presentan tres tipos de deformación: dúctil, dúctil-frágil y frágil.

Las estructuras del dominio dúctil representan por lo menos dos eventos tectónicos compresivos, uno durante el Jurásico superior, a la que se le suma otro durante la orogenia Laramide, que dieron lugar a la foliación que se observa en rocas del complejo Arteaga y su cubierta precretácica, las estructuras del dominio dúctil-frágil corresponden a la deformación laramídica que da lugar a estructuras tales como pliegues y cabalgaduras y las del dominio frágil corresponden a fallas y fracturas originadas por procesos distensivos durante el Oligoceno superior-Mioceno.

#### III. 3. 3. 1.- Deformación dúctil

Se presenta bien desarrollada en el Complejo Arteaga (*TRi Gn-E*) (**fotografía 12**), Formación Jaltomate (*TRi E-F*) y Formación Varales (*TR Ji MAR-F*)



**Fotografía 12.- Estilo de deformación en gneises y esquistos (*TRi Gn-E*) del Complejo Arteaga. Localidad arroyo Las Enramadas al sur de Los Pozos.**

Se observan pliegues de rodilla, micropliegues, foliación, fallas inversas a rumbo de foliación, plegamiento y replegamiento de la foliación, estructuras de estiramiento formando sigmoides, zonas de budines asociados a cabalgaduras, desarrollo de micas y cuarzo de segregación en los planos de esquistosidad.

#### Foliación

En el Complejo Arteaga se presentan micropliegues intrafoliales que le dan un aspecto ondulado, la foliación presenta rumbo general de N80°E con inclinaciones al SE y NW variando de horizontales a verticales.

En un estudio de láminas delgadas de la Formación Jaltomate (*TRi E-F*) y observaciones de campo realizadas en el proyecto Los Pozos (C.R.M.,1990), se determinó la presencia de dos foliaciones, lo que nos indica dos fases de deformación, en la primera etapa se producen pliegues isoclinales con plano axial orientado al NE con un buzamiento no mayor de 50°SE, en los micropliegues se determinó la inclinación de los ejes siendo estos de 20° al W.

También se determinó que la foliación S1 es subparalela a la foliación S2 y es del tipo de esquistosidad penetrativa, marcada por una lineación de minerales metamórficos (micas) además se detectó la presencia de diques diabásicos y/o cuerpos microdioríticos concordantes a la foliación S1.

La foliación S2 es contemporánea al evento tectónico laramídico y está orientada casi E-W, con buzamientos al N, que se sobrepone a S1, provocando la aparición de clivaje de crenulación S2 oblicuo a S1 bien marcada en los esquistos negros.

Las estructuras sigmoidales se observan en áreas cizalladas en los estratos rotos de arenisca o pizarra y varían de centímetros a decenas de metros.

#### III. 3. 3 . 2.- Deformación dúctil-frágil

La Formación Varales puede ser considerada como una secuencia discontinua o “formación rota”, presenta discontinuidad estratigráfica de las capas (**fotografía 13**) por fallas inversas dispuestas paralelamente entre sí, sobre un plano de inclinación no mayor de 45°.

En la Formación Varales (*TR Ji MAR-F*), que es la menos deformada del Complejo Arteaga, se tienen paquetes con estratificación preservada, en donde se pueden observar pliegues menores en forma de rodilla, redondeados, en abanico, acofrados y en chevrón así como isoclinales verticales, inclinados (en la mayoría de los casos inclinados al NE) y recostados.

En las unidades cretácicas se tienen anticlinales y sinclinales regionales con orientación general NW-SE y vergencia al NE que afectan a la Formación Madrid, Tepalcatepec (*Kapa TA-Lm*) y a la Formación Zihuatanejo con sus miembros Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*), La Unión (*Kapa Ar-Cz*) e Ixtapa calcáreo (*Kace Cz*).

Las estructuras regionales algunas de ellas definidas por PEMEX en la Cuenca de Colima-Jalisco (Munguía R. P. 1991) continúan al noroeste en las cartas Colima y

Manzanillo y hacia al sureste en la carta Lázaro Cárdenas, de las cuales las más importantes son las siguientes:



**Fotografía 13.-** Discontinuidad por fallamiento inverso entre capas de metaareniscas y pizarras de la Formación Varales (TRJi MAR-F). Localidad arroyo Acatlán al nororiente de Acatlán.

**Anticlinal de Coalcomán.-** Es de tipo asimétrico con longitud de 60 km y un rumbo de N40°W su núcleo está constituido por sedimentos terrígenos de la Formación Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**) internamente presenta microestructuras disarmónicas, presentando en sus flancos calizas del miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**) hacia el noroeste se extiende hasta la cuenca de Colima y al noreste en las cercanías de Barranca Seca

**Anticlinal de Villa Victoria.-** Con una longitud de 30 km y un rumbo N 40°W, su núcleo esta constituido por lutitas y calizas de la Formación Madrid y sus flancos por calizas del miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**), hacia el sureste se extiende un poco adelante del río Aguililla, donde las rocas calcáreas arcillosas cambian lateralmente a un grueso paquete de rocas volcanoclásticas del miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**) y de la Formación Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**) donde ya no se aprecia claramente su continuidad.

Estas dos estructuras son la continuidad hacia el sureste de los anticlinales de Jala y La Salada definidos por PEMEX en la cuenca de Colima (1983, en Munguía R. P., 1991).

**Cabalgadura Los Pozos.-** Corresponde a una estructura de carácter regional, caracterizada por el avance tectónico o sobreposición de la Formación Jaltomate (**Tri E-F**) sobre la unidad metavolcánicosedimentaria (**Kbev(?) MVs**), tiene una traza aproximada E-W y una extensión de 50 km, el plano de despegue ha sido disectado por erosión, originando una ventana estructural en cuyo núcleo aflora la unidad metavolcánicosedimentaria (**Kbev(?) MVs**), hacia el oriente es interrumpida por el intrusivo de Arteaga y hacia el occidente es interrumpida por la falla Aguililla y por rocas graníticas terciarias (**Tpae Gr- Gd**).

A lo largo de la zona de cabalgadura muestran un alto grado de deformación principalmente entre la falla y el intrusivo El

Pedregoso (no mapeable), que se comporta como un cuerpo rígido. Alrededor del intrusivo el paquete metavolcánicosedimentario (**Kbev(?) MVs**) muestra clastos alargados y una foliación bien desarrollada en tobas y en las calizas del miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**) las cuales muestran recristalización y desarrollo de foliación

**Cabalgadura Playitas.-** Con un rumbo aproximado E-W y con una traza de 30 km, se caracteriza por la sobreposición de la unidad metavolcánicosedimentaria (**Kbev(?) MVs**) sobre el miembro La Unión de la Formación Zihuatanejo.

**Cabalgadura Apo.-** Con un rumbo aproximado NW40°SE y una traza de 50 km, se caracteriza por la sobreposición de el miembro La Unión de la Formación Zihuatanejo, sobre el Complejo Arteaga como sobre varias unidades cretácicas como son el miembro Ixtapa mixto e Ixtapa calcáreo de la Formación Zihuatanejo. Esta estructura, junto con la Cabalgadura Playitas, constituyen una escama tectónica y están relacionadas con el mismo plano de despegue de la Cabalgadura Los Pozos.

Se tienen otras cabalgaduras intraformacionales a nivel afloramiento en el Complejo Arteaga y en las formaciones Varales y Jaltomate, estas siguen un rumbo aproximado 55° al NW buzando al NE.

### III. 3. 3.- Deformación frágil

Las estructuras de este dominio están representadas por fallas de tipo normal de rumbo NW45°SE que conforman grabenes y pilares, de los cuales los más sobresalientes son el Graben de Apatzingan y el Horst de Arteaga los que son delimitados por las fallas Tepalcatepec y Aguililla.

**Graben de Apatzingan.-** Es una estructura regional con rumbo NW45°SE de la cual solo aflora el límite SW, que corresponde a la falla normal Tepalcatepec; la depresión originada por esta estructura se caracteriza por estar rellena de rocas andesíticas y riolitas de la Sierra Madre del Sur.

**Horst Arteaga-Tumbiscatío.-** Con una orientación aproximada de N-S, siendo su límite oriental la falla Tepalcatepec y su límite occidental corresponde con la falla Aguililla, este bloque es importante porque permite la exposición de rocas antiguas correspondientes al Complejo de Arteaga y de la cubierta precretácica.

**Falla Tepalcatepec.-** Es una falla regional de tipo normal de rumbo N45°W que buza al NE, se extiende desde la carta Zihuatanejo, donde es sensiblemente paralela a la costa continuando en la porción suroeste de la carta Altamirano cruzando la carta Lázaro Cárdenas y Colima hasta perderse en el Graben de Colima, se caracteriza por la presencia de una serie de intrusivos alineados como son Arteaga y San José de Chila (carta Lázaro Cárdenas) y el Batolito de Jilotlán (en la carta Colima).

*Falla Aguililla.-* De tipo normal con rumbo N-S con buzamiento al W, coincidiendo con el cauce del río Aguililla que se extiende del Aguaje hasta la costa, cerca del poblado de Bahía Bufadero, constituyendo el límite oeste del Horst Arteaga-Tumbiscatío. Consiste de varios segmentos, debido a que es dislocada por varias fallas de rumbo.

*Falla El Naranjo.-* Se localiza en la parte noroccidental de la carta entre Ojo de Agua-Coahuayana-Chacalapa-Estapilla con rumbo general N30°-40°E, longitud de 50° km, constituyendo el límite oriental del Graben de Colima, afecta al miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**), Formación Madrid (**Kapa Lu-Cz**) y al miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**).

*Falla Chapula.-* Se localiza en el centro de la carta al nororiente del rancho de Chapula es una falla normal de rumbo N45°E y echado de 73° al NW longitud de 11 km, afecta al miembro La Unión (**Kapa Ar-Cz**) y Formación Tecalitlán (**Kbap A-BvA**).

*Falla Manila.-* Se localiza en el extremo nororiental de la carta entre las localidades Las Caramicuas-Manila-Sandoval, es una falla normal de rumbo N30°-50°W y echado al SW, con longitud de 20 km y afecta a las andesitas Filo Mayor (**Teo A-Da**).

#### *Fallas laterales*

Están representadas por un sistema en dos direcciones que son NW-SE y NE-SW, y pueden ser tanto dextrales como sinestrales

Las de dirección NW-SE tienen un comportamiento muy homogéneo variando de 40° a 55° NW, se ubican desde el Puerto de Lázaro Cárdenas hasta el intrusivo de Ostula. Las de componente lateral derecha más importantes son las siguientes:

*Falla Las Juntas.-* Se localiza al oriente de la carta al noreste de las Juntas, con rumbo N60°W, longitud de 22 km y afecta a rocas intrusivas terciarias (**Tpae Gr-Gd**) y a la Formación Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**).

*Falla Los Amates.-* Se localiza en el extremo sureste de la carta, cerca de Los Amates, con rumbo N50°W, echado de 83° al NE, longitud de 24 km y afecta al granito (**Tpae Gr-Gd**), Complejo Arteaga (**TRi Gn-E**) y Formación Jaltomate (**TRi E-F**).

*Falla Tres Picos.-* Se localiza al sur de la carta pasa por el Cerro Los Picos, presenta un rumbo N50°W, longitud de 10 km y afecta al miembro La Unión (**Kapa Ar-Cz**), Formación Jaltomate (**TRi E-F**) y a rocas intrusivas (**Tpae Gr-Gd**).

*Falla El Carmen.-* Se localiza al sur de la carta y oriente de El Carmen, con rumbo N43°W, longitud de 10 km y afecta al miembro La Unión (**Kapa Ar-Cz**) y al granito (**Tpae Gr-Gd**).

*Falla Huitzantla.-* Se localiza al oeste de la carta entre Huitzantla y Cerro La Silleta, con rumbo N25° a 50°W, longitud de 10 km y afecta a los miembros Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**) e Ixtapa calcáreo (**Kace-Cz**).

Entre las fallas laterales de tipo sinistral con dirección NW-SE sobresalen las siguientes:

*Falla Agua Caliente.-* Se localiza en el centro de la carta, con rumbo de N55°W, longitud 40 km, extendiéndose desde el río de Aguililla hasta el rancho La Saucera siguiendo el cauce da la Barranca Agua Caliente, afectando a las formaciones Tecalitlán (**Kbap A-BvA**) y Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**)

*Falla La Cebadilla.-* Se localiza al oeste de la carta y al suroccidente del cerro La Cebadilla, con rumbo N37 a 45°W, longitud de 33 km, afectando a rocas intrusivas terciarias (**Tpae Gr-Gd**), en su extremo sureste es contacto entre esta unidad y la Formación Madrid (**Kapa Lu-Cz**).

*Falla La Mira.-* Se ubica al noreste de La Mira, con rumbo N45°W, echado de 85°al SW, longitud de 17 km, afectando a rocas intrusivas terciarias (**Tpae Gr-Gd**), miembro La Unión (**Kapa Ar-Cz**) y al Complejo Arteaga (**TRi Gn-E**).

*Falla Las Lomas.-* Se localiza al sur de la carta y del Cerro Las Lomas, con rumbo N50°W, longitud de 15 km, y afecta al Complejo Arteaga (**TRi Gn-E**) y a rocas intrusivas (**Tpae Gr-Gd**).

*Falla Santiaguillo.-* Se localiza al norte de Guagua cerca del rancho de Santiaguillo, con rumbo N50°W, longitud de 21 km y afecta al miembro La Unión (**Kapa Ar-Cz**), Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**), Formación Tecalitlán (**Kbap A-BvA**) y al intrusivo (**Tpae Gr-Gd**).

*Falla La Parotita.-* Se ubica al sureste de la carta al sur de Plan de Armas, con rumbo N75°W, longitud de 28 km y afecta al Complejo Arteaga (**TRi Gn-E**) y a la Formación Jaltomate (**TRi E-F**)

*Falla El Capulín.-* Se localiza al este de la carta y pasa al oriente del cerro El Capulín, con rumbo a la Mesa de los Bueyes, con rumbo N18°W, longitud de 17 km y afecta a la Formación Andesitas Filo Mayor (**Teo A-Da**).

*Falla Artesa.-* Se localiza al este de la carta y más al oriente de la falla anterior, tiene un rumbo de N10°W, longitud de 13 km y afecta a las andesitas Filo Mayor (**Teo A-Da**).

*Falla La Burra-Cerro Prieto.-* Se localiza en la parte suroccidental de la carta, pasando por el Cerro La Burra y Cerro Prieto, con rumbo N15°W, longitud de 53 km y afecta a las Formación Madrid (**Kapa Lu-Cz**), miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**) e Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**).

Las fallas laterales de dirección NE-SW pueden ser de componente dextral como sinistral.

Las de componente dextral tienen rumbos que varían de 40° a 50° NE, predominando en la porción noroeste de la carta desde Ostula hasta Estapilla, así como en la porción noroeste de la carta, siendo las más importantes las siguientes:

*Falla Ostula-Silleta.*- Se localiza en la parte oeste de la carta sobre el arroyo Ostula hasta El Cerro La Silleta, es una falla dextral con rumbo N45°E, longitud de 17 km, que forma el contacto entre el granito (*Tpae Gr-Gd*) y el miembro Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*) y Formación Madrid (*Kapa Lu-Cz*).

*Falla La Madroñera.*- Se localiza en la parte nororiental de la carta entre el Cerro La Madroñera paralelo al arroyo Las Cajas, con rumbo N40°E, que afecta en su extremo suroeste a la Formación Tecalitlán (*Kbap A-BvA*) y en su extremo noreste pone en contacto a esta con rocas intrusivas terciarias (*Tpae Gr-Gd*), también afecta a la Formación Varales (*TR Ji Mar-F*).

De las fallas laterales de dirección NE-SW de tipo sinistral, las más importantes son las siguientes:

*Falla Benítez.*- Se localiza en el extremo suroriental de la carta pasando cerca del rancho de Benítez, con rumbo N45°E, echado vertical, con una longitud de 16 km y afecta a los miembros La Unión (*Kapa Ar-Cz*), e Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*).

*Falla Los Bueyes.*- Se localiza en la porción nororiental de la carta entre la localidad de Caramicuas y Cerro de Los Bueyes, con rumbo N45°E, longitud de 10 km y cuya continuidad se infiere al noreste afectando al miembro Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*) y a las andesitas de la Formación Filo Mayor (*Teo A-Da*).

*Falla La Burra-Cerro Prieto.*- Se localiza en la parte suroccidental de la carta pasando por el Cerro El Burro y Cerro Prieto, es una falla sinistral de rumbo N15°W, longitud de 53 km y afecta a las Formación Madrid (*Kapa Lu-Cz*) y a los miembros Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*) e Ixtapa calcáreo (*Kace Cz*).

*Lineamientos.*

*Curvilineamiento de Tumbiscatío.*- Se localiza en la parte nororiental de la carta, al norte de Tumbiscatío siendo una estructura concéntrica de 20 km de diámetro, que se encuentra afectada por fracturas y fallas de rumbo NW-SE con una morfología, relacionada probablemente a un cuerpo subvolcánico o intrusivo, afecta a filitas de la Formación Varales (*TR Ji Mar-F*) y al miembro Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*).

### III. 4. TECTÓNICA

La carta Lázaro Cárdenas queda comprendida dentro del Terreno Guerrero, cuyo basamento está constituido por el Complejo Arteaga (Centeno G. E. *et al.*, 1993), con una

cobertura cretácica conformada por rocas volcanosedimentaria del subterreno Zihuatanejo, la que a su vez es cubierta por las secuencias volcánicas de la Sierra Madre del Sur y del Eje Neovolcánico.

El Complejo Arteaga está conformado por las unidades Gneises y Esquistos (*TRi Gn-E*), Formación Jaltomate (*TRi E-F*) y Formación Varales (*TR Ji Mar-F*), las que están constituidas por turbiditas deformadas, depositadas en un ambiente de arco de islas intraoceánico durante el Triásico, esto está confirmado por la asociación de la Formación Varales con "pillow" lavas de afinidad oceánica tipo MORB.

Según fechamientos realizados por Grajales, N y López, M., (1984) (Centeno G. E., 1994) por el método K/Ar de biotita se obtuvieron dos edades de Cretácico temprano ( $127 \pm 3$  y  $133 \pm 11$ ) y una de edad Jurásico tardío ( $158 \pm 5$  Ma), las cuales se interpretan como la edad de la primera fase de deformación. El hecho de que las rocas de la Formación Varales sean asimiladas por el Granito de Tumbiscatío, sugieren que la intrusión puede ser pre o sintectónica y estar relacionada con la primera fase de deformación ocurrida en el lapso Jurásico superior y Cretácico inferior y puede relacionarse con la apertura del Golfo de México y con la acreción a Norteamérica de los arcos insulares intraoceánicos que evolucionaron del Triásico al Jurásico temprano, entre estos el Complejo Arteaga.

En este lapso inicia el movimiento de las Placas Farallón y Kula hacia el este, dando lugar al arco de islas intraoceánico que conforman el Terreno Guerrero con todos sus elementos inherentes (Subterrenos Zihuatanejo, Huetamo-Arcelia y Teloloapan), en este período se incrementa la actividad volcánica la cual está representada por las formaciones Tecalitlán (*Kbap A-BvA*) Tepalcatepec (*Kapa TA-Lm*) Zihuatanejo constituido por el miembro Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*), miembro La Unión (*Kapa Ar-Cz*), la litología, medio ambiente de depósito y distribución de estas formaciones nos indican cambio de facies tanto en sentido horizontal como vertical

La Formación Tecalitlán (*Kbap A-BvA*) pudiera constituir el macizo del arco debido a que esta unidad está constituida principalmente por derrames, aglomerados y brechas de composición andesítica y tobas interdigitados.

La Formación Tepalcatepec (*Kapa TA-Lm*) se propone como una secuencia transicional entre el arco y la cuenca, ya que hacia el área de Coalcomán las condiciones predominantes correspondían a un vulcanismo explosivo representado por gruesos paquetes de tobas andesíticas alternadas con limolitas, areniscas tobáceas, tobas riolíticas, derrames aislados de lavas y lentes de caliza arcillosa y arrecifal intercalados y grandes volúmenes de conglomerados volcánicos los cuales nos indican la destrucción del arco.

En la parte oeste de Coalcomán y sur de Colima se tenía un ambiente de cuenca interna dentro del mismo arco

representado por la Formación Madrid (*Kapa Lu-Cz*) constituida por sedimentos calcáreo arcillosos

El miembro La Unión (*Kapa Ar-Cz*) de la Formación Zihuatanejo es una secuencia volcanosedimentaria con intercalación de lechos rojos y calizas subarrecifales que nos indica cuencas someras adyacentes a zonas positivas con depósitos subáereos, también hubo periodos con poca actividad volcánica en los que se depositaron sedimentos pelíticos-calcáreos en pequeñas cuencas someras de aguas cálidas como en Coalcomán y Aguililla.

Y por último la gran invasión de los mares en el Albiano-Cenomaniano, que dieron origen a plataformas con gran desarrollo de calizas arrecifales representadas por el miembro Ixtapa calcáreo (*Kace Cz*) de la Formación Zihuatanejo.

Por la posición del Terreno Zihuatanejo es probable que su trayecto hacia el continente fue en una dirección al NE y su acreción al mismo haya iniciado a finales del Cretácico hasta el Terciario inferior originando esfuerzos de compresión que dieron origen a pliegues anticlinales y sinclinales orientados en dirección NW-SE.

Este evento imprime a las unidades que conforman el Complejo de Arteaga una segunda deformación, que implica

el plegamiento del plano axial de las estructuras de la primera deformación representadas actualmente por foliación.

Por otro lado, en relación con la actividad magmática de la Sierra Madre del Sur, Morán Z. D. J. *et al.*, (2000), define que la evolución de estas rocas es producto de dos cinturones magmáticos, el primero representa un magmatismo casi continuo de plutones de composición félsica ubicados a lo largo de la costa (Batolito de Michoacán –Guerrero), el segundo cinturón se encuentra hacia el interior del continente y consiste de campos volcánicos discontinuos e incluye rocas andesíticas a riolíticas con edades del Paleoceno al Mioceno (Sierra Madre del Sur).

A finales del Oligoceno e inicios del Mioceno se desarrolla una tectónica distensiva que origina fallas escalonadas que provocaron un basculamiento al NE, que originaron algunas depresiones las cuales fueron rellenadas durante el Pleistoceno por sedimentos continentales (*Qpt Ar-Cgp*) y palustres (*Qpt pa*).

En el Reciente se tiene el vulcanismo del Eje Neovolcánico representado por aparatos volcánicos (estratovolcanes y conos cineríticos) con actividad volcánica que da origen a escorias y lavas basálticas (*Qpt B*).

## IV. YACIMIENTOS MINERALES (Figura 8)

### IV. 1. 1. METÁLICOS

#### IV. 1- Introducción

Respecto a yacimientos metálicos se determinaron tres distritos mineros (Las Truchas, Aquila y La Minita) así como ocho áreas mineralizadas (Arroyo Seco, Cerro Bola, Los Pozos, El Ahijadero, Tumbiscatío, El Costeño, El Jovero y El Zorrillo).

Se tiene una amplia distribución de yacimientos minerales metálicos de variada composición, características litológicas y génesis como son los depósitos de metasomatismo de contacto e infiltración magmática de los distritos Las Truchas y Aquila, depósitos vulcanogénicos en el distrito La Minita, además de nueve áreas mineralizadas que son arroyo Seco, Cerro Bola, El Ahijadero, Los Pozos, Tumbiscatío, El Jovero, El Costeño, y El Zorrillo.

#### IV. 1. 2 Antecedentes

Los primeros antecedentes en la región corresponden al distrito minero de La Minita donde se estableció la primera ferrería novohispana a cargo del ilustre científico español Andrés Manuel del Río, la cual se mantiene en operación hasta 1811, suspendiendo sus actividades a causa de la lucha de Independencia.

Se menciona que en 1881 se comisiona al Ing. Manuel Urquíza para explorar el territorio de Coalcomán, en uno de estos recorridos se abarcó a las comunidades Náhuatl de Huizontla, Aquila y Maquilí, del distrito minero de Aquila, visitando las minas: La Guadalupe, El Tabaquito, El Cobre y algunas otras evidencias minerales de los alrededores, realizando una clasificación de los yacimientos y poniendo especial atención en los depósitos de hierro, oro y plata.

Entrando al siglo XIX, se contempló en el estado de Michoacán la construcción de una vía ferroviaria que uniera Morelia a Maruata, pasando por los yacimientos ferríferos de Coalcomán, para que estos criaderos abastecieran de hierro a los demás ferrocarriles de la República. Finalmente este proyecto no se llevó a cabo y la zona siguió limitada por su difícil acceso.

Dentro del distrito minero Las Truchas hay referencias de estos depósitos desde finales del siglo XIX. Sin embargo los primeros estudios formales en el yacimiento ferrífero de Las Truchas los realizó en 1905 la Compañía de Minas de Fierro del Pacífico, S. A.

En el año de 1927, la Compañía Bethlehem Steel, continuó las exploraciones incluyendo magnetometría y perforación. En el mismo año Barrera y Segura realizaron itinerarios geológicos en el estado describiendo el criadero de hierro de Las Truchas.

Carta geológico-minera Lázaro Cárdenas E13-6-9

En 1938 Genaro González Reyna publica “Geología y Recursos Minerales de una porción suroccidental del Estado de Michoacán.”

Minerales de Colima, en el mismo año de 1976, Peñoles inició en la zona la exploración por plomo y zinc, con resultados positivos y en 1979 inicia la preparación para la

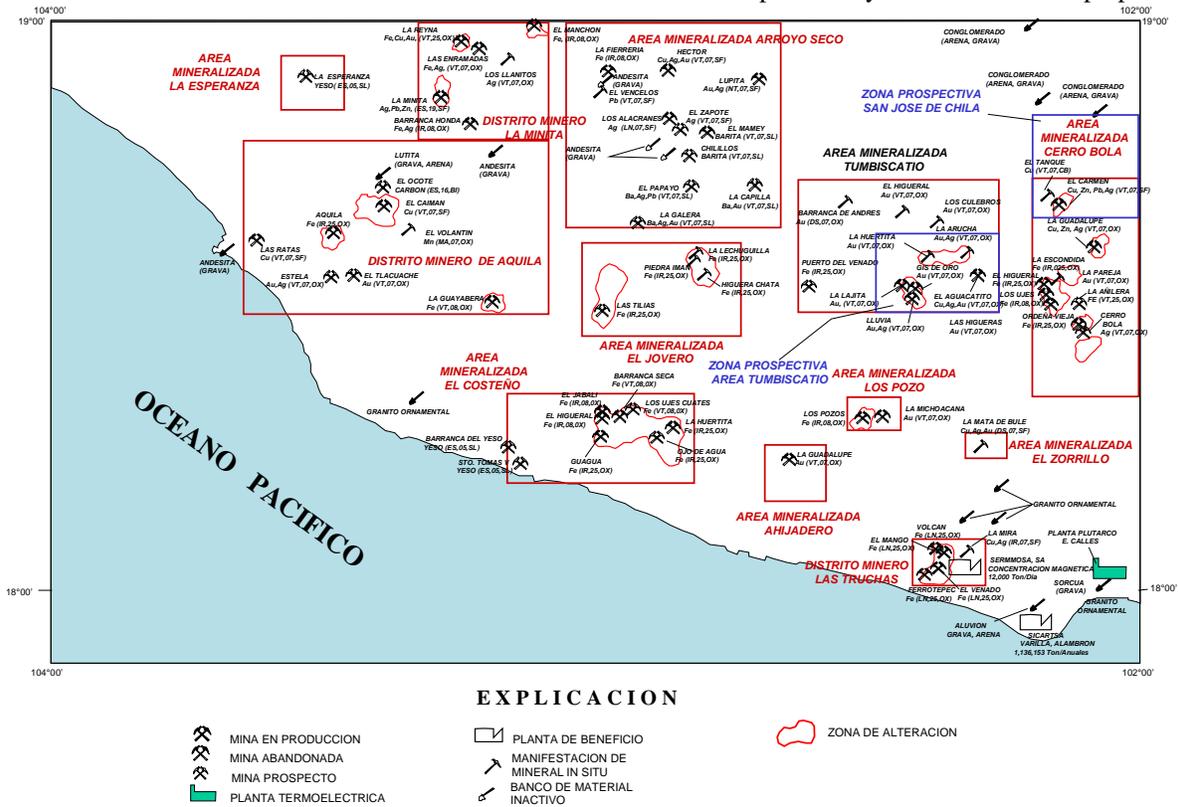


Figura 8.- Plano de yacimientos minerales

En 1956 el Instituto Nacional para Investigación de Recursos Minerales a solicitud de la Comisión del Río Tepalcatepec y patrocinado por Petróleos Mexicanos, realiza un programa de exploración. Estas exploraciones sirvieron para las futuras evaluaciones, iniciando el desarrollo minero-metalúrgico de la región, culminando en noviembre de 1976, cuando se iniciaron las actividades siderúrgicas de la planta de SICARTSA, que hasta la fecha aún continúa en explotación

En 1964, la Compañía Mexicana Pacífico de Fierro realiza estudios regionales y recientemente en 1983, HYLSA realizó la evaluación de los yacimientos de Aquila y La Colomera, así como una serie de estudios en diferentes yacimientos ferríferos y otros minerales que llevó a cabo el Consejo de Recursos Naturales No Renovables en 1967. Hoy en día este distrito es explotado por la Compañía Minera Las Encinas, S.A. de C.V.

A partir de 1961, se realizaron en la región exploraciones por barita.

A finales de los 60's Minera Autlán perforó en el yacimiento de La Minita, buscando manganeso con resultados negativos cortando sin embargo, valores de mineral de zinc y plata careciendo en su tiempo de interés para la compañía. De 1974 a 1976, continuaron los trabajos de la Compañía

explotación del yacimiento La Minita que actualmente esta inactiva.

De las evidencias de mineralización que existen en el área mineralizada Arroyo Seco, tales como El Zapote, Los Bobos y Guayabillera ya se conocían desde el siglo XIX.

En los años de 1974 a 1983, mediante prospecciones mineras del Consejo de Recursos Minerales, son identificados los prospectos El Zapote, La Lupita, Héctor y El Mamey; este último fue explotado por barita a pequeña escala en 1987-1988 por la Compañía Barita de Apatzingán.

En 1987 el Consejo de Recursos Minerales implementó el proyecto Arroyo Seco con la finalidad de determinar el potencial y perspectivas del área mineralizada.

En lo que se refiere al área mineralizada Cerro Bola, la información verbal existente indica que en la década de los 40's una compañía americana de la cual no se tienen datos, realizó obras mineras. Asimismo, por datos de los lugareños la compañía suspendió el trabajo de exploración por motivos de seguridad personal.

En 1960, el Ing. J. Gerónimo Godoy realizó trabajos de exploración en el área de Ordeña Vieja.

En 1978, el Consejo de Recursos Minerales elaboró un programa de exploración geológico-minera en el municipio de Arteaga, enfocado a la búsqueda y localización de yacimientos minerales de rendimiento económico, principalmente de tipo aurífero y argentífero. Con base en los resultados obtenidos durante esta etapa, se programaron estudios geofísicos con métodos eléctricos y electromagnéticos en las áreas de mayor interés como son: Campamento, Cerro Bola y La Herradura, con el objeto de apoyar la exploración directa en la búsqueda de yacimientos de rendimiento económico, como resultado de estos trabajos en el año de 1981 se programaron trabajos de detalle y evaluación por plata, así como por fierro en el año de 1988.

Se tiene conocimiento por parte de los lugareños que en el año de 1997 se realizó una campaña de perforación en las inmediaciones de la obra minera Cerro Bola, desconociéndose el nombre de la compañía.

De la mineralización aurífera existente en el área mineralizada El Ahijadero, existen referencias verbales de los pobladores de la región acerca de trabajos mineros de gambusinos desde hace muchas décadas, pero no hay testimonios, informes o datos escritos fidedignos sobre la actividad minera en el área. Lo que se conoce es hasta el año de 1978 en que el Consejo de Recursos Minerales realizó trabajos exploratorios preliminares, que concluyeron al establecimiento de tres asignaciones mineras que cubrirían 9 000 hectáreas, desde hace varios años no hay ninguna actividad minera en esta región, solo en ocasiones se trabaja a nivel gambusino, moliendo su metal por medio de molinos rústicos, obteniendo la recuperación del oro por amalgamación.

En el área mineralizada Los Pozos, existen evidencias de que los habitantes prehispánicos extraían el oro libre de la parte superficial de algunos crestones cuarcíferos, mediante comidos y catas pequeñas. Hacia finales del siglo XIX, varios particulares hicieron exploraciones en diversas vetas, pero sin mayor resultado. A partir de 1946, algunas de estas vetas auríferas fueron trabajadas intermitentemente por gambusinos, sin resultados importantes hasta la fecha.

En 1991 el Consejo de Recursos Minerales, en convenio con el Gobierno de Bélgica, realizó trabajos exploratorios aplicando el método bacteriogeológico con el propósito de determinar zonas auríferas.

Respecto a los yacimientos de hierro, se conocían sus evidencias desde principios del siglo (Barrera *et al.*, 1927), pero no fue sino hasta 1967 que el Consejo de Recursos Naturales no Renovables realizó un estudio geológico-magnetométrico del yacimiento ferrífero de Los Pozos, cubriendo 12 millones de toneladas de reservas probables y 16 millones de reservas posibles; en 1986 el Consejo de Recursos Minerales realizó una nueva exploración con trabajos a detalle, con el fin de descubrir nuevos cuerpos de hierro, aumentando las reservas probables.

En 1937, en el área mineralizada Tumbiscatío se inició, en forma muy rudimentaria por gambusinos, la explotación de los depósitos del área El Arenoso, posteriormente en 1965, el Consejo de Recursos Naturales no Renovables, en convenio con el fondo especial de la Organización de las Naciones Unidas realizó estudios de geología regional y prospección minera en la porción meridional del estado, incluyendo la zona de Tumbiscatío.

En 1977, el Consejo de Recursos Minerales realizó estudios de exploración en la región encaminados a la búsqueda de yacimientos de cobre de baja ley y gran volumen.

Aunque hay manifestaciones de mineralización en el área mineralizada El Jovero, La Esperanza y El Zorrillo, no se cuenta con referencias a cerca del desarrollo minero en estas zonas y si la hubo fue precaria.

#### **IV. 1. 3.- Minas en explotación**

Dentro de la carta existe actividad minera en el distrito minero Las Truchas que es el de mayor importancia, cuenta con varios cuerpos de fierro como son El Volcan, El Mango y El Venado, los cuales son explotados a cielo abierto con bancos de tumba, el mineral obtenido, ya peletizado es enviado a la fundición, de la que se obtiene varilla y alambón.

Existe otra mina en producción denominada Aquila correspondiente al distrito minero de Aquila, sin embargo la compañía que explota el yacimiento se negó a proporcionar información actualizada.

En el Area Mineralizada El Ahijadero, son trabajadas en forma esporádica y a nivel gambusino algunas obras.

#### **IV. 1. 4.- Infraestructura minera**

La planta concentradora de la compañía SERMMO, S.A en Las Truchas, con capacidad de 1,470 t/hora, beneficia el mineral ferrífero por el método de concentración magnética con recuperaciones del 60% obteniendo, concentrados de 67%, de hierro total y producción de 12,000 t/día.

La Compañía SICARTSA en Lázaro Cárdenas cuenta con una planta peletizadora con capacidad nominal de procesamiento de 1'136,000 t/año.

La Compañía Minera Capela S.A., instaló en las inmediaciones de La Minita, una planta de beneficio con capacidad de 220 t/día, obteniendo por el proceso de flotación tres tipos de concentrados: plomo-plata, zinc y barita; cuando estuvo en operación su producción fue de 2,400 t/día de mineral con leyes de 54 g/t de Ag, 0.27% de Pb 3.20% de Zn y 44%, de BaSO<sub>4</sub> (Gaytán R. J. E., 1979). Hoy en día está abandonada.

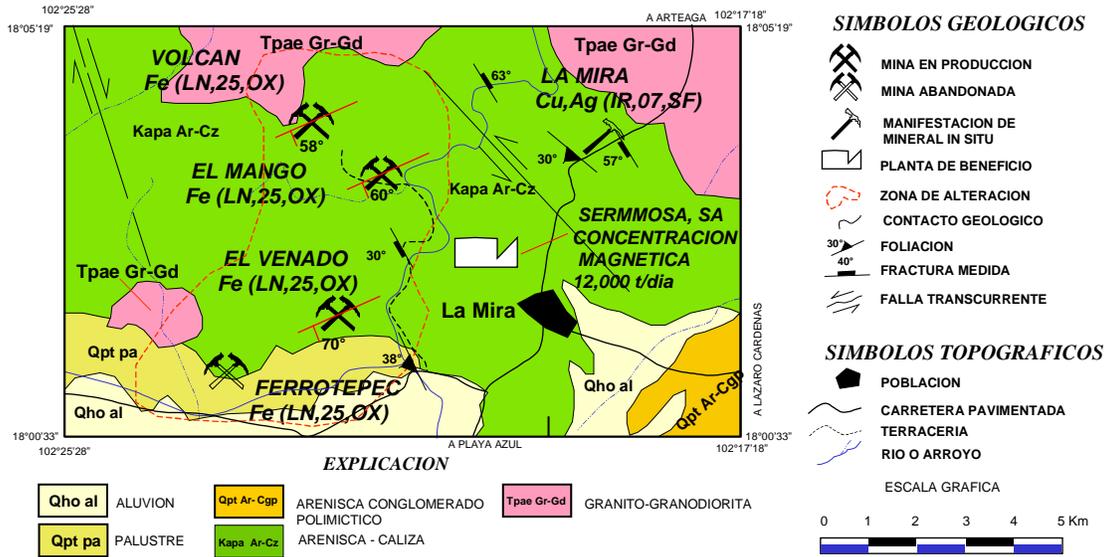
**IV. 1. 5.- Distrito minero Las Truchas (Figura 9)**

Este distrito se ubica al N49°W y a 5 km en línea recta del poblado La Mira. Los cuerpos de hierro de Las Truchas se presentan en forma de masas dispersas en una superficie de 4 km de ancho por 8 km de longitud, se pueden agrupar en dos principales franjas mineralizadas, la primera de dirección NW-SE, como en el caso de los depósitos El Volcán y El Mango, la segunda de dirección E-W comprende los

marinos calcáreos en contacto con intrusivo granítico (*Tpae Gr-Gd*) y algunos cuerpos dioríticos.

*Tipo de yacimiento*

La posición que guardan las menas ferríferas entre el intrusivo granítico que afecta la secuencia cretácica volcánica y los sedimentos calcáreos, sugiere un origen de infiltración magmática (El Volcan, El Mango, El Venado y



**Figura 9.- Distrito minero Las Truchas**

depósitos de Ferrotepec (**fotografía 14**) y El Venado. Se tienen manifestaciones de Cu en el lugar denominado La Mira.



**Fotografía 14.-Tajo del yacimiento de hierro Ferrotepec (agotado), del distrito minero Las Truchas, en rocas volcanosedimentarias del miembro La Unión (Kapa Ar-Cz).**

*Ambiente geológico regional*

Afloran rocas del subterreno Zihuatanejo conformados por andesitas y tobas andesíticas del miembro Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*) e incipientes manifestaciones de sedimentos

Ferrotepec), que en su formación afectó con metasomatismo a las rocas encajonantes, originando algunas zonas de skarn y hornfels; también se tienen manifestaciones de mineralización de origen hidrotermal como es el prospecto La Mira.

*Mineralogía y alteraciones*

En los yacimientos de hierro la mineralogía de mena esta constituida por magnetita, hematita y especularita y los minerales de ganga son cuarzo, pirita, calcita, limonita. Las alteraciones observadas son oxidación y silicificación; para las manifestaciones cupríferas la conforman: calcopirita, malaquita y pirita, las alteraciones presentes son oxidación y silicificación.

*Estructura, leyes y potencial*

Los cuerpos ferríferos son de forma lenticular, entre los que se encuentran El Volcán, El Mango, El Venado y Ferrotepec.

*El Volcán.-* Presenta un rumbo NE60°SW y echado de 58° al SE, espesor de 150 m, longitud de 600 m con leyes de Fe magnético de 35%, actualmente está en explotación produciendo 40,000 toneladas diarias (C. R. M. 1995).

*El Mango.-* Presenta un rumbo NE63°SW e inclinación de 60° al SE, espesor de 200 m, longitud de 600 m, con leyes de Fe total de 67% (C. R. M., 1995).

*El Venado.-* Tiene un rumbo NE65°SW e inclinación de 70° al SE, espesor de 200 m, longitud de 480 m y leyes de Fe total de 60% (C. R. M., 1995).

*Ferrotepec.-* Este depósito actualmente esta agotado.

*La Mira.-* Es una manifestación pequeña de mineral cuprífero, en la que se colectó una muestra de orientación (muestra LC-130) presentando 4.5 % de Cu, 50 g/t de Ag y 0.17g/t de Au.

**IV. 1. 6.- Distrito minero Aquila (Figura 10)**

Este distrito se ubica en las inmediaciones del poblado de Aquila. El Consejo de Recursos Naturales no Renovables en colaboración con la ONU en el año de 1964 realizó trabajos de prospección en esta región determinando varias zonas mineralizadas como son: Aquila, Las Ratras, La Provincia, Estela, El Tlacuache, La Guayabera, El Zipimo, La Encendida, El Ocote, El Caimán y El Volantín.

*Tipo de yacimiento*

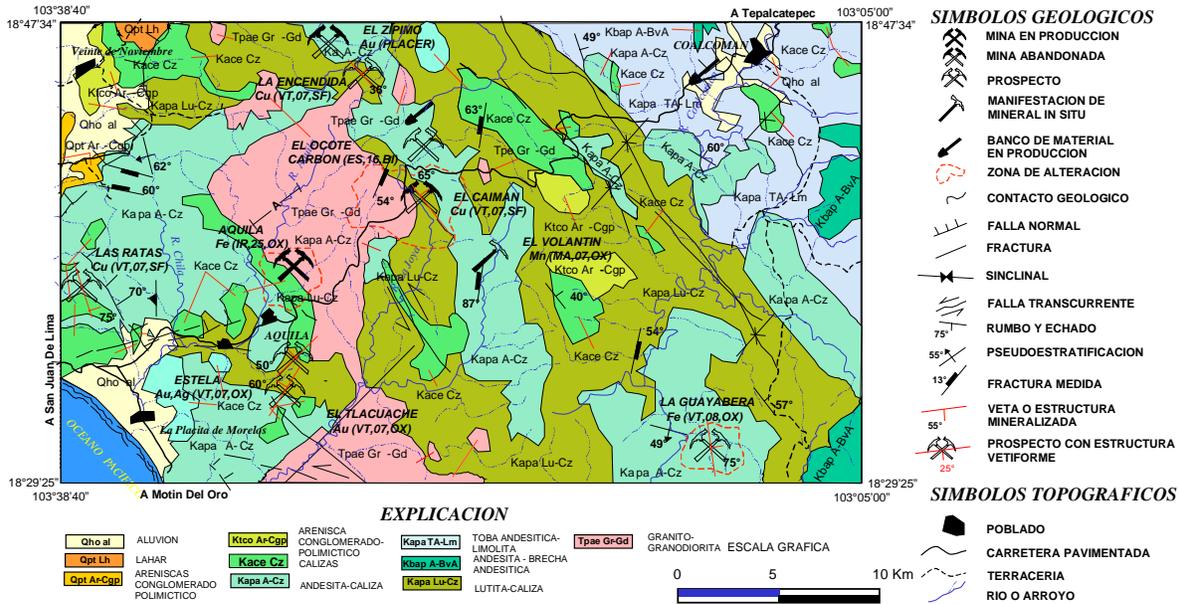
La génesis en este distrito es variada, hay de tipo metasomatismo de contacto (Aquila), de inyección magmática (La Guayabera), sedimentario (El Ocote), de Placer (El Zipimo) y en su mayoría hidrotermal (Las Ratras, El Caimán, El Volantín, La Encendida, Estela y El Tlacuache).

*Mineralogía y alteraciones*

La mena está constituida por magnetita, hematita, calcopirita, pirolusita, oro, galena y carbón, como ganga, cuarzo, piritita, limonita. Las alteraciones son oxidación y piritización.

*Estructura, leyes y potencial*

*Aquila.-* Cuerpo irregular de hierro con espesor de 30 m, longitud de 330 m y profundidad de 120 m, con 60% de Fe y 0.8 a 3% de S. El potencial estimado es de 10'000,000 de



**Figura 10.- Distrito minero de Aquila**

*Ambiente geológico regional*

Aflora secuencia volcanosedimentaria constituida por alternancia de tobas, andesitas y calizas del miembro Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*), intercalación de lutitas carbonosas y calizas arcillosas (*Kapa Lu-Cz*) pertenecientes a la Formación Madrid, sobreyaciendo a las unidades descritas se presenta el miembro Ixtapa calcáreo (*Kace Cz*) con calizas en estratos gruesos a medianos las cuales infrayacen a sedimentos continentales de la Formación Cerro de La Vieja (*Ktco Ar-Cgp*), todas estas unidades son afectadas a manera de intrusión por cuerpos graníticos (*Tpa Gr-Gd*).

toneladas positivas y 20'000,000 toneladas entre probables y posibles (Elvir A. R., 1964). La compañía que explota el yacimiento se negó a proporcionar información actualizada.

*La Guayabera.-* Numerosos cuerpos tabulares aislados con rumbo general NW10°SE e inclinación de 75° al NE, espesor de 3 m, longitud de 4 km con leyes de 52% de Fe y 21.5% de SiO<sub>2</sub>, se estimaron 11882,270 toneladas de reservas posibles y 15'438,352 toneladas de reservas probables (López M. H., et al., 1967).

*Las Ratras.-* La mineralización de interés está referida a un dique que presenta rumbo NW25°SE e inclinación de 75° al

NE, espesor de 15 m y longitud de 100 m, con leyes de 1% de Cu (Elvir A. R., 1964).

*Estela.*- Es una veta de rumbo NE30°-60°NW, espesor de 0.60 m, longitud de 60 m, con leyes de 20 g/t de Au y 200 g/t de Ag (Elvir A. R., 1964).

*El Tlacuache.*- La mineralización se aloja en tres vetas de rumbo N-S e inclinación de 88° al E, los espesores conocidos son de 0.70, 1.30 y 3.00 m, con valores entre 15 a 20 g/t de Au (Elvir A. R., 1964).

*La Encendida.*- Consiste de una veta-falla de rumbo NW 59°SE e inclinación de 36° al NE, el espesor es irregular pero

*El Zipimo.*- Oro de placer obtenido al parecer de las calizas lutitas, en manifestaciones aisladas en una longitud de 50 m y espesor de 10 m.

#### IV. 1. 7.- Distrito minero La Minita (Figura No. 11)

Se ubica al norte y a 10 km en línea recta de Coalcomán, Mich. En este distrito el yacimiento de mayor importancia es La Minita, que se ubica a 13 km de la ciudad de Coalcomán, Mich. Cuenta con otras manifestaciones de mineralización denominadas El Tabaquito, Barranca Honda, Los Llanitos, El Manchón, Las Enramadas y La Reyna.

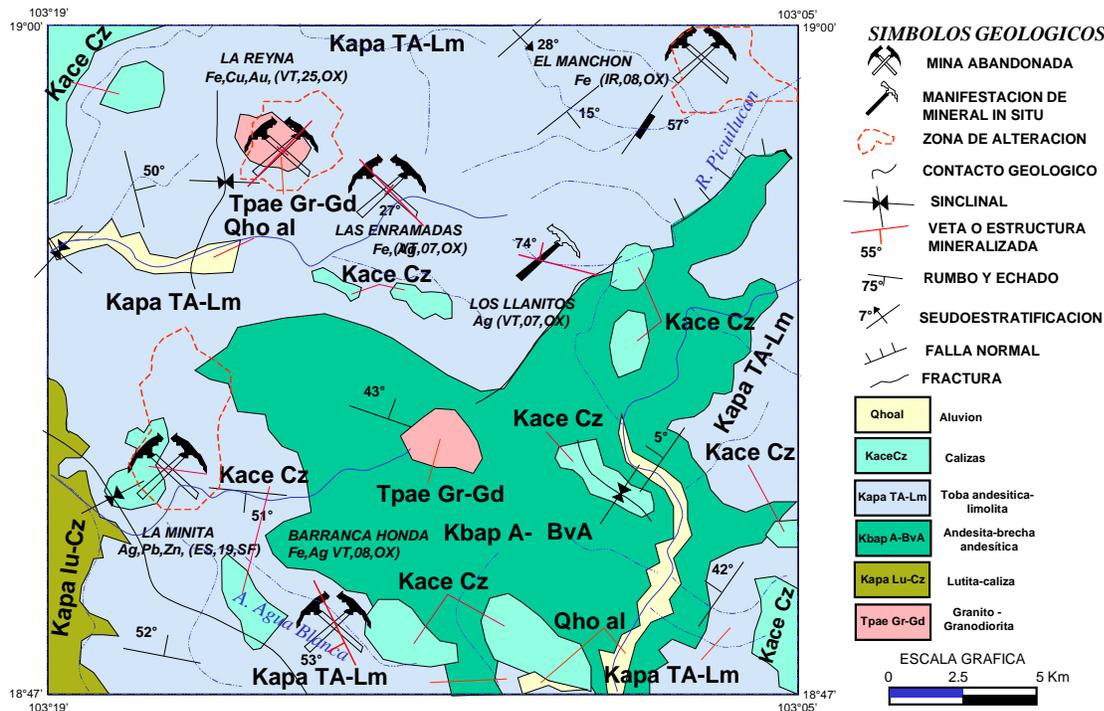


Figura 11.- Distrito minero La Minita

en ciertos lugares tiene 2 m, longitud de 52 m, profundidad de 21 m, con valores de 1.5% de Cu (Elvir A. R. 1964).

*El Caimán.*- Estructura de rumbo NW50°SE e inclinación de 65° al NE, espesor 400 m, longitud de 1,000 m, leyes de 0.5% de Cu (Elvir A. R., 1964).

*El Volantín.*- Cuerpo de manganeso en forma de masas irregulares y mantos, espesor de 5 m, longitud de 400 m, las leyes obtenidas fueron de 27.56% de Mn, 13.84% de Fe, 17.16% de SiO<sub>2</sub>, 9.68% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 0.58% de P, con un potencial probable y posible de 66,000 toneladas (Elvir A. R., 1964).

*El Ocote.*- Manifestaciones de carbón sedimentario alojado en lutitas negras de rumbo NE-SW, espesor de 3.5 m, longitud de 43 m, basándose en los resultados de laboratorio es de mala calidad, los valores son de: 4.54% carbón fijo y 92.73% cenizas (Mapes V. E., 1964).

#### Ambiente geológico regional

Afloran andesitas y tobas andesíticas de la Formación Tecatlilán (*Kbap A-BvA*) las cuales se interdigitan con rocas epiclásticas pertenecientes a la Formación Tepalcatepec (*Kapa TA-Lm*) y a la Formación Madrid (*Kapa Lu-Cz*), siendo sobreyacidas por calizas del miembro Ixtapa calcáreo (*Kace Cz*) intrusionando a esta secuencia se tienen pequeños apófisis de rocas graníticas (*Tpae Gr-Gd*), y depósitos de aluvión (*Qho al*).

#### Tipo de yacimiento

El depósito La Minita fue estudiado por la Compañía Peñoles lo asoció a secuencias vulcanosedimentarias atendiendo a su actitud estratiforme, su mineralogía, sus hábitos estructurales y texturales sugieren un origen vulcanogénico, otro yacimiento de este tipo es el del Tabaquito. Existe también mineralización hidrotermal

(Llanitos y Las Enramadas), magmática (Barranca Honda y El Manchón) y de metasomatismo de contacto (La Reyna).

15, 16, 17), la muestra LC-18 presenta 53.19 % de  $\text{CaCO}_3$  y 41.36 de  $\text{MgCO}_3$

*Mineralogía y alteraciones.*

Los principales minerales de mena son: barita, esfalerita, galena, estromeyerita, tetrahedrita, calcopirita y como ganga: pirita, magnetita, cuarzo y calcita. Como alteraciones: oxidación, silicificación, cloritización y seritización.



**Fotografía 15.-Tajo abandonado del yacimiento vulcanogénico La Minita encajonado en la Formación Tepalcatepec (Kapa TA-Lm).**

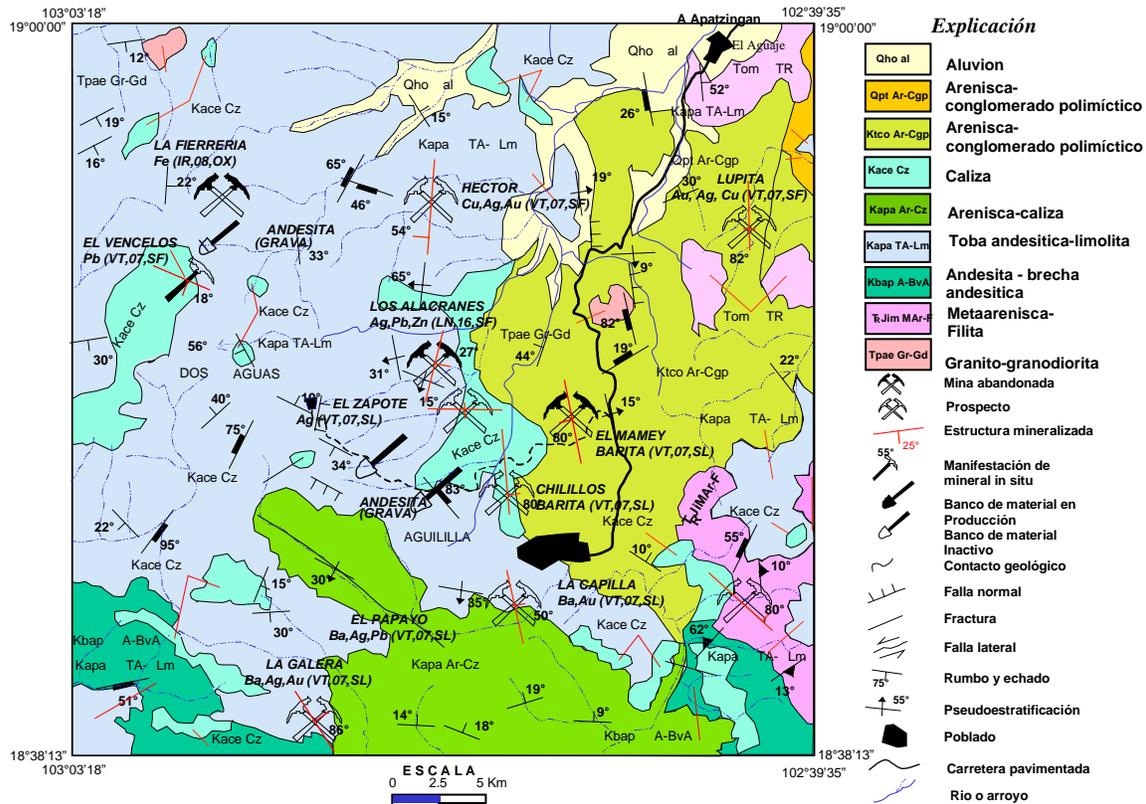
*Estructura, leyes y potencial*

**La Minita.-** La estructura estratiforme con orientación NW60°SE, fue explotada a cielo abierto (actualmente abandonada) (**fotografía No. 15**), antes de su explotación se habían calculado 6 millones de toneladas con valores de 78 g/t de Ag, 0.33% de Pb, 4% de Zn y 48% de  $\text{Ba SO}_4$  (Gaytán R. J. E., 1979)

Durante los trabajos de campo se colectaron muestras en los siguientes prospectos:

**Los Llanitos.-** Veta de cuarzo de rumbo N67°W e inclinación de 74° al NE con espesor de 0.30 m, longitud de 7 m, profundidad de 3 m, con 93 g/t de Ag (**muestra LC-20**)

**Barranca Honda.-** Cuerpo de hierro de forma irregular y en parte tabular con un rumbo general N20°W e inclinación de 53° al SW, espesor de 20 m, longitud de 70 m, profundidad de 10 m, las **muestras LC-22 y 23** reportan valores de 5 a



**Figura 12.- Area mineralizada Arroyo Seco**

**Las Enramadas.-** Estructura de hierro tabular de rumbo N60°W de actitud vertical, con espesor de 4 m, longitud de 50 m y una profundidad de 10 m, con valores de 14.40 a 25.80% de Fe total, de 21 a 74 g/t de Ag (**muestras LC-14,**

14.8% de Fe total y de 40 a 66 g/t de Ag.

**El Manchón.-** Cuerpo de hierro irregular, con espesor de 15 m, longitud de 100 m, profundidad de 20 m.

*La Reyna.*- Corresponde a una estructura de hierro de rumbo N48°E actitud vertical, espesor de 15 m, longitud de 50 m con valores de 24 a 44% de Fe total, 0.26 a 0.99% de Cu, 0.01 a 0.45 g/t de Au y de 3 a 7 g/t de Ag (**muestras LC-9, 10, 11, 12, 13**).

#### IV. 1. 8.- Área mineralizada Arroyo Seco (Figura 12)

Está área se localiza al N25°W y a 15 km en línea recta de Aguililla, Mich.

Fue estudiada por el C.R.M. entre 1987 a 1992 definiéndose y resaltando por su importancia el proyecto Arroyo Seco, del cual se definieron 7 prospectos: El Mamey, Héctor, Lupita, Chilillos, El Papayo, La Capilla y La Galera, con los trabajos de cartografía en este estudio se determinó una evidencia de mineralización denominada La Fierrería.

##### *Ambiente geológico regional*

Las unidades litológicas que afloran pertenecen a las formaciones Varales (**TR Ji Mar-F**), Tecalitlan (**Kbap A-BvA**), Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**) que subyacen a areniscas y calizas de los miembros La Unión e Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**) de la Formación Zihuatanejo, sobreyaciendo a las unidades antes descritas se tienen sedimentos continentales de la Formación Cerro de La Vieja (**Ktco Ar-Cgp**). Toda la columna es afectada por rocas graníticas (**Tpae Gr-Gd**) para finalmente ser coronadas por el vulcanismo terciario de la Sierra Madre del Sur (**Tom TR**).

##### *Tipo de yacimiento*

Se tienen varios tipos de yacimientos, siendo la mayoría de tipo hidrotermal de relleno de fisura (El Zapote, El Mamey, Héctor, Lupita, Chilillos, El Papayo, La Capilla, La Galera y Véncelos), así como sinsedimentarios (Los Alacranes) y magmáticos (La Fierrería).

##### *Mineralogía y alteraciones*

La mena está formada por magnetita, hematita, calcopirita, barita, galena, esfalerita, oro y como ganga, calcita, cuarzo, pirita. La alteración es oxidación baja.

##### *Estructura, leyes y potencial*

*Los Alacranes.*- Mantos mineralizados asociados a lutitas carbonosas y en menor proporción en areniscas que presentan un rumbo N20°E con inclinación de 27° al SE, determinándose tres niveles mineralizados sumando un espesor de 80 m y longitud de 2,500 m, con 206 g/t de Ag y un potencial de 840,237 toneladas posibles (Montiel E. J. E. *et al.*, 1992).

*El Zapote.*- Consiste de una veta de rumbo N80°E con tendencia a la vertical, que va paralelamente a la

pseudoestratificación de la roca encajonante (tobas andesíticas y limolitas). Se reportan 215 g/t de Ag con un potencial de 1'509,501 toneladas posibles (Montiel E. J. E. *et al.*, 1992).

*El Mamey.*- Veta de barita con rumbo N30°W e inclinación de 80° al SW, fue explotada a pequeña escala en 1987-1988 por la Compañía Barita de Apatzingan, actualmente abandonada e inaccesible.

*Héctor.*- Veta de cuarzo de rumbo N15°E, echado de 54°NW, espesor de 0.50 m, longitud de 20 m, profundidad de 10 m, con 0.30 a 3.2% de Cu, de 27 a 1,113 g/t de Ag, de 0.1 a 0.2 g/t de Au (Montiel E. J. E. *et al.*, 1992).

*Lupita.*- Estructura de cuarzo de rumbo N15°W, inclinación vertical, espesor de 0.20 m, longitud de 60 m y profundidad de 50 m, con valores de 0.25 a 5% de Cu, 25 a 50 g/t de Ag e indicios a 5 g/t de Au (Montiel E. J. E. *et al.*, 1992).

*Chilillos.*- Veta de barita de rumbo N5°W e inclinación 80° al NE, espesor de 0.90m, longitud de 25 m y profundidad de 20 m con valores de 90% de BaSO<sub>4</sub> (Montiel E. J. E. *et al.*, 1992).

*El Papayo.*- Estructura de barita asociada con sulfuros de plomo, zinc, plata, presenta un rumbo N15°W e inclinación que varía de 50°-84°NE, espesor de 3 m, longitud de 56 a 100 m. Se obtuvieron valores de: 1 a 76 g/t de Ag y de 0.01 a 5% de Pb, se calcularon 67,500 toneladas potenciales (Vázquez S. A. *et al.*, 1988).

*La Capilla.*- Veta de barita de rumbo N48°W e inclinación de 80°NE, espesor de 1.5 m, valores de 6 g/t de Ag y 0.8 g/t de Au (Vázquez S. A. *et al.*, 1988).

*La Galera.*- Veta de barita con asociación de sulfuros de plomo, zinc y plata tiene un rumbo de N40°W e inclinación de 86°NE, espesor de 2 m, longitud de 100 m y profundidad de 25 m, con valores de 6 a 203 g/t de Ag y de indicios a 0.9 g/t de Au y 10,000 toneladas posibles (Montiel E. J. E. *et al.*, 1992).

*La Fierrería.*- Manifestaciones irregulares de hierro se colectó una muestra (**muestra LC-28**), cuyos resultados son 66% de Fe total, 0.01 g/t de Au y 4 g/t de Ag.

#### IV. 1. 9.- Área mineralizada Cerro Bola (Figura 13)

Se ubica al N45°E, a 28 km en línea recta de Arteaga, Mich. Está área fue prospectada y evaluada por el C.R.M. en 1977 y 1986, de dichos trabajos se definieron prospectos de importancia como son: Campamento, Cerro Bola, El Higueral, Ordeña Vieja, La Añilera y Los Ujes. De menor importancia se encuentran La Escondida y La Higuera. Durante la realización de la cartografía se definieron manifestaciones de mineralización en El Cobano, La Pareja, Las Higueras, La Guadalupe, El Carmen y El Tanque.

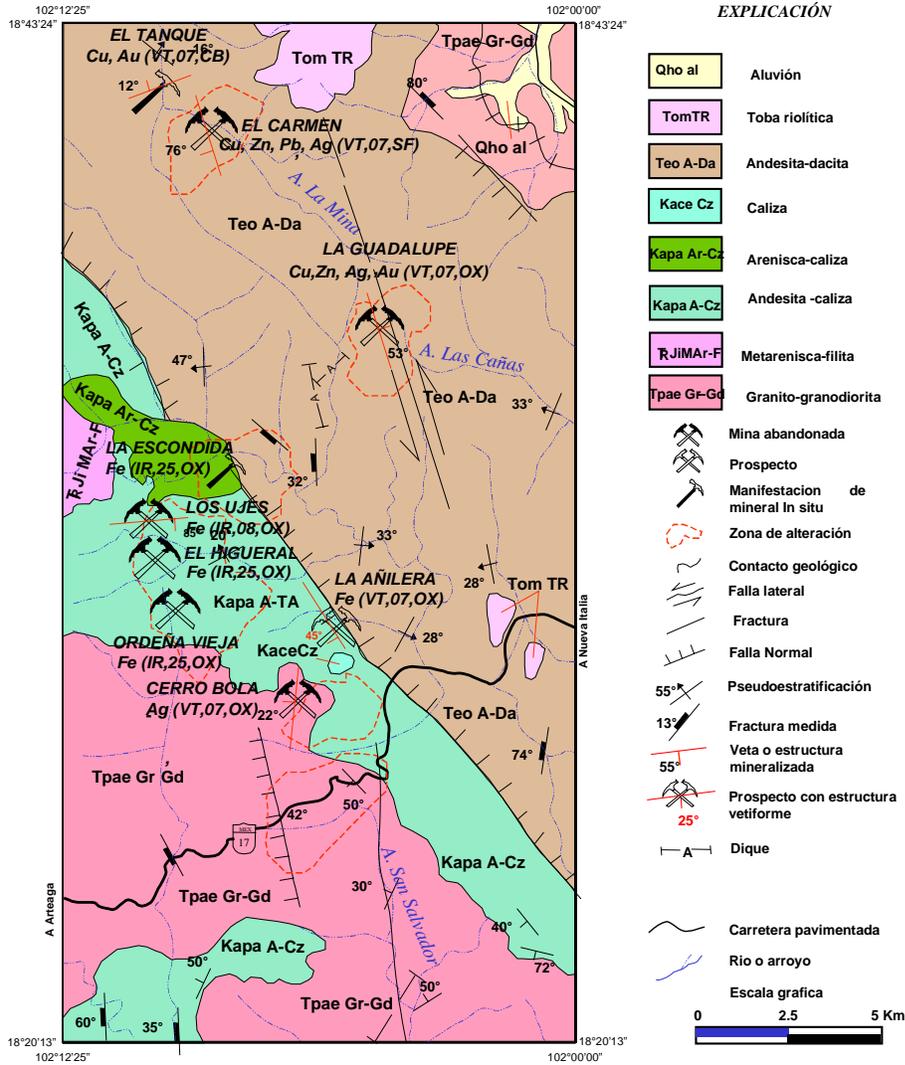
*Ambiente geológico regional*

Las rocas más antiguas están constituidas por metaareniscas y filitas de la Formación Varales (**TR Ji MAR-F**), le sobreyace discordantemente una secuencia volcánica conformada por andesitas y calizas del miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**) interdigitándose con andesitas y areniscas del miembro La Unión (**Kapa Ar-Cz**) a las que le sobreyacen concordantemente calizas masivas del miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**). Toda esta secuencia es intrusionada por rocas graníticas pertenecientes al Batolito

y El Tanque) formando vetas con mineralización de Ag, Cu y Au, aunque también hay de metasomatismo de contacto (El Higueral, Ordeña Vieja, La Anílera, Los Ujes y La Escondida) formando cuerpos de hierro.

*Mineralogía y alteraciones*

La mineralización de mena en yacimientos hidrotermales polimetálicos esta constituida por argentita, estromeyerita, calcopirita, galena, malaquita, y en los cuerpos ferríferos consiste de magnetita, hematita, especularita, como ganga,



**Figura 13.- Area mineralizada Cerro Bola**

de Michoacán-Guerrero (**Tpae Gr-Gd**). Finalmente coronando se tiene el vulcanismo terciario conformado por andesitas y dacitas (**Teo A-Da**) así como tobas riolíticas (**Tom TR**).

*Tipo de yacimiento*

Los prospectos reconocidos se originaron por procesos hidrotermales (Campamento, Cerro Bola, La Higuera, El Cobano, La Pareja, Las Higueras, La Guadalupe, El Carmen

pirita, arsenopirita, cuarzo, calcita, limonita y sericita, las alteraciones son oxidación, silicificación, cloritización y argilitización.

*Estructura, leyes y potencial*

**Cerro Bola.-** Consiste de una veta de forma tabular con un rumbo de N5°E inclinación de 22°NW, espesor de 2.40 m, longitud de 1,125 m y profundidad de 300 m, para el cálculo de reservas se manejaron tres opciones: una global de donde

se estimaron 314,064 toneladas con 237 g/t de Ag, la segunda considerando valores de Ag mayores a 200 g/t calculando 207,560 toneladas con 283 g/t de Ag en la tercera opción se consideró valores de plata superiores a 250 g/t cubriendo 145,564 t con 308 g/t de Ag (Ruiz P.R., 1979).

Así mismo se realizó otro cálculo considerando únicamente las obras mineras realizadas, separando en tres bloques para el primero se tienen 26,451 toneladas posibles con 51 g/t de Ag, en el segundo se estimaron 24,538 toneladas posibles con valores de 181 g/t de Ag, para el tercero se cubieron 9,820 toneladas probables con valores de 215 g/t de Ag (Bastida J. R. *et al.*, 1986).

*El Cóbano.*- Es una pequeña manifestación mineral que consiste de un stockwork con espesor de 1 m y longitud conocida de 50 m, la (**muestra LC-110**), reportó valores bajos de 0.01g/t de Au y 2 g/t de Ag.

*La Guadalupe.*- Esta conformada por una veta con carbonatos de Cu, presenta un rumbo N17°W e inclinación de 53° al NE, espesor de 4 m, longitud de 10 m y profundidad de 3 m en cuatro muestras (**muestras LC-88, 89, 90 y 91**), arrojaron valores de 0.70% a 4.31% de Cu, 0.13% a 0.57% de Zn, de 48 g/t a 207 g/t de Ag y 0.07 a 0.51 g/t de Au.

*El Carmen.*- Veta de rumbo N31°W e inclinación de 76°SW, su espesor es de 4 a 7 m, longitud de 500 m y profundidad de 10 m, se colectaron once muestras (**muestras LC-77 a 87**), los valores reportados fueron los siguientes:

*El Tanque.*- Veta de rumbo N70°E e inclinación de 12° al NW, espesor de 0.10 m y longitud de 15 m, se colectó una

fue de 963,487 toneladas con valores de 62.6% de Fe total (Guevara N. L. G. *et al.*, 1988).

*Ordeña Vieja.*- Afloramientos de fierro en una franja de rumbo N43°W y espesor que varía de 10 a 25 m longitudes de 375 m sus valores son de 56.2% de Fe total, 0.18% de S, y 0.45% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sus reservas calculadas fueron de 8'227,440 toneladas (Guevara N. L. G. *et al.*, 1988).

*La Añilera.*- Afloramiento de fierro de forma tabular con rumbo N35°W e inclinación que varía de 45°-70° al SW y un espesor de 24 m, longitud de 180 m y desnivel de 70 m, los valores obtenidos fueron de 30% de Fe, 0.3% de SiO<sub>2</sub>, 0.07% de P, 0.04% de S, 0.09% de Mn y un potencial de 1'320,000 toneladas potenciales (Guevara N. L. G. *et al.*, 1988).

*Los Ujes.*- Estructura de fierro con forma tabular de rumbo N85°E e inclinación de 85° al SE, presenta un espesor de 20 m, con longitud de 105 m y una profundidad de 22 m, con leyes de 38% de Fe, 0.33% de SiO<sub>2</sub>, 0.04% de P, 0.03% de S y 0.40% de Mn con reservas potenciales de 159,759 toneladas (Guevara N. L. G. *et al.*, 1988).

*La Escondida.*- Afloramientos de fierro con forma tabular e irregular, se calcularon 64,194 toneladas posibles, 412,650 toneladas probables y 455,625 toneladas posibles con leyes de 64% de Fe total (Guevara N. L. G. *et al.*, 1988).

#### IV. 1.10.- Área Mineralizada Los Pozos (Figura 14)

Se ubica al S75°W y a 22 km en línea recta de Arteaga, Mich. Lo más relevante de esta área corresponde a las obras mineras antiguas del lote La Michoacana y el yacimiento de

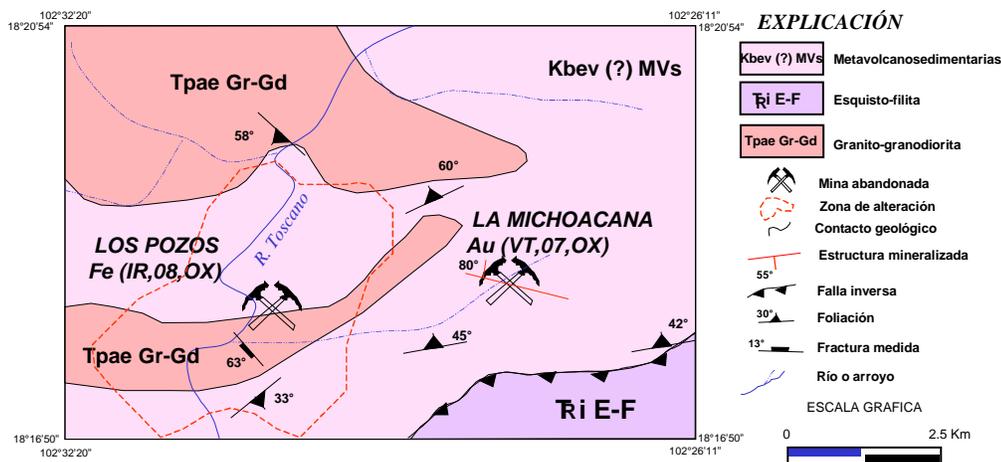


Figura 14.- Área mineralizada Los Pozos

muestra (**muestra LC-76**) que reporta 3.50% de Cu y 0.13 g/t de Au

*El Higueral.*- Consiste de varios cuerpos de fierro dispersos en forma de bolsadas o bien tabulares, teniendo espesores de 1 a 40 m y longitud de 10 a 140 m, la estimación de reservas

Los Pozos evaluado por el C.R.M. en 1989.

#### Ambiente geológico regional

La litología esta conformada por una secuencia metamórfica de esquistos y filitas de la Formación Jaltomate (**TRi E-F**) que sobreyace por cabalgadura a una secuencia

volcanosedimentaria metamorfizada, constituida por andesitas, tobas andesíticas y brechas intercaladas con horizontes calcáreos y terrígenos (*Kbev(?)MV*s), esta unidad es afectada por el Batolito de Michoacán-Guerrero representado por granito con diferenciación a granodiorita y diorita (*Tpae Gr-Gd*) originando la formación de hornfels y reducidas zonas de skarn.

*Tipo de yacimiento*

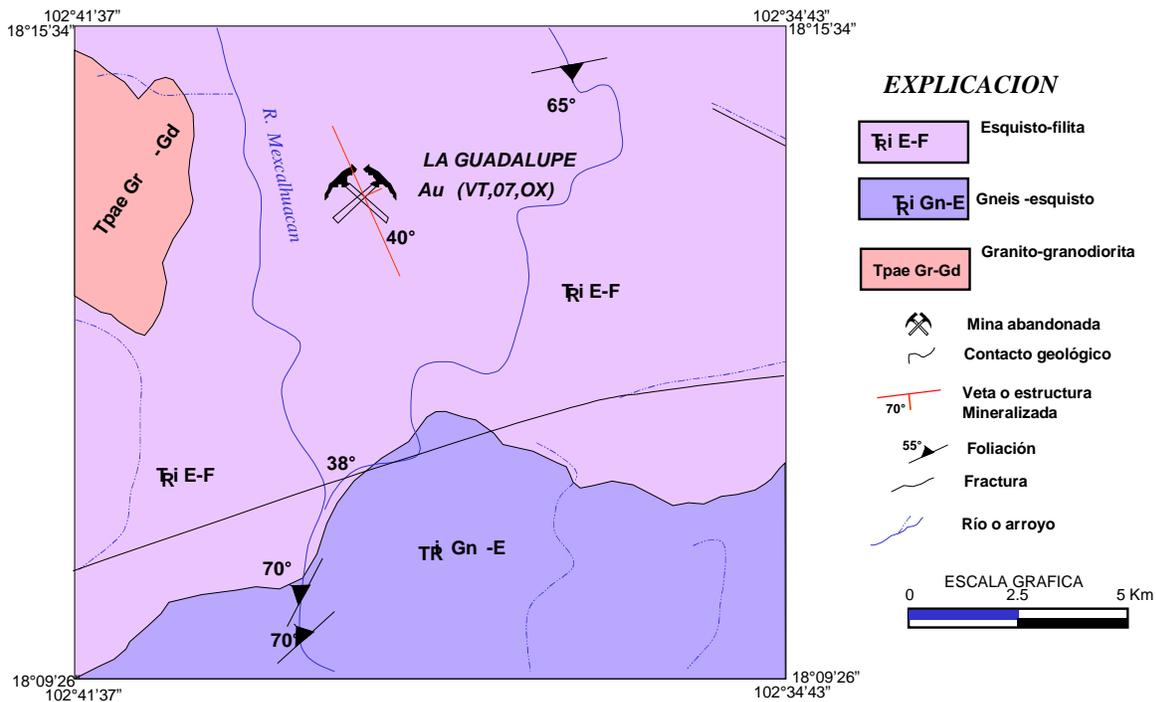
De acuerdo al estudio metalogenético (Bustamante G. J. (1990 en Bastida J. R. *et al.*, 1990) se pudo establecer que la mineralización se originó por efecto de infiltración de soluciones magmáticas dando como resultado depósitos de fierro (Los Pozos), también existen depósitos de origen hidrotermal en forma de vetas, con mineralización aurífera (La Michoacana).

Es importante señalar que estudios recientes de geoquímica de suelos evidenciaron la presencia de anomalías auríferas a

*Estructura, leyes y potencial*

*Los Pozos.*- Estructura de fierro irregular orientado en una franja con rumbo general N75°W e inclinación de 65° al SW, espesor de 60 m y longitud de 1 200 m, para el cálculo de reservas se tomaron en cuenta tres tipos de mena. Uno considerando al cuerpo de fierro masivo con valores mayores a 40% de Fe total estimándose 19'100,000 toneladas, otro comprendiendo la roca de caja con impregnación de fierro y valores de 20 a 40% de Fe total con un potencial de 3'830,000 toneladas, por último roca con fierro de 10 a 20% de Fe total siendo sus reservas de 3'870,000 toneladas (Bastida J. R. *et al.*, 1990).

*La Michoacana.*- Este depósito aurífero esta conformado por vetas de cuarzo que rellenaron fracturas y cavidades tienen una orientación N75°W e inclinación de 80° al NE varían en espesor de 0.20 m a 3 m, y longitud de 70 m, leyes de 2 g/t de Au.



**Figura 15.- Area mineralizada El Ahijadero**

escala regional (Calzada M. M. C., 1993).

*Mineralogía y alteraciones*

La mineralización de interés está constituida por magnetita, hematita, goethita, esfalerita, calcopirita, y oro libre. La ganga está conformada por arsenopirita, pirrotita, pirita, limonita, calcita, cuarzo, actinolita y tremolita. Las alteraciones existentes son oxidación, silicificación, cloritización y epidotización.

**IV. 1. 11.- Área Mineralizada Ahijadero (Figura 15)**

Su ubicación es al N40°E y a 20 km en línea recta de Caleta de Campo, Mich. Esta área se caracteriza por ser aurífera y contener infinidad de socavones, pozos o catas de desarrollo corto que en su mayoría están aterrados y han sido trabajados a nivel gambusino. De aquí sobresale el estudio que realizó el C.R.M. en 1978 a la mina La Guadalupe y con el reciente estudio la visita realizada a la mina El Carrizo.

*Ambiente geológico regional*

La litología está constituida por gneises y esquistos (**TRi Gn-E**), sobreyaciendo en forma concordante se tiene un paquete metamórfico compuesto por esquistos y filitas de la Formación Jaltomate (**TRi E-F**). Estas rocas son intrusionadas por diques andesíticos y cuerpos intrusivos de composición granito-granodiorita (**Tpae Gr-Gd**).

*Tipo de yacimiento*

La mineralización es de tipo epitermal por relleno de fisuras en forma vetas y vetillas de cuarzo.

*Mineralogía y alteraciones*

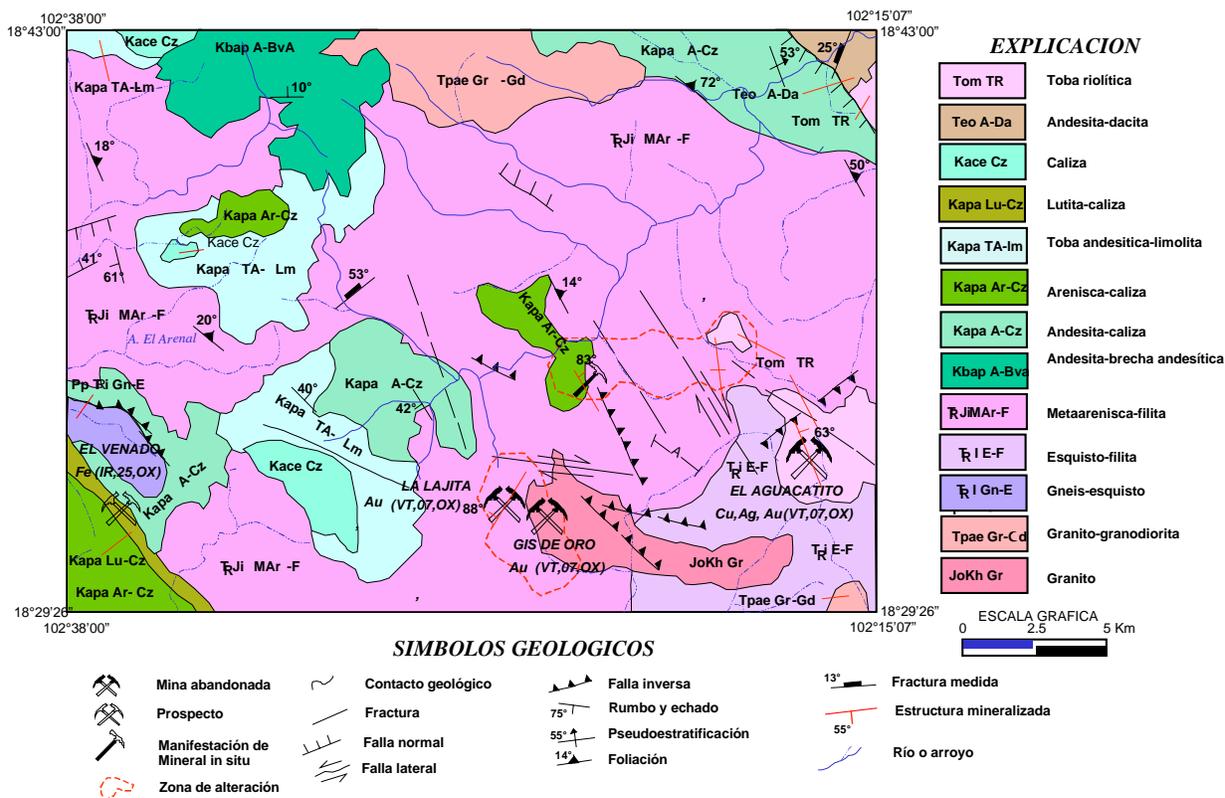
La mineralización de mena esta conformada por oro libre y electrum (?) y ocasionalmente galena diseminada, mientras que el cuarzo, pirita y arsenopirita forman la ganga, como principal tipo de alteración se tiene silicificación.

**IV. 1. 12.- Área Mineralizada Tumbiscatío (Figura 16)**

Se localiza al N30°W y a 31 km en línea recta de Arteaga, Mich. Las estructuras mineralizadas definidas de mayor importancia son: La Lajita, Gis de Oro, Lluvia de Oro y en menor importancia El Venado, El Aguacatito, La Huertita, La Arucha, Los Culebros, El Higueral y Barranca de Andrés.

*Ambiente geológico regional*

Afloran rocas constituidas por esquistos y filitas de la Formación Jaltomate (**TRi E-F**), sobreyacen a estas metaareniscas y filitas de la Formación Varales (**TRJi Mar-F**), las cuales subyacen discordantemente a las formaciones Madrid (**Kapa Lu-Cz**), al miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**) y Tepalcatepec (**Kapa TA-Lm**) a esta ultima le suprayace una secuencia calcárea fosilífera (**Kace Cz**). El paquete litológico antes descrito es intrusionado por rocas graníticas (**Tpae Gr-Gd**). Por último, coronando, se tienen rocas volcánicas terciarias constituidas por tobas riolíticas (**Tom**



**Figura 16.- Area mineralizada Tumbiscatío**

*Estructura, leyes y potencial*

**La Guadalupe.-** La mineralización es aurífera alojada en una veta-falla de rumbo N22°W e inclinación de 40° al NE, espesor promedio de 1.50 m, longitud de 52.8 m y profundidad de 12 m, las reservas positivas estimadas fueron de 1,683 toneladas con leyes de 13.7 g/t de Au y reservas probables de 2,827 toneladas con ley de 12.3 g/t de Au (Salgado L. S. 1978).

**TR).**

*Tipo de yacimiento*

En esta área la mineralización, en su mayoría, se originó por procesos hidrotermales ( La Lajita, Gis de Oro, Lluvia de Oro, El Aguacatito, La Arucha, Los Culebros, El Higueral y La Huertita) formando filones de relleno de fisura con mineralización aurífera, también se tienen manifestaciones

de mineralización ferrífera generada por metasomatismo de contacto (El Venado).

*Mineralogía y alteraciones*

Las vetas de cuarzo contienen como minerales de mena, oro nativo y argentita, ganga pirrotita, arsenopirita y óxidos de hierro, en el caso de la mineralización de hierro la mena esta constituida por hematita, como minerales de ganga, cuarzo y pirita, las alteraciones presentes son: oxidación, silicificación y en menor proporción piritización.

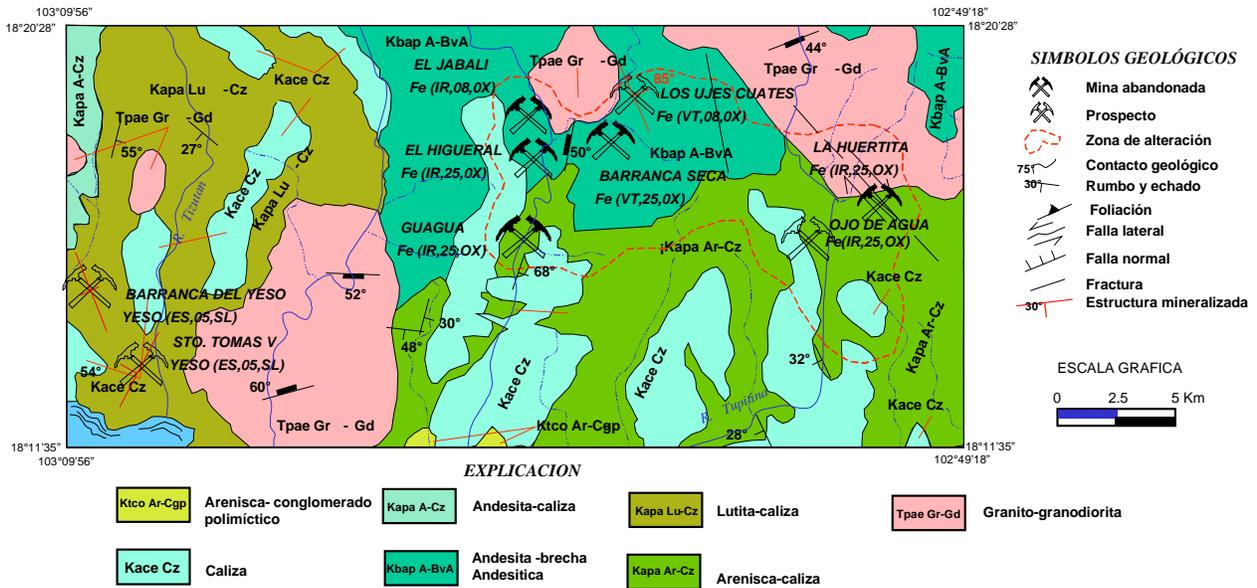
*Estructura, leyes y potencial*

*La Lajita.*- Veta de cuarzo con rumbo N22°E e inclinación de 88° al NW, espesor de 2 m, longitud de 15 m y profundidad de 10 m, con leyes de 13.43 g/t de Au,

*El Venado.*- Afloramientos de hierro irregular en forma de crestones, en una franja con orientación N20°E y actitud vertical, son conocidos en una longitud de 200 m, espesor de 150 m y profundidad de 100 m, para su análisis químico se colectó una muestra (**muestra LC-55**), con valores de 67.06% de Fe total. En estudio anterior (Beutelspacher S. R. et al., 1972) reportan 65.36% de Fe, 2.10% de SiO<sub>2</sub>, y reservas probables de 1'620,000 toneladas.

**IV. 1. 13.- Área Mineralizada El Costeño (Figura 17)**

Esta área se localiza al Norte y a 12 km en línea recta del poblado de Guagua. La mineralización es controlada por dos sistemas de estructuras de rumbo NE20°-80°SW y NW10°-65°SE, se definieron nueve prospectos siendo los siguientes: El Ahijadero, Barranca Seca, Los Ujes Cuates, El Jabalí, El Higueral, Guagua, La Huertita, Ojo de Agua y El Costeño.



**Figura 17 Area mineralizada El Costeño**

estimándose 572 toneladas de reservas positivas y 1,250 toneladas de reservas probables (Salgado L. S., 1977). Con el presente estudio se colectaron cuatro muestras (**muestras LC-63, 64, 65 y 66**), las leyes obtenidas fueron:

*Gis de Oro.*- Veta de cuarzo con rumbo N62°E con inclinación que varía de 55°-73°NW, con espesor de 1 m, longitud de 150 m y profundidad de 18 m, con leyes de 11 g/t de Au y 23 g/t de Ag, su potencial calculado es de 5,276 toneladas positivas y 7,500 toneladas probables (Salgado L. S., 1977).

*El Aguacatito.*- Rebaje con vetillas de cuarzo y carbonatos de cobre, los cuales presentan un rumbo N26°W e inclinación de 63° al NE su espesor observado es de 1 a 5 cm, longitud de 3 m, y profundidad de 3 m, se colectó una muestra (**muestra LC-71**), obteniéndose valores de 10.99% de Cu, 0.22 g/t de Au y 207 g/t de Ag.

*Ambiente geológico regional*

Afloran lutitas y calizas (**Kapa Lu-Cz**) de la Formación Madrid, areniscas y calizas del miembro La Unión (**Kapa Ar-Cz**) intercalada con andesitas y calizas del miembro Ixtapa mixto (**Kapa A-Cz**), están suprayaciendo a la Formación Tecalitlán (**Kbap A-BvA**) y les sobreyacen calizas del miembro Ixtapa calcáreo (**Kace Cz**), coronando a esta secuencia se tienen capas rojas de la Formación Cerro de La Vieja (**Ktco Ar-Cgp**), son afectadas por intrusión de rocas graníticas (**Tpae Gr-Gd**).

*Tipo de yacimiento*

Las estructuras mineralizadas se originaron por procesos de infiltración magmática (Barranca Seca y Los Ujes Cuates), y metasomatismo de contacto (Jabalí, El Higueral y Guagua La Huertita y Ojo de Agua).

**Mineralogía y alteraciones**

En el caso de los cuerpos de hierro la mineralización de mena es magnetita, hematita, teniendo en otras zonas barita, malaquita, calcopirita, como ganga cuarzo, limonita, especularita y pirita. Las alteraciones principales son oxidación y silicificación.

**Estructura, leyes y potencial**

**Barranca Seca.-** Veta de rumbo N57°W, con tendencia a vertical, siendo su espesor de 4.5 m y longitud de 75 m, los valores obtenidos fueron de 63.56% de Fe, 3.82% de SiO<sub>2</sub>, 6.08% de Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, 0.1% de TiO<sub>2</sub>, 0.3% de Mn y 4.21 de peso específico (Ruiz M. A. 1988).

**Los Ujes Cuates.-** Cuerpos de hierro tabular de rumbo N22°W e inclinación de 85° al NE, espesor de 5 m, longitud de 200 m, las leyes fueron de 56.95% de Fe, 5.03% de SiO<sub>2</sub>, 4.22% de Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, 0.08% de TiO<sub>2</sub> y 0.28% de Mn, con peso específico de 4.10, el potencial estimado de los dos prospectos Barranca Seca y Los Ujes Cuates fue de 168,369 toneladas positivas, 407,936 toneladas probables y 530 443 toneladas potenciales (Ruiz M. A. 1988).

**El Jabalí.-** Lo conforman cuerpos de hierro en forma de bolsadas con espesores que varían de 0.50 a 15 m. y longitud de 2 a 70 m. con leyes de 51.46% de Fe, 11% de SiO<sub>2</sub>, 7%

espesores varían de 5 a 50 m y longitudes de 8 a 100 m, se estimaron 115,428 toneladas positivas, 674,436 toneladas probables y 1'129,024 toneladas posibles siendo sus leyes de 48.53% de Fe, 17.2% de SiO<sub>2</sub>, 1.17 de Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> y peso específico de 4.38 (Ruiz M. A., 1988).

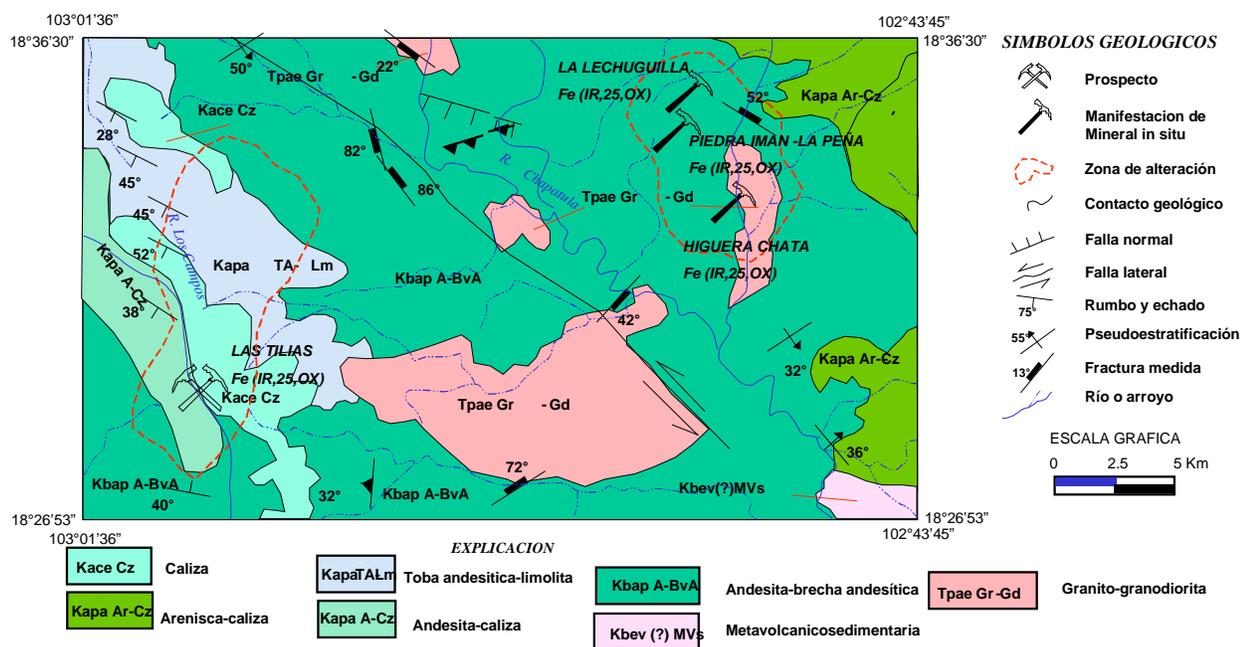
**Guagua.-** Cuerpos de hierro irregulares en una franja NW e inclinación vertical, espesor de 40 m y longitud de 180 m, con valores de 59.7% de Fe (Ruiz M. A., 1988).

**La Huertita.-** Estructura de hierro irregular en una franja de rumbo N85°W e inclinación de 88° al SW, espesor de 20 a 130 m y longitud de 610 m, los valores conocidos son de 44.4% de Fe, las reservas estimadas fueron de 17'867,000 toneladas potenciales (Ruiz M. A. 1988).

**Ojo de Agua.-** Está representada por afloramientos de hierro de forma irregular con orientación E-W, siendo su espesor de 35 m y longitud conocida de 55 m, se estimaron 19,000 toneladas potenciales y leyes de 62.6% de Fe (Ruiz M. A., 1988).

**IV. 1. 14.- Área Mineralizada El Jovero (Figura 18) (**

Se ubica al S 12°W y a 25 km en línea recta de Aguillilla. En la exploración realizada por el Consejo de Recursos Naturales No Renovables en el año de 1960 se definieron cuatro localidades ferríferas: La Lechuguilla, Piedra Imán-La Peña, Higuera Chata y Las Tilias.



**Figura 18.- Área mineralizada El Jovero**

de Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, 0.08% de TiO<sub>2</sub>, 0.05% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0.34% de Mn y 4.35 de peso específico con un potencial de 1'106,750 toneladas potenciales (Ruiz M. A. 1988).

**El Higueral.-** Cuerpos de hierro dispersos en una franja con orientación N50°W, en forma de bolsadas e irregular, sus

**Ambiente geológico regional**

Afloran secuencias vulcanosedimentarias (**Kbev(?) MVs**), andesitas y brechas andesíticas de la Formación Tecalitlán (**Kbp A-BvA**), sobreyacidas por la Formación Tepalcatepec

(*Kapa TA-Lm*) el miembro La Unión (*Kapa Ar-Cz*) y el miembro Ixtapa mixto (*Kapa A-Cz*) a lo anterior se sobreponen calizas del miembro Ixtapa calcáreo (*Kace Cz*), las unidades descritas son intrusionadas por rocas graníticas (*Tpae Gr-Gd*) originando en forma local rocas de metamorfismo de contacto: skarn y hornfels.

*Tipo de yacimiento*

Se tienen cuerpos aislados e irregulares de hierro los cuales por su forma de emplazamiento se originaron a través de procesos metasomáticos.

*Mineralogía y alteraciones*

Los minerales de mena principales son la magnetita, hematita, especularita, calcopirita y como ganga, limonita, goethita, pirita, cuarzo y calcita. La oxidación es la alteración principal.

*Higuera Chata.*- Manifestaciones ferríferas muy pobres de rumbo E-W, espesor de 0.50 m, valores de 67.07% de Fe y 1,483 toneladas positivas (Elvir A. R., 1960).

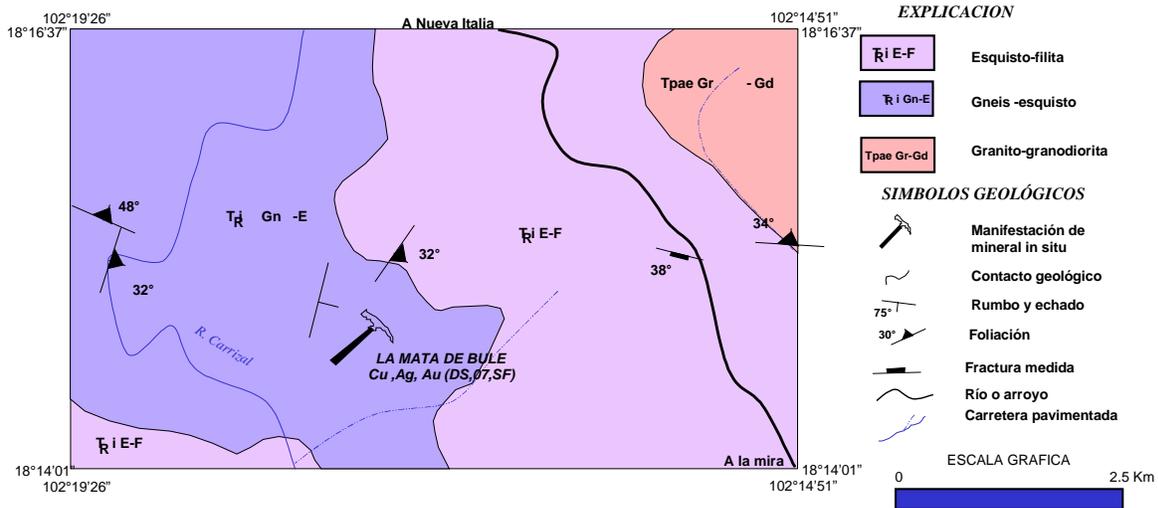
*Las Tiliás.*- Mineralización ferrífera de rumbo E-W, actitud vertical, espesor de 95 m, leyes de 56.7% de Fe (C.R.M., 1995).

**IV. 1. 15.- Área Mineralizada El Zorrillo (Figura 19)**

Se ubica al S75°W y a 22 km en línea recta de Arteaga, Mich. Se determinó una manifestación de mineralización cuprífera a la que se le denominó La Mata de Bule.

*Ambiente geológico regional*

Afloran en su mayoría gneises y esquistos (*TRi Gn-E*), fuertemente deformados, a los que le sobreyacen concordantemente filitas y esquistos de la Formación



**Figura 19** Área mineralizada El Zorrillo

*Estructura, leyes y potencial*

*La Lechuguilla.*- Cuerpo de hierro de rumbo E-W, espesor de 165 m, longitud de 250 m, leyes de 67.07 % de Fe total, 78.49 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 48.13% de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 0.043% de S, 0.078% de P, 0.96% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 2.13% de SiO<sub>2</sub>. La estimación de reservas fue de 757,382 toneladas probables y 867,433 toneladas positivas (Elvir A. R., 1960).

*Piedra Imán- La Peña.*- Manifestaciones de hierro con una alineación de rumbo N-S, espesor de 25 m, longitud de 123 m y leyes de 67.07% de Fe total. Se calcularon 35,934 toneladas positivas y 18,360 toneladas probables, haciendo un total de 54,294 toneladas. Se incluye en esta área la manifestación La Peña afloramiento de rumbo NW-SE y espesor de 0.20 a 0.30 m., con leyes de 67.07% de Fe, con potencial de 32,165 toneladas positivas y 11,376 toneladas probables lo que hace un total de 43,541 toneladas (Elvir A. R., 1960).

Jaltomate (*TRi E-F*). Las unidades descritas son afectadas por rocas graníticas con diferenciación a granodiorita (*Tpae Gr-Gd*).

*Tipo de yacimiento*

La mineralización es de origen hidrotermal de relleno de fisura y diseminada.

*Mineralogía y alteraciones*

La mineralogía de mena es calcopirita y malaquita, como ganga pirita, cuarzo y limonita.

*Estructura, leyes y potencial*

*Mata de Bule.*- Consiste de sulfuros diseminados encajonados en filitas, con valores de 3.93% de Cu, 67 g/t de Ag y 0.75 g/t de Au (**muestra LC-125**).

## IV. 2.- ZONAS PROSPECTIVAS

Cabe mencionar que para determinar zonas para prospectar a futuro se visualizaron y analizaron los aspectos de la mineralización presente, determinándose la existencia de dos tipos de metalogénesis asociadas a la migración de los arcos magmáticos, los cuales tienen una orientación NW paralelos a la Costa del Pacífico.

El primer tipo de depósito mineral es de edad mesozoica y de origen vulcanogénico encajonados en secuencias vulcanosedimentarias como en el caso de la mina La Minita, también los hay sinsedimentarios como la mina Arroyo Seco.

En la región del Ahijadero se tiene mineralización epitermal aurífera contenida en cuarzo encajonado en rocas metamórficas de la Formación Jaltomate (*Tri E-F*).

El segundo tipo está conformado por mineralización de edad cenozoica y la constituyen depósitos de infiltración magmática con contenidos ferríferos presentando un rumbo NW-SE como en el caso de Aquila, Guagua, Guayabera, Jovero, Los Pozos y Las Truchas, así como manifestaciones hidrotermales constituidas por yacimientos cupríferos con sulfuros que llevan en parte contenidos auríferos. Esto encajonado en rocas pertenecientes al Terreno Guerrero.

Considerando lo antes descrito, la apreciación en la imagen de satélite, además de lo plasmado en la carta magnética de la carta Lázaro Cárdenas, Escala 1:250,000 (1994), realizada por el C.R.M., se proponen dos áreas a estudiar con más detalle.

*Zona San José de Chila.*- Al oriente de la carta se observó que la Falla Tepalcatepec de rumbo NW-SE sirvió de control tanto litológico como para el emplazamiento de la mineralización además de una preparación tectónica secundaria para el emplazamiento de la misma.

Si consideramos que hay evidencias de mineralización cuprífera así como de plomo, zinc y las cercanías con depósitos explotados con anterioridad y las anomalías de geofísica, existen posibilidades de que con trabajos a mayor detalle se detecten cuerpos subvolcánicos o domos riolíticos.

*Área Tumbiscatío.*- Para esta porción se aprecia una curvilineamiento que pudiera corresponder con una estructura subvolcánica que pudiera tener relación con las alteraciones y la mineralización detectada en superficie, la cual se ubica tanto en la periferia como en su parte central.

Con estas observaciones se concluye que pudieran existir yacimientos de rendimiento económico aurífero a mayor profundidad, razón por la que se debe tomar en cuenta esta área como probable objetivo para la realización de trabajos

de prospección minera.

Para la prospección minera es recomendable poner mayor énfasis en las zonas de cabalgaduras regionales donde se observa mineralización no estudiada en detalle.

## IV. 3 NO METÁLICOS

### IV. 3.1 Introducción

Las posibilidades en esta carta de desarrollar la explotación de minerales no metálicos, son favorables, ya que existen las condiciones geológicas. Los minerales no metálicos que se conocen son: barita, arena, grava, yeso, caliza y rocas dimensionables.

### IV. 3. 2 Antecedentes

Dentro del área mineralizada Arroyo Seco, se tienen referencias del prospecto El Mamey, el cuál fue explotado por barita a pequeña escala en 1987–1988 por la Compañía Barita de Apatzingan.

También hay referencia en trabajos que realizó el Consejo de Recursos Naturales No Renovables (Elvir A.R. 1964) acerca de grandes depósitos yesíferos de buena calidad en la costa del Pacífico en la localidad de Tizupa y Barranca del Yeso, esto dentro del área mineralizada El Costeño.

### IV. 3. 3 Minas en explotación

Se tienen bancos de arena y grava que son trabajados en forma intermitente durante el año cuando el material es requerido para revestir caminos, actualmente en la localidad de los Amates y Los Coyotes en la esquina sureste de la carta, se explotan bancos de granito y en Ostula se tiene un banco abandonado también de granito.

### IV. 3. 4. Infraestructura minera

Se cuenta con servicios de primera necesidad necesarios para la actividad minera: agua, energía eléctrica, teléfono, carretera pavimentada, caminos y brechas que conducen a poblados de importancia.

En la localidad de Sorcuca existe una planta trituradora de grava la cual es utilizada temporalmente en la construcción de la autopista a Lázaro Cárdenas generando de 300 a 400 t/día.

*Yeso*

*Barranca del Yeso.*- Se localiza en la porción central-sur de la carta y se presenta en forma de mantos irregulares a la base de las del miembro Ixtapa calcáreo (*Kace Cz*), tienen un espesor de 10 m, longitud de 2,000 m, en trabajos realizados por el C.R.M (1964), los valores que se obtuvieron fueron de 32.5%, Ca O, 46.1% de SO<sub>3</sub>, 17.4% de H<sub>2</sub>O, lo que demuestra que la calidad del mineral es excelente.

*Santo Tomas V.*- También se ubica en la porción central-sur de la carta y consta de un afloramiento de yeso en forma estratiforme de rumbo N20°E e inclinación de 54° al NW, con dimensiones conocidas de 500 m de largo por 10 m de profundidad con valores de 77.18% de CaSO<sub>4</sub>. (**muestra LC-112**)

*La Esperanza.*- Se localizan en la porción noroccidental de la carta cuerpos dispersos de yeso algo deformados, sobreyaciendo a las Formación Madrid (*Kapa Lu-Cz*) y a calizas del miembro Ixtapa calcáreo (*Kace-Cz*) presentando

el mismo rumbo de la estratificación N38°E e inclinación de 16° al SE.,

*Grava y arena*

Existen también numerosos bancos de grava y arena en varias localidades de la carta que en su mayoría están inactivos, operando en forma esporádica en el año, su explotación se realiza cuando se requiere dar mantenimiento a los diversos caminos de manera local.

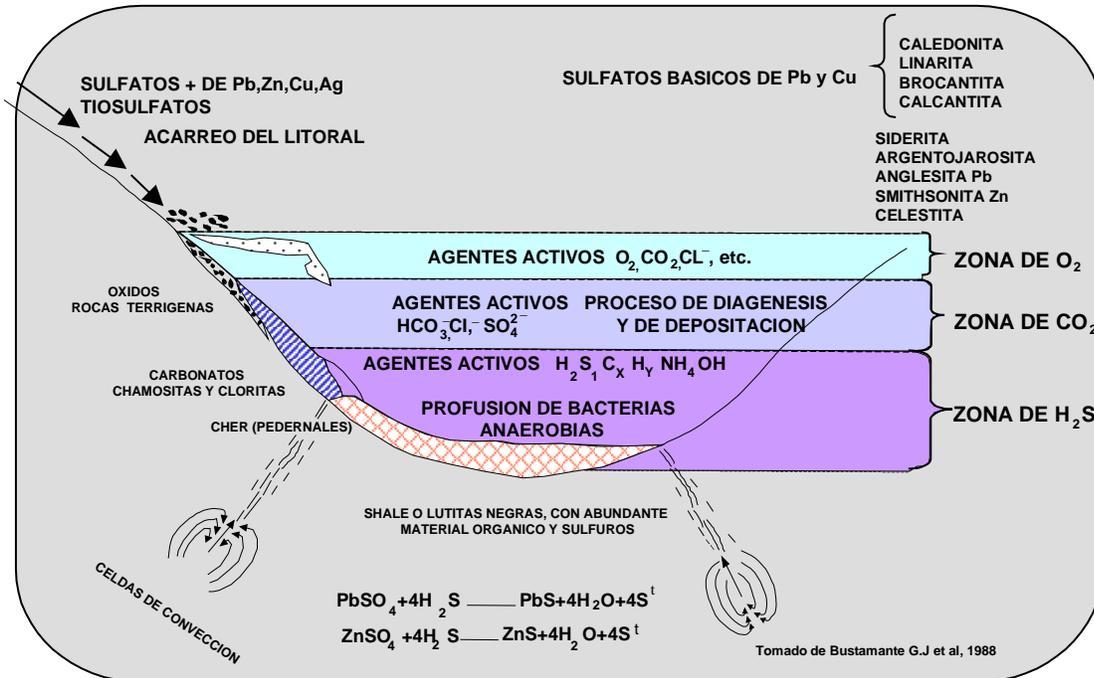


Figura 20.- Modelo del yacimiento de Arroyo Seco

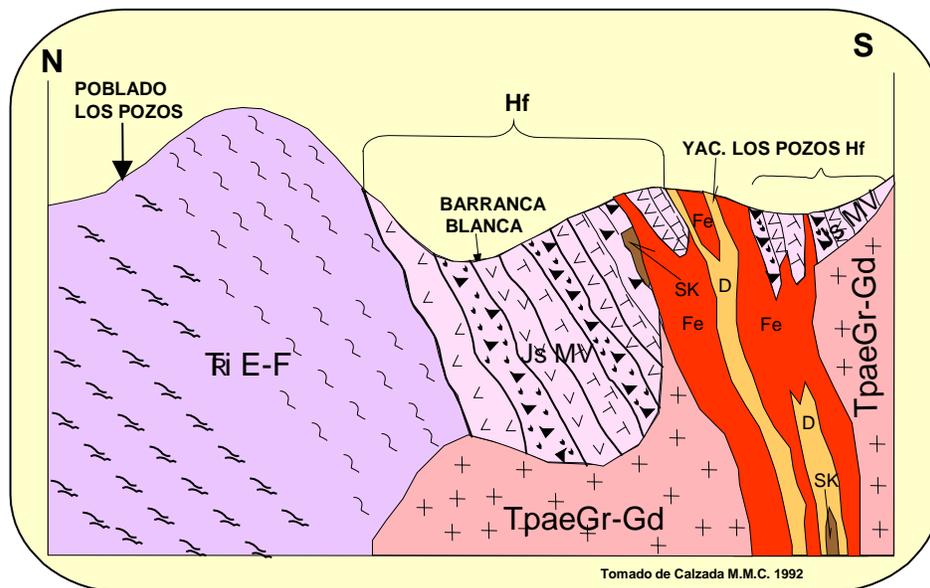


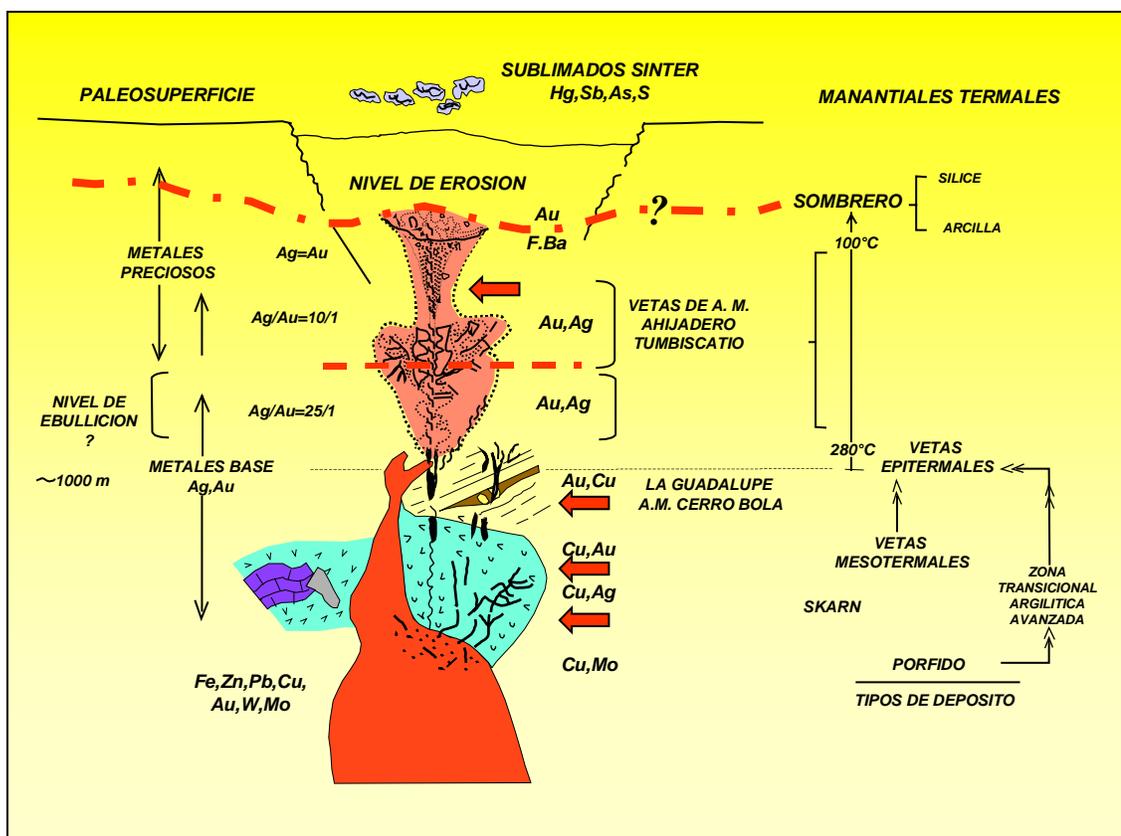
Figura 21.- Modelo del yacimiento de hierro de Los Pozos.

## V. MODELO DE YACIMIENTOS

El yacimiento de sulfuros de Arroyo Seco (**figura 20**) es de tipo singenético en lutitas negras correspondiente a una secuencia volcanosedimentaria (Formación Tepalcatepec) en este tipo de yacimientos existe la evidencia de actividad bacteriana en ambientes euxínicos en cuencas de depositación rítmica que da origen a sulfuros sinsedimentarios, los cuales consisten principalmente en galena, esfalerita, piritita y calcopirita y en menor abundancia se tienen argentita, tetrahedrita y tenantita, como óxidos se tienen hematita y óxido de manganeso e ilmenita, los carbonatos son: calcita, dolomita, ankerita y siderita como sulfatos se tiene barita. La plata se presenta en tetrahedrita argentífera o freibergita, argentita y galena argentífera, el oro viene en tamaño submicroscópico y microscópico en calcopirita, barita y hematita. (Bustamante G. J. *et al.*, 1988).

magmática (**figura 21**) acompañada de actividad metasomática. En los respaldos de los cuerpos se observa calcita recristalizada, epidota y clorita. (Tomado de Calzada M. M. C., 1992).

En el modelo de yacimientos hidrotermales modificado por Bloggs (1975), (**figura 22**) se menciona la distribución de los yacimientos, a partir de su fuente de suministro y se tiene que los metales base de: plomo, zinc, cobre, poco oro y plata, se forman en la zona más cercana a la fuente y por abajo del nivel de ebullición en una solución rica en azufre, saturada de iones de metales base y salinidades favorables. En primer lugar se precipitarían los metales base, en forma de sulfuros y posteriormente en su recorrido ascendente y más alejados de la fuente de suministro, las soluciones



**Figura 22.- Modelo de yacimientos del sistema hidrotermal Au,Ag y Ag, Au (Pb,Zn,Cu) modificado de Bloggs (1975)**

El yacimiento de Los Pozos está encajonado en una secuencia volcanosedimentaria en contacto con cuerpos intrusivos terciarios de composición granodiorítica a diorítica que originan intensas zonas de hornfels, en los que están encajonados los cuerpos de hierro constituidos en su mayor parte por magnetita y pirrotita. El C.R.M. hizo un estudio metalogenético (Bustamante G. J., 1990) donde se determinó que este yacimiento se originó por infiltración

hidrotermales llegarían al nivel de ebullición en donde empiezan a precipitarse los minerales de Au y Ag en forma nativa, siendo más abundante la plata. Arriba de este nivel se localiza la zona de metales preciosos que es donde se encuentran ubicadas las vetas del Ahijadero y Tumbiscatío.

En el área mineralizada de Cerro Bola se tienen vetas hidrotermales de Cu y Ag, encajonadas en andesitas que se formaron probablemente por abajo del nivel de ebullición en

la zona de vetas mesotermales, como es el caso del prospecto La Guadalupe (**figura 22**).

## VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Terreno Guerrero ha sido estudiado por varios autores entre los que destacan Campa U. M. F. (1983), Salinas P. J. C. (1982, 1994) Talavera M. O. *et al.*, (1995) Vidal S. R. (1986) Centeno G. E. 1984, los cuales establecen su estratigrafía, evolución tectónica, afinidad química, estilo de deformación dando como resultado su división en los subterrenos, Teloloapan, Arcelia, Huetamo y Zihuatanejo, siendo este último el que aflora en la carta, con ciertas particularidades propias del área de estudio, para este trabajo tomando como base los trabajos de Centeno G. E. 1984 y Garduño M. V. H. , *et al.*, (1999) este subterreno se dividió en dos conjuntos litológicos principales, un basamento originado por secuencias de arco volcánico con metamorfismo de edad pre-jurásica (Complejo Arteaga) y una secuencia de arco volcánico no metamorfozada del Cretácico que incluye una cubierta calcárea del Albiano-Cenomaniano

En la subdivisión que se hizo del Complejo Arteaga se asume que la unidad gneises y esquistos (**TRi Gn-E**) corresponde a la unidad más antigua de la secuencia metamorfozada y la cima esta constituida por las formaciones Varales y Jaltomate posiblemente de edad pre-Neocomiano. Estas unidades que en conjunto conforman el basamento del Terreno Guerrero, están constituidas por turbiditas deformadas, basaltos tipo MORB y areniscas, con una firma isotópica en arenisca que muestra valores positivos de Nd entre +10.9 +7.3 mientras que la secuencia volcánica-sedimentaria del Cretácico inferior tiene afinidad calcoalcalina típica de arco magmático, cuya firma isotópica muestra valores más bajos de Nd entre +7 + 3.06.

Estas unidades presentan dos fases de deformación de carácter compresivo caracterizadas por presentar microestructuras de plegamiento y estructuras de cizalla regional, la primera fase está relacionada a un evento pre-Jurásico superior, mientras que la segunda fase corresponde con la orogenia Laramide.

En las observaciones de campo se determinó que las Formaciones Varales y Lagunillas presentan las mismas características litológicas y estructurales por lo que se infiere que pudieran corresponder a la misma unidad, sin embargo la edad tríasica obtenida por Campa U. M. F. (1982) con radiolarios de la Formación Varales, no corresponde con la edad de la Formación Lagunillas a la que se le asigna una edad Aptiano-Albiano.

En la cartografía de esta carta se observó que las unidades del subterreno Zihuatanejo descritas por Vidal S.R. (1986) tienen continuidad hacia los estados de Michoacán, Colima y Jalisco y que son las mismas que tradicionalmente se manejan en la Cuenca Jalisco-Colima y por tal motivo se propone a la Formación Tecalitlán como macizo de arco, a la

Formación Tepalcatepec como una secuencia transicional entre el arco y la cuenca, esta unidad es similar al miembro La Unión, únicamente que por motivos de empate se continuó manejando como Formación Tepalcatepec y las calizas Albiano-Cenomaniano como Ixtapa calcáreo.

La Formación Madrid representa una cuenca interna dentro de las secuencias de arco ya que se encuentra delimitada al oriente por la Formación Tepalcatepec y al poniente por la Formación Tepalcatepec o Tecalitlán.

La depresión de Tepalcatepec est representada en el área de estudio por una falla normal antigua de rumbo NW45° con buzamiento al NE y conforma el limite suroccidental del Graben de Apatzingan y que algunos autores la han llamado como la zona de falla Chapala-Oaxaca (Harrison y Johnson, 1988 en Garduño P. V. H., 1999), a lo largo de la falla Tepalcatepec se emplazan una serie de cuerpos intrusivos, recomendaciones

entre los que destacan el de Arteaga y San José de Chila, y Batolito de Jilotlán en la Carta Colima .

En la carta se tiene la franja ferro-cuprífera del Pacífico, la mineralización está íntimamente asociada con roca intrusivas terciarias de composición granodiorítica que intrusionan principalmente a rocas vulcanosedimentarias cretácicas dando origen a yacimientos de metasomatismo de contacto e infiltración magmática, los minerales de mena son magnetita, hematita y como minerales de ganga piritita cuarzo, calcita, sílice y limonitas.

Otro tipo DE yacimientos son los vulcanogénicos asociados a un vulcanismo riolítico, en estos yacimientos es característica la presencia de barita, asociada con minerales de plata, plomo y zinc.

También se tienen yacimientos sinsedimentarios emplazados en este mismo nivel estratigráfico. La edad de estos yacimientos es contemporánea a la formación de estas rocas de arco, por lo que se infiere una edad Aptiano-Albiano.

Los yacimientos de tipo hidrotermal son en forma de vetas, mantos y cuerpos irregulares con valores de oro y cobre, que pueden estar encajonados tanto en rocas andesíticas terciarias, como en rocas mesozoicas.

Las estructuras vetiformes emplazadas en rocas andesíticas terciarias, relacionadas al vulcanismo intermedio de la Sierra Madre del Sur, están controladas por fallas de desplazamiento de rumbo N25°W y asumiendo que la edad de las rocas encajonantes es Eoceno-Oligoceno se infiere que

la mineralización está relacionada con las últimas pulsaciones de este evento ocurridas posiblemente a fines del Oligoceno o principios del Mioceno.

En las rocas del basamento se tienen yacimientos mesotermales representados por vetas de cuarzo aurífero encajonadas en rocas metamorizadas del Complejo Arteaga. La complejidad estructural de estas unidades no ha permitido entender el comportamiento de estas vetas y por lo tanto son erráticas, las que se conocen son angostas y de poco corrimiento lateral y vertical, por lo que hace difícil su

Los yacimientos minerales presentan un zoneamiento con características litoestratigráficas y tectónicas bien definidas, cabalgaduras y zonas de contacto granito-caliza.

Basándose en los trabajos de campo se recomienda realizar la cartografía de las cartas escala 1:50,000 Tumbiscatío, Playitas, Playa Azul, Parotal y Arteaga para establecer con más precisión las relaciones estratigráficas y tectónicas entre las diferentes unidades litológicas dentro del Complejo Arteaga y su relación con la secuencia no metamorizada del subterreno Zihuatanejo.

Se recomienda realizar la cartografía a escala 1:50,000 de las cartas: Dos Aguas para la exploración de minerales de origen vulcanogénico, Playa Azul, Playitas y Tumbiscatío por minerales auríferos de tipo epitermal de baja sulfuración y Ranchito, Parotal y Bahía Bufadero por minerales de hierro en depósitos de tipo metasomatismo de contacto.

En la parte nororiental realizar la cartografía escala 1:50,000 de las cartas Las Cruces y San José de Chila para establecer

explotación, sin embargo se han trabajado a nivel gambusinaje.

Las condiciones geológico estructurales del área son favorables para el emplazamiento de yacimientos minerales ya que se tiene la presencia de cuerpos intrusivos que son los generadores de la mineralización, rocas andesíticas que son buenas receptoras de mineralización, los conductos por donde ascendieron y circularon las soluciones mineralizantes y finalmente las trampas estructurales donde se depositaron dichas soluciones, representadas por fallas, anticlinales, la relación entre la falla regional de Tepalcatepec en donde se alojan una serie de intrusivos terciarios y su relación con las vetas de plata, cobre y plomo encajonadas en andesitas terciarias de la Sierra Madre Sur.

Realizar la cartografía escala 1:50,000 de las cartas Ranchito y Coalcomán para establecer con más precisión los contactos estratigráficos en el cambio transicional de la Formación Madrid constituida por sedimentos de cuenca y su cambio transicional primeramente a sedimentos terrígenos y posteriormente a secuencias predominantemente volcánicas de la Formación Tepalcatepec y Zihuatanejo con sus miembros Unión Ixtapa mixto e Ixtapa calcáreo, así como la exploración de minerales de hierro de metasomatismo de contacto y vulcanogénico.

Basándose en los trabajos de campo, el contenido de mineralización, condiciones estructurales, zonas de alteración, se determinó la existencia de dos tipos de metalogénesis por lo que se recomiendan dos zonas para trabajo a futuro: San José de Chila y Tumbiscatío.

## VII.- PROBLEMAS NO RESUELTOS

Determinar las relaciones estratigráficas y estructurales entre las formaciones del Complejo Arteaga y la secuencia sedimentaria no metamorizada del Terreno Guerrero en la porción sureste de la carta.

Cartografiar y tratar de interpretar el papel que juegan en la evolución tectónica todos los granitos foliados y deformados localizados en el basamento del Terreno Guerrero en la margen continental paleopacífica de México.

Determinar si el paquete metavolcánico-sedimentario (*Kbev MVs*) es una secuencia jurásica o cretácica basándose en sus relaciones estratigráficas con respecto al Complejo Arteaga y posible contenido de macrofauna.

Realizar más estudios para determinar si el basamento (Complejo Arteaga) corresponde a secuencias originadas por

arcos volcánicos antiguos, sobre los que se edificó la secuencia volcanosedimentaria del subterreno Zihuatanejo o si corresponde a un prisma de acreción, basándose en el estilo de deformación correlacionable con la Formación Lagunillas descrito en el área de Zihuatanejo aquí lo contradictorio serían las edades, la Formación Lagunillas se le ha asignado una edad Cretácico inferior y la Formación Varales fue datada por Campa U. M. F. (1982) en base radiolarios fósiles, como Triásico inferior.

Localizar afloramientos para buscar fauna para datar y así confirmar la datación en radiolarios de la zona de Tumbiscatío hecha por Campa U. M. F. (*op. cit.*)

Definir el comportamiento estructural de las vetas auríferas del Ahijadero encajonadas en las rocas metamórficas del basamento, así como edad de la mineralización.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguayo C. J. E. 1983. Integración y análisis de la información geológica-geofísica de la cuenca Jalisco-Colima: IMP. Informe inédito.
- Alencaster G. y Pantoja A. J. 1986 Coalcoman Ramosa (Boehm) (Bivalvia-Hippuritacea) del Albiano Temprano del Cerro de Tuxpan, Jalisco. Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XLVII, No. 1, 1986, pp. 33-46
- Alvarado M. H. 1978. Reconocimiento geológico-geoquímico preliminar toda sustancia, Proyecto Villa Victoria, Estados de Michoacán y Jalisco. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Barba L. M. I., Gallo P. I., y López I. M. 1988. Complejo metamórfico en el macizo de Arteaga, Mich. Correlacionable con Xolapa. 1X Convención Geológica Nacional México, D. F.).
- Bastida J. R. y Montiel E. J. E., 1986. Informe final geológico-evaluativo del proyecto Cerro Bola por plata Mpio. de Arteaga, Edo. Mich. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Bastida J. R. y Calzada M. M. C., 1990. Informe geológico y de evaluación del yacimiento de Los Pozos Fe Mpio de Arteaga, Mich. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Beutelspacher S. R., 1972. Reconocimiento geológico y magnetométrico del yacimiento ferrífero "El Venado", Mpio. de Tumbiscatío y Aguililla, Mich. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Bustamante G. J. E. y Esponda O. D. 1991 Aspectos mineralógicos, petrográficos y metalogenéticos del yacimiento sinsedimentario de Arroyo Seco Michoacán.
- Calzada M. M. C. 1993 Informe final del proyecto Mibacason, convenio México-Belgica, Tercera etapa. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Campa U. M. F. 1978 La Evolución Tectónica de Tierra Caliente Guerrero Bol. Geol. Mex. Tomo XXXIX No. 2.
- Campa U. M. F., Ramírez, J., Flores, R. y Coney, P. J., 1981 Terreno Tectonoestratigráfico de la Sierra Madre del Sur, región comprendida entre los Estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos. Univ. Aut. Guerrero. Serie Técnico-Científico No. 10, 28 p
- Campa U. M. F. y Ramírez J. 1979. La Evolución Geológica y la Metalogénesis del Noroccidente de Guerrero.
- Campa U. M. F. (1975) Las rocas metamórficas e ígneas del área Taxco-Teloloapan, Guerrero tesis maestría en ciencias.
- Campa U. M. F. 1982, La secuencia vulcanosedimentaria metamorfozada del Tríasico (Ladiniano-Cárnico) de la región de Tumbiscatío, Michoacán: Sociedad Geológica Mexicana, VI Conv. Nal. Abstracts, p. 48.
- Campa U. M. F. and Coney P. J. 1983. Tectonostratigraphic Terranes and Mineral Resource Distributions in Mexico. Canadian Journal of Earth Sciences. Vol. 20, p. 1040-1051.
- Carbonell C. M. y Hernández C. A. 1961. Informe de las investigaciones por carbón realizadas en la parte Suroeste del Estado de Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Cárdenas V. S. J., Arriaga G. G. Estrada S. y Farias G. R. 1968. Estudio Geológico-Geofísico de los yacimientos Ferríferos Las Truchas, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Centeno G. E., Ruiz J., Coney J. P., Patched J. y Ortega G. F. 1993. Guerrero Terrane of México: its role in the Southern Cordillera from new geochemical data. *Geology*, 21, 419-422.
- Centeno G. E., Ruiz J., Coney J. P., Patched J. y Ortega G. F. 1991. *Geology, Sandstone Petrofacies and Geochemistry of the Guerrero Terrane, western México*. Comunicaciones, Revista, No. 42, pp. 39-43.
- Centeno G. E. 1994. Tectonic Evolution of the Guerrero Terrane, Western México. Doctor of Philosophy
- Consejo de Recursos Minerales.- 2000, Carta Geológico-Minera Cd. Altamirano, escala 1:250,000.
- Consejo de Recursos Minerales.- 1999, Carta Geológico-Minera Zihuatanejo, escala 1:250,000.
- Consejo de Recursos Minerales.- 1998, Carta Geológico-Minera Morelia, escala 1:250,000.
- Coney P. J. and Campa U. M. F. 1987, Lithotectonic Terrane Map of México (west of the 91st meridian), Misc. Field Studies, Map MF 1874-D.
- Coney P. J. And C. A. Evenchick. 1994. Consolidation of the American Cordilleras, *Journal of South American Sciences*. Vol. 17, No.. 3/4 pp. 241-262.
- Corona E. R., Ortega G. F. y Reyes S. M. 1994. Primer reporte de hierro sedimentario en rocas Volcanosedimentarias del Cretácico en la porción Suroccidente de México.
- Corona E. Ortega G., Martínez R. y Centeno G. 1988. Evidencia de levantamiento Tectónico asociado con el

- sismo del 19 de sept. de 1985, en la región de Caleta de Ocampo, Mich. UNAM, revista, vol. 7 No. 1, p. 106-111.
- Elvir A. R., Gutiérrez A. A. y Ortega C. P. 1960. Estudio económico de los yacimientos Ferríferos de El Jovero Mpio. de Aguililla, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Elvir A. R. y Flores L. R. 1964. Reconocimiento geológico general y prospección minera en el Mpio. de Chinicuila o Villa Victoria, Zona 4, Estado de Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Elvir A. R. 1964. . Reconocimiento geológico general y prospección minera en el Mpio de Aquila, Zona 4, Estado de Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Flores L. J. 1992. Informe final del estudio en Arroyo Seco Mpio. de Aguililla, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Garduño M. V. H., Corona Ch. P., Israde A. I., Mennella L., Arreygue, Bigioggero B. y Chiesa S. 1999. Carta Geológica de Michoacán escala 1: 250 000 pp. 108. UMSNH.
- García P. F. and Urrutia F. J. 1997. Crustal structure of the Arteaga Complex, Michoacán, southern México, from gravity and magnetics. *Geofísica Internacional*, Vol. 36. No. 4 pp. 235-244.
- Gaytán R. J. E. 1979. Descubrimiento, geología y gnesis del yacimiento volcanosedimentario de la Minita, Michoacán.
- Gerónimo G. J. 1968. Reconocimiento Geológico de la propiedad Minera Oropolis en Terreno de la ranchería "El Zipimo", Mpio. de Chinicuila Mich. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- González H. M. G., Miranda P. R. L. y Flores L. R. 1986. La carta de los Terrenos y Conjuntos Petrotectónicos de la República Mexicana.
- González P. E. y Torres R. 1987. Evolución Tectónica de la porción centro-occidental de México y su relación con los yacimientos Minerales asociados. *Geof. Int.* Vol. 27-4, 1988, pp. 543-581.
- Guzmán M. A., y Cuevas C. A. 1980. Estudio de las áreas, Campamento, Cerro Bola y La Herradura en el Mpio. de Arteaga, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Guevara N. L. G. y Rosales R. J. C., 1988. Informe técnico de exploración geológica del proyecto El Higueral Mpio. de Arteaga Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Grajales N., López I. M. and Torres V. R. (1984). *Geology and Potassium-Argon data of the igneous and metamorphic rocks in the western portion of the Guerrero Terrane, Jalisco, Colima and Michoacán States, México.*
- Hernández C. A. 1961. Reconocimiento preliminar del depósito de Hierro "Ordeña Vieja Mpio. de Arteaga Mich. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Howell D. G. 1989. *Tectonics of Suspect terranes: mountain building and continental growth.* Chapman and Hall. London, New York.
- INEGI 1993 Carta Geológica Lázaro Cárdenas E13-6-9 Escala 1:250,000, 1983, INEGI.
- López M. H. 1967. Estudio geológico magnetométrico del yacimiento ferrífero Los Pozos, Mpio. de Arteaga, Michoacán.
- López M. Héctor, Castañeda A. y Salgado U. B. 1967. Estudio geológico magnetométrico del yacimiento ferrífero de La Guayabera Mpio. de Villa Victoria, Mich.
- Luhr J. F., Carmichael. 1985. Contemporaneous Eruptions of Calc-alkaline and alkaline magmas along the volcanic front of the Mexican Volcanic Belt. *Geof. Int.* Vol. 24-1, 1985, pp. 203-216. pp.
- Mapes V. E. 1964. Visita preliminar al yacimiento Ferrífero de la Guayabera (Las Vacas), y visita preliminar a un afloramiento de materia carbonosa en la Barranca del Ocote (Salitre de Copala), Mich. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Melchior A., Neybergh H., Buve L., Dejonghe L., Cardenas V. J., Nunez E. J. and Bastida R. 1992. Exploration Minerale par Geochimie des sols dans la Region d' Arteaga (Michoacan, Mexique). *Annales de la Soci'et'e G'eologique de Belgique*, Fascicule 1. pp. 227-243.
- Mena G. M. y Murfus J. F. 1978. Gravimetric changes and anomalous variations of the mean sea level during the November 29, 1978, Earthquake, México.
- Méndez S. A. , 1982 Interpretación Geológica del Distrito Ferrífero "El Encino", municipio de Pihuamo, Jal., México, Tesis Profesional. Esc. de Ing. Univ. Sonora.
- Mérida C.A. A. 1977. Yacimientos de Hierro de la Provincia de Coalcomán, Estado de Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Mérida C. A. A. y Salgado L. S. 1975. "Reconocimiento Geológico y Geoquímica en el área Mirador", Mpio. de la Huacana, Edo. de Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Miranda Gasca M. A. PhD. 1999. Los yacimientos volcanosedimentarios de sulfuros Masivos de México,

- Ambiente Tectónico, Estructuras y Mineralización. Curso en ERCT.
- Montiel E. J.E., Librado F. J. y Sánchez B. G. 1992. Informe final proyecto Arroyo Seco Mpio. de Aguililla, Edo. de Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Monografía Geológico-Minera del Estado de Colima. 1994. Consejo de Recursos Minerales
- Monografía Geológico-Minera del Estado de Michoacán. 1995, Consejo de Recursos Minerales
- Mora S. L. 1988. Algunos aspectos de los basaltos y andesitas cuaternarias de Michoacán oriental. UNAM, Revista, Vol. 7, No. 1 p. 89-96.
- Moraá Z. D. J. 1986. Breve revisión sobre la Evolución Tectónica de México. Geof. Int. vol. 25, No. pp.9-31.
- Morán Z.J.D, Martiny B. Tolson G. Solís-P. G, Alba.A. Leticia, Hernández-B. Ma. Del Sol, Macías-R. Cosuelo, Martínez S. R. y Schaal P. 2000 Geocronología y características geoquímicas de las rocas magmáticas terciarias de la Sierra Madre del Sur. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, v. LIII, (2000) p 27-58.
- Moreno Tovar., R. 1984. Estudio Litológico estructural en la asignación El Ahijadero, Mich. (Informe Anual). Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Munguia Rojas P. 1991, Estudio Geológico y Potencial de los Recursos Minerales en el estado de Colima, Tesis profesional IPN. Inedita.
- Ortiz P.M. A., Zamorano J. J., Bonifaz A.R. 1991. Reconocimiento morfotectónico de una falla reciente de tipo transcurrente en Colima México.
- Pantoja A. J. 1983. Geocronometria del magmatismo Cretácico-Terciario de la Sierra Madre del Sur., Bol. Soc. Geológica Mexicana. Tomo XLV, No. 1, pp. 1-20.
- Pantoja A. J. y Estrada B. S. 1986. Estratigrafía de los alrededores de la Mina de fierro El Encino, Jalisco, Bol. Soc. Geológica Mexicana. Tomo XLVII, No. 1, pp. 1-11.
- Prince J., Alonso L., Knudson C. F., Navarro I. Y Mork P. 1978. Strong Motion Records of the Oaxaca México, Earthquake of November, 29, 1978. Vol. 17, No. 3 p. 303.
- Raisz E., 1964. Physiographic Provinces.
- Romo R. J. 1992. Estudio geológico-minero en la zona de Ahujillo, área Mexiquillo Mpio. de Coalcoman de Morelos. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Ruiz M. A. 1988. Informe técnico de exploración geológica del proyecto Ahijadero Costa de Michoacán área Playitas. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Ruiz P.R. 1978. Informe Geológico-Geoquímico del área La Herradura Mpio. de Arteaga, Mich. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Ruiz P. R. 1979. Exploración geológico-minera área El Campamento proyecto plata Cuatro Caminos Mpio. Arteaga, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Ruiz P. R., Anaya C. 1977. Estudio geológico y magnetométrico del yacimiento de fierro, Ordeña Vieja Arteaga, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Salgado L. S. 1977. Exploración geológico-geoquímico por oro y plata en el área "El Arenoso" Mpio. de Tumbiscatío, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Salgado L. S. 1976. Informe sobre minerales no metálicos del Estado de Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Salgado L. S. 1978. Estudio geológico del prospecto "El Gis de Oro" Mpio. de Tumbiscatío, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Salgado L. S. 1978. Estudio geológico de la mina La Guadalupe, El Ahijadero Mpio. de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.
- Schaaf P., Moran Z. y Hernández B. 1995. Paleogene continental margin truncation in southwestern México: Geochronological evidence. Instituto de Geofísica, UNAM, Tectonics, Vol. 14, No. 5, p. 1339-1350.
- Salinas Prieto, J. C.- 1994, Etude structurale du Sud-Ouest Mexicain (Guerrero) Analyse micritectonique des déformations ductiles du Tertiaire inferior: (Tesis Doctoral) Université d'Orléans., 226 p.
- Talavera Mendoza, O., Ramírez Espinosa, J. Guerrero Suastegui, M.- 1993, Geochemical evolution of the Guerrero Terrane-example of a late Mesozoic Multi-arc System: First Circum-Pacific and Circum-Atlantic Terrane Conference: p. 150-151.
- Talavera, O., Lapiere, H.- 1990, Características petrográficas y afinidad magmática del arco de Teloloapan: Sociedad Geológica Mexicana. X Convención Geológica Nacional.
- Talavera-Mendoza, O., Ramírez-Espinosa, J., Guerrero-Suastegui, M.- 1995, Petrology and geochemistry of the Teloloapan subterrene: a Lower Cretaceous evolved intra-oceanic island-arc: Geofísica Internacional, Vol. 34. p.3-22.

Toron V. L. y Esteven T. A. 1945. Informe sobre el yacimiento ferrífero de Aguililla, Michoacán.

Vázquez S. A. 1988. Informe geológico regional del proyecto Aguililla Mpio. Aguililla, Mich. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.

Velasco H. J. 1976. Yacimientos minerales en los Estados de Michoacán y Guerrero en una distancia de 100 km de la influencia de la siderúrgica Lázaro Cárdenas. Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.

Velasco H. J. 1976. Yacimientos Minerales en el estado de Michoacán, Consejo de Recursos Minerales, informe inédito.

Vidal S. R. 1986. Tectónica de la región de Zihuatanejo, Guerrero, Sierra Madre del sur México. Tesis profesional IPN. pp. 157

Vidal. S. R (1991), Estratigrafía y tectónica de la región de Zihuatanejo Estado de Guerrero, Sierra Madre del Sur.. Escuela Regional de Ciencias de la Tierra U.A.G. Primer congreso Mexicano de Mineralogía, convención, evolución Geológica de México.

Zimmermann, J. L., Stussi J. M. González P. E., Arnold M. 1988. K-Ar evidence for age and compositional zoning in the Puerto Vallarta- Río Santiago Batholith (Jalisco Mexico). Journal of South American Earth Sciences, vol. 1 No. 3, pp 267-274.

ANEXOS



**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 1 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
ES306R	0697805	2072430	S <sub>0</sub>	NW20°	29°SW	Arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
CG309R	0698053	2070237	S <sub>0</sub>	NE42°	16°NW	Arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
ES310R	0696928	2073841	S <sub>0</sub>	N-S	30°W	Arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
ES313R	0699505	2073063	S <sub>0</sub>	NW15°	25°SW	Hornfels	Kapa TA-Lm
ES319R	0708165	2074114	S <sub>0</sub>	NW40°	22°SW	Arenisca-conglomerado	Kapa TA-Lm
CG320R	0706878	2073350	Fractura	NE88°	77°NW	Dacita	Kapa TA-Lm
ES325R	0697323	2068190	S <sub>0</sub>	NW27°	17°NE	Hornfels	Kapa TA-Lm
ES331R	0698742	2067758	S <sub>0</sub>	NE50°	30°NW	Hornfels	Kapa TA-Lm
FR334R	0701112	2065741	Fractura	NW80°	10°SW	Dacita	Kapa TA-Lm
ES335R	0700929	2074109	S <sub>0</sub>	NW26°	24°SW	Hornfels	Kapa TA-Lm
FR337R	0694592	2065682	Fractura	NE03°	47°NW	Andesita	Kapa TA-Lm
ES341R	0691618	2062422	S <sub>0</sub>	NW22°	36°SW	Arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
ES345R	0694918	2062434	S <sub>0</sub>	NW10°	45°SW	Arenisca-lutita	Ka A-Cz
CG347R	0695679	2060646	S <sub>0</sub>	NW12°	40°SW	Andesita	Ka A-Cz
ES349R	0696125	2057493	S <sub>0</sub>	NW15°	65°SW	Arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
ES352R	0695720	2052975	S <sub>0</sub>	NW20°	57°NE	Arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
ES353R	0695161	2050668	S <sub>0</sub>	NE45°	46°SE	Arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
ES354R	0697702	2048631	S <sub>0</sub>	NE55°	30°NW	Arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
ES355R	0696524	2046473	S <sub>0</sub>	NW28°	47°SW	Arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
CG357R	699833	2049227	S <sub>0</sub>	NW15°	32°SW	Arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
ES358R	701171	2069238	S <sub>0</sub>	NE15°	27°NW	Andesita	Kapa A-TA
ES360R	688472	2072898	S <sub>0</sub>	NE75°	40°NW	Arenisca-caliza	Kapa TA-Lm
ES364R	690599	2071002	S <sub>0</sub>	NW37°	53°NE	Arenisca-lutita	Kapa TA-Lm
ES368R	680825	2073883	S <sub>0</sub>	NW26°	50°NE	Arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
ES374R	693542	2073916	S <sub>0</sub>	NW58°	86°NE	Arenisca-lutita	Kapa TA-Lm
PS379R	690100	2068555	S <sub>0</sub>	NE67°	78°NW	Caliza	Kace-Cz
ES381R	693792	2071932	S <sub>0</sub>	NW83°	45°NE	Arenisca-lutita	Kapa TA-Lm
ES420R	684439	2071534	S <sub>0</sub>	NW20°	58°NE	Lutitas	Kapa Lu-Cz
ES422R	686092	2068543	S <sub>0</sub>	NE13°	77°NW	Lutitas-areniscas	Kapa Lu-Cz

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 2 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
ES424R	687637	2065029	S <sub>0</sub>	NW07°	17°NE	Lutitas-areniscas	Kapa Lu-Cz
CG426R	685674	2066436	S <sub>0</sub>	NW20°	70°SW	Lutitas	Kapa Lu-Cz
ES428R	684106	2069479	S <sub>0</sub>	NW65°	83°NE	Areniscas-lutitas	Kapa Lu-Cz
ES429R	675838	2067453	S <sub>0</sub>	NE45°	05°NW	Areniscas-lutitas	Kapa Lu-Cz
ES434R	677995	2068617	S <sub>0</sub>	NE75°	46°SE	Caliza	Kace-Cz
R435R	679336	2066648	S <sub>0</sub>	NE25°	28°NW	Arenisca tobàcea	Ktco Ar-Cgp
ES436R	679760	2065183	S <sub>0</sub>	NW45°	43°NE	Lutita-arenisca	Kapa Lu-Cz
ES437R	681412	2063824	S <sub>0</sub>	NW47°	70°NE	Lutita-caliza	Kapa Lu-Cz
ES438R	681833	2062749	S <sub>0</sub>	NE70°	40°SE	Lutita-arenisca-caliza	Kapa Lu-Cz
CG440R	683580	2060843	S <sub>0</sub>	NE20°	55°SE	Lutita-arenisca-caliza	Ktco Ar-Cgp
R441R	684165	2058581	S <sub>0</sub>	NE20°	55°SE	Andesitas	Kapa Lu-Cz
ES442R	684055	2059456	S <sub>0</sub>	NW30°	50°SW	Lutita-caliza	Kapa Lu-Cz
FR449R	678135	2065711	Fractura	NE45°	57°NW	Aglomerado	Ka A-Cz
ES451R	679173	2062372	S <sub>0</sub>	NE05°	22°SE	Lutitas	Kapa Lu-Cz
ES452R	679796	2060405	S <sub>0</sub>	NE78°	23°NW	Areniscas-limolitas	Ktco Ar- Cgp
ES453R	679813	2058479	S <sub>0</sub>	NW38°	40°NE	Calizas-lutitas	Kapa Lu-Cz
FR454R	679691	2054171	Fractura	NE77°	77°NW	Andesitas	Ka A-Cz
ES455R	679682	2052388	S <sub>0</sub>	NW30°	18°NE	Lutitas	Kapa Lu-Cz
ES456R	679456	2054944	S <sub>0</sub>	NW18°	13°NE	Lutitas	Kapa Lu-Cz
ES458R	678952	2072985	S <sub>0</sub>	NW22°	28°NE	Calizas-lutitas	Kapa Lu-Cz
ES459R	696093	2064625	S <sub>0</sub>	NE26°	33°NW	Andesitas	Ka A-Cz
ES460R	697656	2063591	S <sub>0</sub>	NE65°	45°NW	Andesitas	Ka A-Cz
F462R	702270	2057526	Falla	NE10°	vertical	Andesitas	Ka A-Cz
ES463R	705192	2056922	S <sub>0</sub>	NW20°	37°SW	Areniscas-lutitas	Kapa TA-Lm
ES469R	709942	2055556	S <sub>0</sub>	NW65°	28°SW	Areniscas-lutitas	Kapa TA-Lm
FO32R	779289	2033998	Foliación	NW05°	27°NE	Volcánico	Js Mv
ES33R	777351	2034313	S <sub>0</sub>	NW75°	33°NE	Andesita	Js Mv
FO39R	777542	2035800	S <sub>0</sub>	NE85°	72°NW	Andesita	Js Mv
ES41R	779669	2038099	Foliación	NE88°	60°SE	Calizas	Js Mv
FO45R	777829	2044678	Foliación	NW30°	30°SW	Filitas o esquistos	Tri E-F

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 3 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
FO46R	779520	2044317	Foliación	NW60°	52°NE	Filitas o esquistos	Tri E-F
FO49R	780598	2041931	Foliación	NE85°	30°SE	Granito foliado	Tri E-F
FO56R	775374	2042281	Foliación	NE80°	25°SE	Filitas o esquistos	Tri E-F
CG60R	775089	2038581	Foliación	NW70°	43°NE	Andesita	Tri E-F
FO61R	767511	2034665	Foliación	NE50°	37°NE	Conglomerado	Js Mv
FO62R	768654	2032754	Foliación	NW20°	80°SW	Conglomerado	Js Mv
FO67R	777883	2041546	Foliación	NE40°	20°NW	Esquistos	Tri E-F
FO69R	778142	2040311	Foliación	NW65°	25°NE	Esquistos	Tri E-F
FO70R	775129	2030400	Foliación	NE60°	55°NW	Granito foliado	Tri E-F
FO74R	766792	2024417	Foliación	NE75°	45°NW	Metavolcánico	Js Mv
ER-L1	0772188	1999608	S <sub>0</sub>	N06°W	50°NE	Arenisca-Lutita	Kapa A-Ar
ER-L3	0748161	2010281	Foliación	N20°E	70°NW	Filitas y cuarcitas	PpTR Gn-E
ER-FI	0816755	1999521	Falla	N52°E	85°SE	Brecha, limolita y arenisca	Kapa A-Ar
ER-D3	0727787	2004356	S <sub>0</sub>	N58°W	50°SW	Tobas	Ktco Ar-Cgp
ER-D4	0724054	2006316	S <sub>0</sub>	N84°W	20°SW	Arenisca	Ktco Ar-Cgp
FR292R	0777656	2087779	Fractura	NE65°	79°SE	Andesita	Teo A-Da
FR294R	0779385	2087192	Fractura	NE72°	86°NW	Andesita	Teo A-Da
R295R	0780428	2083481	Fractura	NE85°	58°SE	Andesita	Teo A-Da
PS299R	0783396	2079230	S <sub>0</sub>	NW15°	45°NE	Andesita	Teo A-Da
FR301R	0780986	2078989	Fractura	NE45°	72°NW	Andesita	Teo A-Da
FO93R	769907	2024287	Foliación	NE80°	42°NW	Pizarras-Filitas	TRi E-F
FO98R	765853	2019513	Foliación	NW80°	43°NE	Pizarra	TRi E-F
FO103R	764808	2021403	Foliación	NE80°	36°SE	Pizarras	TRi E-F
FO106R	768133	2026185	Foliación	NE80°	47°NW	Volcánico	Js Mv
FO109R	765962	2026846	Foliación	NE60°	60°NW	Volcánico	Js Mv
FO112R	764176	2046922	Foliación	NE85°	18°NW	Filitas-Cuarcitas	TR Ji Mar-F
EF17R	761826	2042832	S <sub>0</sub>	NE80°	30°SE	Calizas	Kapa Lu-Cz
EF20R	757941	2042252	S <sub>0</sub>	NE50°	62°SE	Conglomerado	Ka Cgp-Ar
EF21R	757380	2044408	S <sub>0</sub>	NW50°	60°SW	conglomerado-limolita	Ka Cgp-Ar
FO122R	759413	2046548	Foliación	NW35°	32°NE	Filitas	TR Ji Mar-F
PF25R	766504	2036590	S <sub>0</sub>	NE72°	40°NW	Andesitas	Js Mv
PF27R	765062	2037758	S <sub>0</sub>	NE62°	17°SE	Tobas-Conglomerado	Js Mv
PF29R	764921	2039984	S <sub>0</sub>	NE75°	60°NW	Conglomerado	Js Mv

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 4 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
ES465R	0711009	2010936	S <sub>0</sub>	NE30°	33°NW	arenisca	Ktco Ar-Cgp
ES466R	0711097	2013777	S <sub>0</sub>	NW60°	35°SW	arenisca-limolita	Ktco Ar-Cgp
ES468R	0709115	2013125	S <sub>0</sub>	NW40°	35°SW	arenisca	Ktco Ar-Cgp
ES470R	0707810	2015746	S <sub>0</sub>	NE85°	48°NE	caliza-lutita	Ka Lm-Cz
ES471R	0708471	2017965	S <sub>0</sub>	NE15°	30°SE	caliza-lutita	Ka Lm-Cz
ES474R	0701129	2012629	S <sub>0</sub>	NE75°	55°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES477R	0696776	2017937	S <sub>0</sub>	NE30°	40°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES486R	0693832	2014661	S <sub>0</sub>	NW30°	55°NE	caliza	Kace Cz
ES487R	0690229	2016938	S <sub>0</sub>	NE72°	38°SE	caliza-lutita	Ka A-Cz
ES488R	0687262	2017056	S <sub>0</sub>	NW13°	76°NE	arenisca,lutita,caliza	Kapa Lu-Cz
ES499R	0682592	2018309	S <sub>0</sub>	NW20°	80°SW	caliza	Kapa Lu-Cz
ES476R	0697152	2016764	S <sub>0</sub>	NE35°	45°SE	caliza-lutita	Kace Cz
ES478R	0696641	2019355	S <sub>0</sub>	NE8°	47°SE	caliza	Kace Cz
ES479R	0696878	2021445	S <sub>0</sub>	NE10°	75°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES481R	0695990	2025003	S <sub>0</sub>	NE30°	55°SE	caliza,lutita, arenisca	Kapa Lu-Cz
ES482R	0695780	2026375	S <sub>0</sub>	NE25°	50°SE	caliza,lutita, arenisca	Kapa Lu-Cz
ES483R	6953695	2030118	S <sub>0</sub>	NE45°	66°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES492R	0679218	2032693	S <sub>0</sub>	NW28°	47°SW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES493R	0677965	2034048	S <sub>0</sub>	NE20°	42°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES495R	0680462	2036160	S <sub>0</sub>	NW73°	27°SW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES496R	0679458	2030579	S <sub>0</sub>	NW75°	36°SW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES497R	0676664	2020873	S <sub>0</sub>	NW75°	40°SW	limolita	Kapa Lu-Cz
ES504R	0708487	2029007	S <sub>0</sub>	NW80°	20°SW	caliza	Kapa A-TA
ES505R	0707235	2031420	Fractura	NE70°	82°SE	andesita	Ka A-Cz
FR490R	0676290	2027903	Fractura	NE5°	78°NW	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
FR491R	0678197	2028240	Fractura	NW55°	70°NE	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
FR501R	0710696	2022800	Fractura	NW5°	87°SW	andesita	Kapa A-TA
GAM-001	809982	2095643	Contacto			conglomerado,arenisca,andesita	
GAM-002	812323	2101229	S <sub>0</sub>	N52°W	6°SW	conglomerado-arenisca	Qpt Ar-Cg
GAM-003	811328	2099143	Flujo	N74°W	37°SW	andesitas-tobas andesíticas	Qpt Ar-Cg
GAM-004	811328	2099143	Flujo	N74°W	37°SW	Andesita-Toba andesítica	Qpt Ar-Cg

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 5 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
GAM-005	815189	2091701	Pseudoestratificación	N-S	14°E	Toba andesítica	Teo A-Da
GAM-007	809786	2095719	Pseudoestratificación	N75°W	17°SW	andesita-conglomerado polimictico	Qpt Ar-Cg
GAM-008	803405	2086208	S <sub>0</sub>	N40°E	3°NW	conglomerado polimictico-arenisco	Qpt Ar-Cg
GAM-009	804344	2088948	Flujo	N15°E	37°SE	Dacitas	Teo A-Da
GAM-014	802081	2086256	flujo	N-S	25°E	Andesita	Teo A-Da
GAM-015	808098	2083866	Falla	N63°W	74°SW	Toba andesítica	Teo A-Da
GAM-016	810025	2080429	Flujo	N2°E	20°SE	Andesita	Teo A-Da
GAM-018	810147	2077925	Pseudoestratificación	N4°W	26°NE	Toba andesítica	Teo A-Da
GAM-020	814599	2077162	Flujo	N23°E	22°NE	Toba riolítica	Teo A-Da
GAM-021	814000	2080360	Falla	N55°E	86°SE	Andesita-toba riolítica	Teo A-Da
GAM-023	798168	2081445	Flujo	N7°E	28°SE	Andesita	Teo A-Da
GAM-024	794747	2077649	Flujo	N54°W	19°NE	Andesitas (dacitas)	Teo A-Da
GAM-025	791608	2076433	Flujo	N32°W	15°SE	Andesita	Teo A-Da
GAM-029	783771	2082238	Flujo	N25°W	25°NE	Andesita	Teo A-Da
GAM-030	781998	2091249	Flujo	N32°W	17°NE	Andesita	Teo A-Da
GAM-031	791251	2080743	Flujo	N17°W	21°NE	Andesita	Teo A-Da
GAM-035	783962	2095565	S <sub>0</sub>	N42°E	02°SE	Arenisca y conglomerado	Qpt Ar-Cg
GAM-038	794838	2091619	S <sub>0</sub>	N25°E	01°SE	arenisca-conglomerado	Qpt Ar-Cg
SJC-002	752197	2093416	Foliación	N55°E	46°NE	Pizarras-Filitas	TR Ji MAr-F
SJC-005	757988	2090529	Foliación	N50°W	30°NW	Pizarras	TR Ji MAr-F
SJC-008	763791	2085858	Foliación	N10°W	80°SW	Granito-Pizarra filita	TR Ji MAr-F
SJC-009	764933	2086919	Foliación	N20°E	22°NE	Esquistos-pizarras-filitas	TR Ji MAr-F
SJC-014	755839	2100731	Flujo	N15°E	9°SE	Riolita-Toba riolítica	Tom TR
SJC-016	773056	2097192	Flujo	N50°E	18°NE	Andesita	Teo A-Da
SJC-017	775576	2094804	Flujo	N4°W	18°NE	Andesita	Teo A-Da
SJC-018	777915	2097646	Falla	N30°E	80°SE	Toba riolítica	Tom TR
SJC-020	771439	2098742	Flujo	N35°W	25°NE	Andesita	Teo A-Da
SJC-022	778453	2083807	Falla	N45°E	85°SE	Andesita	Teo A-Da
SJC-023	777621	2081993	Flujo	N28°W	46°NE	Andesita	Teo A-Da
SJC-025	780839	2086666	Pseudoestratificación	N15°E	03°NE	Toba andesítica	Teo A-Da
SJC-027	775338	2088763	Flujo	N75°E	18°NW	Andesita	Teo A-Da

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 6 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
<b>SJC-029</b>	766094	2094426	Flujo	N85°W	23°NW	Toba riolitica	Tom TR
<b>SJC-031</b>	763070	2077098	Fractura	N35°W	49°SW	Granito	Tpae Gr-Gd
<b>SJC-032</b>	764956	2078425	Fractura	N55°W	58°NE	Granito	Tpae Gr-Gd
<b>SJC-033</b>	767634	2075308	Fractura	N14°W	85°NE	Granito	Tpae Gr-Gd
<b>SJC-039</b>	772324	2088480	Flujo	N12°W	27°NE	Toba riolitica	Tom TR
<b>SJC-044</b>	762633	2081100	Fractura	N50°W	40°NE	Granito	Tpae Gr-Gd
<b>SJC-045</b>	759666	2088351	Dique	S80°W	60°SW	Cuarzomonzonita	Tpae Gr-Gd
<b>SJC-051</b>	751567	2090169	Foliación	N84°E	53°SE	Filitas	TR Ji MAr-F
<b>SJC-052</b>	751568	2088381	Foliación	N46°W	30°SW	Pizarras-Filitas	TR Ji MAr-F
<b>AGU-001</b>	738494	2068657	S <sub>0</sub>	N40°W	20°NW	Arenisca	Ktco Ar-Cgp
<b>AGU-002</b>	740439	2068065	S <sub>0</sub>	N45°W	52°NW	Limolitas	TR Ji MAr-F
<b>AGU-006</b>	745119	2066310	Foliación	N55°E	13°SE	Filitas-pizarras	TR Ji MAr-F
<b>AGU-008</b>	739033	2066400	Pseudoestratificación	N-S	06°W	Tobas	Ka Lm-Cz
<b>AGU-009</b>	734295	2063555	Fractura	N85°E	09°NW	Arenisca-conglomerado	Ka Lm-Cz
<b>AGU-010</b>	733038	2064858	S <sub>0</sub>	N-S	04°W	Limolitas-Lutitas-Areniscas	Ka Lm-Cz
<b>AGU-011</b>	732602	2064043	S <sub>0</sub>	N30°E	13°NW	Limolitas-Lutitas-Areniscas	Ka Lm-Cz
<b>AGU-012</b>	730529	2064504	S <sub>0</sub>	N70°E	19°NW	Limolitas calcareas	Ka Lm-Cz
<b>AGU-013</b>	729970	2063603	S <sub>0</sub>	N65°W	13°NW	Limolitas calcareas	Ka Lm-Cz
<b>AGU-015</b>	727883	2063877	S <sub>0</sub>	N40°W	11°NW	Limolitas	Ka Lm-Cz
<b>AGU-016</b>	727059	2062993	Falla	N50°E	73°NW	Limolitas	Ka Lm-Cz
<b>AGU-018</b>	724520	2063206	S <sub>0</sub>	N85°E	14°NW	Limolitas	Ka Lm-Cz
<b>AGU-019</b>	723180	2062760	S <sub>0</sub>	N70°W	22°NE	Limolitas	Ka Lm-Cz
<b>AGU-021</b>	720646	2058793	Fractura	N50°W	85°SW	Granito	Tpae Gr-Gd
<b>AGU-022</b>	724372	2054912	Flujo	N80°E	36°NE	Andesitas	Kapa A-TA
<b>AGU-024</b>	723771	2055425	Falla	N70°E	37°SE	Andesitas	Kapa A-TA
<b>AGU-025</b>	723229	2056386	Falla	N75°W	36°SW	Andesitas	Kapa A-TA
<b>AGU-026</b>	723105	2056428	Falla	N20°E	48°NW	Andesitas	Kapa A-TA
<b>AGU-027</b>	721191	2059679	Falla	N56°E	70°SE	Andesitas	Kapa A-TA

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 7 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
<b>AGU-028</b>	721683	2061486	S <sub>0</sub>	N15°W	22°NE	andesita-conglomerado polimictico	Kapa Lm-Cz
<b>BBU-72</b>	737170	2025227	Foliación	N80°E	30°SE	Esquistos	TRi E-F
<b>BBU-74</b>	745146	2005385	S <sub>0</sub>	N20°W	33°SW		Pp TR Gn-E
<b>BBU-75</b>	745262	2006818	Foliación	N33°W	30°SW	Filitas	Pp TR Gn-E
<b>BBU-76</b>	745162	2009620	Foliación	N13°W	77°SW	Filitas	Pp TR Gn-E
<b>BBU-77</b>	745975	2012516	Foliación	N45°W	30°SW	Filitas	TRi E-F
<b>BBU-78</b>	745978	2013295	Foliación	N30°E	43°NW	Pizarras	TRi E-F
<b>BBU-82</b>	726917	2013200	Flujo	N60°E	31°NW	Domo Riolitico ?	Kce TR
<b>BBU-86</b>	722606	2014598	Pseudoestratificación	N20°W	28°SW	Toba Andesítica	Ka Lm-Cz
<b>BBU-90</b>	716946	2016395	S <sub>0</sub>	N50°W	28°SW	Calizas	Ka Lm-Cz
<b>BBU-92</b>	741256	2014117	Fractura	N80°W	82°SW	Granito-Granodiorita	Tpae Gr-Gd
<b>CG134R</b>	778075	2033116	Foliación	NE40°	32°SE	Esquistos	Js Mv
<b>FO139R</b>	774377	2031646	Foliación	NE62°	28°SE	andesitas-Tobas	Js Mv
<b>ES392R</b>	752970	2044186	S <sub>0</sub>	NE10°	32°SE	arenisca-limolita	Ka Cgp-Ar
<b>ES393R</b>	749957	2043682	S <sub>0</sub>	NW40°	35°NE	arenisca-limolita	Ka Cgp-Ar
<b>ES395R</b>	746504	2046085	S <sub>0</sub>	NW27°	35°NE	arenisca,conglomerado,limolita	Ka Cgp-Ar
<b>FR397R</b>	752155	2040249	Fractura	NE75°	55°NW	limolita	Ka Cgp-Ar
<b>FO399R</b>	756933	2039521	Foliación	NE32°	40°SE	Volcánico	TR Ji Mar-F
<b>FO400R</b>	754602	2038034	Foliación	NE27°	40°NW	Volcánico	Js Mv
<b>FR401R</b>	752990	2036204	Fractura	NE70°	48°NW	Diorita	Js Mv
<b>FR402R</b>	752101	2034846	Fractura	NW70°	57°SW	Diorita	Js Mv
<b>FO403R</b>	750653	2033040	Foliación	NW70°	47°NE	Tobas-Aglomerado	Js Mv
<b>FO405R</b>	751329	2029029	Foliación	NE30°	30°NW	filitas,tobas,andesitas	Js Mv
<b>FO412R</b>	763912	2023595	Foliación	NE75°	33°SE	andesita-tobas	Js Mv
<b>FO413R</b>	765473	2043708	Foliación	NE52°	42°NW	areniscas-filitas	TRi E-F
<b>CG416R</b>	768245	2043140	S <sub>0</sub>	NW85°	37°NE	caliza	TRi E-F
<b>CG144R</b>	669724	2074162	S <sub>0</sub>	NW23°	31°NE	granodiorita,caliza,lutita	Kapa Lu-Cz
<b>EF45R</b>	672335	2075930	S <sub>0</sub>	NE60°	35°NW	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
<b>EF46R</b>	675531	2075622	S <sub>0</sub>	NW45°	35°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
<b>CG149R</b>	671398	2078789	S <sub>0</sub>	NE45°	38°NW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
<b>EF50R</b>	671334	2074452	S <sub>0</sub>	NW55°	38°NE	caliza,lutita,arenisca	Kapa Lu-Cz

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 8 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
EF55R	672805	2077003	S <sub>0</sub>	NE5°	50°SE	arenisca-limolita	Kapa Lu-Cz
EF56R	672182	2078321	S <sub>0</sub>	NE70°	14°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF57R	671207	2080230	S <sub>0</sub>	NW56°	42°SW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
CG159R	670501	2081575	S <sub>0</sub>	NW17°	58°SW	Andesita	Kapa Lu-Cz
CG161R	669530	2076336	S <sub>0</sub>	NW14°	39°NE	caliza-lutita,arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
EF62R	668998	2077138	S <sub>0</sub>	NW50°	58°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF63R	666935	2076747	S <sub>0</sub>	NW60°	50°NE	arenisca-limolita	Ka A-Cz
CG164R	665891	2074819	S <sub>0</sub>	NW68°	64°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF65R	667479	2076342	S <sub>0</sub>	NE35°	28°NW	caliza-lutita	Ka A-Cz
CG166R	667848	2079561	S <sub>0</sub>	NW25°	50°SW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF67R	668684	2080732	S <sub>0</sub>	NE65°	70°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF68R	667270	2081216	S <sub>0</sub>	NE22°	29°NW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF69R	666457	2081680	S <sub>0</sub>	NE62°	22°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
CG170R	664651	2081522	S <sub>0</sub>	NW45°	20°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
CG172R	665167	2080645	S <sub>0</sub>	NW25°	24°SW	Dacita	Ka A-Cz
CG173R	665356	2080175	S <sub>0</sub>	NW5°	50°NE	andesita-dacita	Ka A-Cz
EF74R	665514	2080882	S <sub>0</sub>	NE80°	33°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF76R	668514	2083544	S <sub>0</sub>	N5°W	35°W	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
CG179R	669317	2085185	S <sub>0</sub>	NW10°	25°SW	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
EF81R	668547	2088243	S <sub>0</sub>	NW60°	50°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF84R	668706	2092624	S <sub>0</sub>	NW70°	25°NE	arenisca.lutita,caliza	Kapa Lu-Cz
EF86R	668906	2087418	S <sub>0</sub>	NE70°	40°NW	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
EF88R	670547	2088470	S <sub>0</sub>	NW40°	58°SW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
CG191R	672820	2088241	S <sub>0</sub>	NW48°	55°NE	caliza-lutita	Kapa A-TA
EF93R	673698	2088404	S <sub>0</sub>	NW40°	55°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF94R	670387	2093462	S <sub>0</sub>	NE15°	40°NW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF95R	666625	2078465	S <sub>0</sub>	NW30°	48°NE	A,Tb,Bu	Ka A-Cz
EF96R	663643	2075718	S <sub>0</sub>	NW48°	24°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
CG197R	664631	2076002	S <sub>0</sub>	NW10°	52°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
EF98R	661981	2078758	S <sub>0</sub>	NW65°	32°NE	Dacita	Ka A-Cz

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 9 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
PS200R	660568	2079946	S <sub>0</sub>	NE60°	76°SE	andesita	Ka A-Cz
P201R	659114	2080298	S <sub>0</sub>	NW20°	65°NE	Brecha andesítica	Ka A-Cz
ES202R	657227	2081418	S <sub>0</sub>	NW73°	29°NE	arenisca,lutita,caliza	Kapa Lu-Cz
CG204R	655465	2082123	S <sub>0</sub>	NE65°	67°NW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES207R	651521	2081585	S <sub>0</sub>	NW50°	18°SW	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
CG211R	651561	2089418	S <sub>0</sub>	NW45°	19°SW	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
CG214R	654147	2090908	S <sub>0</sub>	NE38°	16°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES219R	647060	2077026	S <sub>0</sub>	NW10°	23°NE	caliza	Kace-Cz
ES220R	646167	2076441	S <sub>0</sub>	E-W	65°N	arenisca	Ktco Ar-Cgp
ES221R	645612	2075479	S <sub>0</sub>	N-S	43°E	conglomerado	Ktco Ar-Cgp
CG222R	644008	2075134	S <sub>0</sub>	NE75°	50°SE	arenisca,limolita,conglomerado	Ktco Ar-Cgp
ES223R	644072	2074158	S <sub>0</sub>	NE5°	38°SE	caliza	Kace-Cz
ES225R	646957	2074138	S <sub>0</sub>	NW30°	44°SW	arenisca-conglomerado	Ktco Ar-Cgp
ES228R	644911	2077683	S <sub>0</sub>	NE60°	64°NW	arenisca,limolita,conglomerado	Ktco Ar-Cgp
ES230R	645941	2083133	S <sub>0</sub>	NE40°	20°SE	arenisca-limolita	Ktco Ar-Cgp
CG242R	646742	2090742	S <sub>0</sub>	NE15°	17°SE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
CG244R	647526	2090134	S <sub>0</sub>	NW72°	45°SW	andesita	Kapa A-TA
CG245R	647653	2090030	S <sub>0</sub>	NW75°	55°SW	andesita	Kapa A-TA
CG251R	650389	2090467	S <sub>0</sub>	NE70°	36°SE	caliza	Kace-Cz
CG253R	652678	2091470	S <sub>0</sub>	NE30°	30°SE	conglomerado	Qpt-Ar-Cg
CG256R	656147	2101128	S <sub>0</sub>	NW12°	36°SW	arenisca-limolita	Ktco Ar-Cgp
CG275R	672315	2096606	S <sub>0</sub>	NE55°	35°SE	caliza-lutita	Kapa TA-Lm
CG278R	673242	2098812	S <sub>0</sub>	NE35°	50°SE	caliza,lutita	Kapa TA-Lm
CG284R	673647	2099547	S <sub>0</sub>	NE22°	72°NW	caliza,lutita,arenisca	Kapa TA-Lm
CG285R	671539	2100157	S <sub>0</sub>	NW18°	46°SW	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
ES234R	645783	2080665	S <sub>0</sub>	NW12°	52°NE	arenisca-limolita	Ktco Ar-Cgp
ES258R	653640	2100129	S <sub>0</sub>	NE10°	23°SE	caliza	Kace-Cz
ES259R	652954	2101249	S <sub>0</sub>	NW10°	42°NE	arenisca,limolita,caliza	Ktco Ar-Cgp
ES262R	644416	2091426	S <sub>0</sub>	NW43°	34°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES263R	644540	2093656	S <sub>0</sub>	NW30°	17°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 10 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
ES265R	675556	2087700	S <sub>0</sub>	NW75°	45°SW	arenisca-limolita	Kapa Lu-Cz
ES266R	674659	2088334	S <sub>0</sub>	NW70°	55°SW	arenisca-limolita	Kapa Lu-Cz
ES267R	675195	2091062	S <sub>0</sub>	NW62°	50°NE	arenisca, limolita, andesita, conglomerado	Kapa Ta-Lm
ES270R	673619	2092984	S <sub>0</sub>	NW35°	8°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
ES273R	6749425	2093455	S <sub>0</sub>	NW35°	60°SW	caliza, lutita, arenisca	KapaTA-Lm
ES274R	674612	2094556	S <sub>0</sub>	NE15°	46°NW	caliza, lutita, arenisca	Kapa TA-Lm
ES283R	675387	2098747	S <sub>0</sub>	NW13°	20°NE	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
PS272R	674363	2092826	S <sub>0</sub>	NW15°	7°SW	andesita	Kapa TA-Lm
LC071	748942	2090835	S <sub>0</sub>	NW43°	83°NE	conglomerado-aranisca	Ktco Ar-Cgp
LC072	748125	2086197	S <sub>0</sub>	NW30°	17°NE	conglomerado	Ktco Ar-Cgp
LC076	754378	2086991	Foliación	NE27°	18°NW	Filitas	TR Ji MAr- F
LC079	762604	2099835	Fractura	N-S	17°W	Andesita Porfídica	Teo A-Da
LC082	768957	2085521	S <sub>0</sub>	NW36°	16°NE	Andesitas	Kapa A-TA
LC084	775801	2078357	S <sub>0</sub>	NE55°	58°NW	arenisca conglomeratica	Kapa A-TA
LC085	780934	2078276	Fractura	N20°E	78°NW	dacita	Teo A-Da
LC086	779715	2082892	Fractura	NE76°	52°NW	Brecha dacitica	Teo A-Da
LC089	790724	2092766	S <sub>0</sub>	NW8°	20°NE	Tobas	Qpt-Ar-Cg
LC090	786543	2078302	Fractura	NW82°	77°NE	Andesita	Teo A-Da
LC099	639489	2057292	Fractura	N67°E	50°SE	andesita	Kace-Cz
LC100	640768	2061222	S <sub>0</sub>	N64°W	30°SW	Brecha Volcánica	Qpt-Ar-Cg
LC103	648234	2069088	Fractura	N15°W	86°SW	andesita	Ka A-Cz
LC104	652056	2072154	Fractura	N24°W	85°NW	Caliza	Ka Lu-Cz
LC106	650445	2054154	Foliación	N42°E	50°SW	Calizas foliadas	Kace-Cz
LC107	651407	2049387	S <sub>0</sub>	N70°W	5°NE	Calizas foliadas	Kace-Cz
LC109	652058	2058135	Pseudoestratificación	N64°E	30°SE	Tobas	Ka A-Cz
LC194	785732	2055443	Fractura	NE45°	0	Granodiorita	TR Ji MAr- F
LC195	288269	2065431	Foliación	NW20°	50°NE	Filitas	TR Ji MAr- F
LC201	790282	2065050	Foliación	NW45°	32°NE	Arenisca-Filitas	TR Ji MAr- F
LC202	794214	2064534	S <sub>0</sub>	NE30°	10°SE	Andesita Porfídica	Kapa A-TA
LC203	800600	2055221	S <sub>0</sub>	NW15°	52°SW	Andesitas	Kapa A-Ar
LC204	801804	2055403	S <sub>0</sub>	NW27°	34°NE	Andesita	Kapa A-Ar
LC205	795636	2075135	Fractura	NE55°	77°SE	Andesita	Teo A-Da

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 11 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
LC206	798951	2073306	Fractura	NE53°	57°NW	Andesíta	Teo A-Da
LC207	799928	2068006	Fractura	N20°W	79°NE	Brecha andesítica	Teo A-Da
LC208	799261	2067416	Fractura	N5°W	88°SW	Brecha andesítica	Teo A-Da
LC209	806724	2053738	Fractura	NE72°	82°SE	Andesítas	Teo A-Da
LC212	816328	2056236	S <sub>0</sub>	NE25°	33°NW	Andesíta	Teo A-Da
LC213	815161	2066355	Fractura	N81°E	42°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC214	814750	2070860	Fractura	NE12°	84°SE	Andesítica	Teo A-Da
LC292	791725	2044378	Foliación	NE45°	52°SE	Filitas	TRi E-F
LC293	709419	2042036	S <sub>0</sub>	NE17°	74°NW	Andesíta	Tpae Gr-Gd
LC304	800904	2037774	S <sub>0</sub>	NW35°	60°SW	granito	Tpae Gr-Gd
LC310	810167	2046826	S <sub>0</sub>	NE28°	78°SE	Andesítas	Teo A-Da
LC311	816141	2042000	S <sub>0</sub>	NE10°	74°NW	Andesíta	Teo A-Da
LC234	685671	2024103	S <sub>0</sub>	NW88°	38°NE	andesita	Kapa Lu-Cz
LC136	691258	2059446	S <sub>0</sub>	NW5°	40°NE	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
LC52	714818	2101628	S <sub>0</sub>	NE7°	66°NW	andesita	Kapa Lu-Cz
LC133	690562	2061158	S <sub>0</sub>	NE5°	53°SE	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
LC130	691174	2073043	S <sub>0</sub>	NE40°	35°NW	arenisca-lutita	Kapa TA-Lm
LC131	689347	2071139	S <sub>0</sub>	N64°W	33°NE	Caliza	Kapa TA-Lm
LC132	689855	2064271	S <sub>0</sub>	N1°W	56°SW	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
LC133	690625	2061174	S <sub>0</sub>	N5°E	57°SE	lutita-areniscas	Kapa Lu-Cz
LC118	670178	2061779	S <sub>0</sub>	NW8°	73°NE	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
LC134	688186	2060780	S <sub>0</sub>	N15°E	40°SE	Caliza	Kapa TA-Lm
LC135	687765	2057576	S <sub>0</sub>	N33°E	45°SE	Calizas-lutitas	Kapa Lu-Cz
LC136	691268	2059446	S <sub>0</sub>	NW5°	40°NE	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
LC137	696359	2057392	S <sub>0</sub>	N24°W	56°SW	lutitas-calizas	Kapa Lu-Cz
LC139	694596	2075392	S <sub>0</sub>	N18°W	49°SW	Intrusivo	Kapa TA-Lm
LC140	702667	2064933	Fractura	N11°W	49°SE	andesita	Kapa A-TA
LC180	766495	2063046	Foliación	N30°E	74°SE	Intrusivo	TR Ji MAr-F
LC181	768292	2057127	Foliación	N22°W	69°SW	filitas-cuarcitas	TR Ji MAr-F
LC184	771291	2066675	Fractura	N80°W	76°SW	Granito	Tpae Gr-Gd

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 12 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
LC185	769758	2063860	Foliación	N65°E	72°SE	Intrusivo	TR Ji MAr-F
LC186	774983	2062108	Foliación	N70°W	15°NE	Cuarcitas-filitas	TR Ji MAr-F
LC187	777175	2060887	Foliación	N32°E	26°SE	Cuarcitas	TR Ji MAr-F
LC190	779975	2069467	Foliación	N53°W	72°NE	filitas-cuarcitas	TR Ji MAr-F
LC192	779878	2063573	Fractura	N75°E	5°SE	Intrusivo	TR Ji MAr-F
LC212	816328	2056236	Pseudoestratificación	NE25°	33°NW	andesita	Teo A-Da
LC213	815161	2066355	Fractura	N81°E	42°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC215	658406	2044788	Fractura	N40°E	39°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC216	661230	2045554	Falla	N74°W	76°NE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC217	657042	2039208	Falla	N63°E	37°SE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC218	657054	2037452	Fractura	N69°E	61°SE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC221	666061	2032678	Fractura	N44°W	72°NE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC224	672609	2029380	Fractura	N50°W	45°NE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC226	674267	2022112	Fractura	N31°W	67°NE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC228	684980	2041000	S <sub>0</sub>	N21°E	65°NW	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
LC229	686850	2036650	Pseudoestratificación	NW80°	48°NE	Andesita	Ka A-Cz
LC230	683207	2029476	S <sub>0</sub>	N51°W	25°NE	Caliza	Kapa Lu-Cz
LC231	678896	2021432	S <sub>0</sub>	N68°E	47°SE	Caliza	Kapa Lu-Cz
LC232	684143	2021208	Fractura	N55°W	50°NE	cuarcita	Tpae Gr-Gd
LC234	685677	2024103	Pseudoestratificación	N88°	38°NE	andesita	Kapa Lu-Cz
LC235	688870	2027400	Falla	N25°W	Vertical	andesita	Kapa Lu-Cz
LC236	695416	2038151	S <sub>0</sub>	N15°E	39°SE	arenisca-lutita	Kapa Lu-Cz
LC239	699799	2039233	Foliación	N14°E	28°SE	filitas-cuarcitas	Kapa A-TA
LC242	704370	2030998	Fractura	N47°W	60°SW	andesita	Kapa A-TA
LC242	707990	2034851	S <sub>0</sub>	N71°	23°SW	Hornfels	Ka A-Cz
LC244	706794	2025564	Fractura	N20°E	50°SW	andesita	Kapa A-TA
LC36	681042	2085955	S <sub>0</sub>	NW70°	50°SW	lutita	Kapa Lu-Cz
LC44	698813	2077137	S <sub>0</sub>	N-S	35°W	lutita	Kapa TA-Lm

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 13 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
LC38	685574	2101547	S <sub>0</sub>	NE15°	32°NW	caliza	Kapa TA-Lm
LC250	712416	2020497	S <sub>0</sub>	N40°E	31°SE	andesita	Kapa Lu-Cz
LC251	716660	2030048	Fractura	N10°W	34°SW	Andesita-tobas andesíticas	Kapa A-TA
LC255	725146	2022875	Fractura	N56°E	42°SW	Andesitas	Kapa A-TA
LC257	736308	2043602	Pseudoestratificación	E-W	25°S	Andesita	Kapa A-TA
LC258	734155	2040086	Falla	NW80°	70°N	Andesita	Kapa A-TA
LC260	735587	2033581	Dique	N56°W	65°NE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC262	737340	2025782	Foliación	N21°W	75°SW	Intrusivo	Pp TR E-F
LC264	739420	2021020	Foliación	N62°E	49°NW	filitas-cuarcitas	Pp TR E-F
LC266	742258	2035357	S <sub>0</sub>	NW43°	55°NE		Js Mv
LC267	741700	2029555	Fractura	NE80°	Vertical	Intrusivo	Js Mv
LC272	752873	2019587	Foliación	N37°E	34°NW	Filitas	Tri E-F
LC273	756445	2042390	S <sub>0</sub>	N46°E	26°SE	Arenisca	Ka Cgp-Ar
LC274	759259	2042182	S <sub>0</sub>	N52°W	68°SW	Conglomerado polimictico	Ka Cgp-Ar
LC275	760495	2041835	S <sub>0</sub>	N5°W	14°NE	Arenisca	Ka Cgp-Ar
LC276	764382	2031584	Foliación	N75°W	80°NE	Andesita	Js Mv
LC281	761468	2020874	Foliación	N6°E	23°NW	filitas-cuarcitas	Tri E-F
LC284	776877	2045926	Foliación	N61°E	11°NW	Pizarra	TR Ji MAr-F
LC285	775208	2043772	Foliación	N21°E	12°SE	Filita	TR Ji MAr-F
LC286	775441	2041411	Foliación	N71°W	26°NW	Filita	Tri E-F
LC287	777143	2036800	Fractura	N45°E	51°SE	Andesita	Tri E-F
LC288	780620	2023954	Foliación	N83°W	65°SW	Gneiss	Pp TR Gn-E
LC296	787516	2035505	Dique	N50°E	Vertical	Granito-Granodiorita	Tpae Gr-Gd
LC298	788133	2027738	Fractura	N55°W	60°SW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC299	786411	2026343	Foliación	N35°E	58°SE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC300	783506	2020950	Filitas	N8°W	70°SW	Filitas	Pp TR Gn-E
LC301	783818	2020173	Foliación	N7°W	35°NE	Filitas	Pp TR Gn-E
LC302	792364	2036082	Dique	N2°W	85°SW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 14 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
LC306	801228	2030366	Foliación	NW25°	32°SW	Andesita	Kapa A-TA
LC308	799734	2027873	Fractura	N67°W	18°SW	Andesita	Kapa A-TA
LC309	803221	2020523	Foliación	NW82°	35°SW	Andesita	Kapa A-TA
LC319	702634	2014637	Fractura	N70°E	60°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC320	705737	2013517	Fractura	N10°E	29°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC321	709014	2012804	S <sub>0</sub>	N30°E	40°NW	Limonitas-areniscas	Ktco Ar-Cgp
LC-322	717912	2018268	S <sub>0</sub>	N35°E	37°SE	Calizas Arcillosas	Ka Lm-Cz
LC323	714595	2010566	S <sub>0</sub>	N21°W	65°SW	Areniscas-limolitas	Ktco Ar-Cgp
LC324	716841	2011381	S <sub>0</sub>	N47°W	22°SW	Calizas	Ka Lm-Cz
LC325	718591	2011313	S <sub>0</sub>	N88°E	44°SE	Calizas	Ka Lm-Cz
LC327	722176	2013778	S <sub>0</sub>	N25°W	28°SW	Conglomerado polimictico	Ka Lm-Cz
LC328	724540	2008106	S <sub>0</sub>	N32°W	38°SW	Calizas	Kace Cz
LC329	733224	2016371	Fractura	N79°W	84°SW	Andesita	Tpae Gr-Gd
LC330	724540	2008106	Fractura	N60°E	76°SE	Andesitas	Kapa A-Ar
LC333	729257	2005871	S <sub>0</sub>	N82°W	59°SW	Lutitas-areniscas	Ka A-Cz
LC334	733077	2003761	Fractura	N65°E	32°SE	Andesitas	Kapa A-Ar
LC335	735904	2001307	Falla	N70°W	Vertical	Andesita	Kapa A-Ar
LC336	740860	2013455	S <sub>0</sub>	N46°W	26°SW	Andesitas	Pp TR Gn-E
LC337	741101	2010364	Pseudoestratificación	NW57°	53°NE	Andesita	Ka A-Ar
LC338	737336	2001509	Fractura	N72°E	59°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC339	740574	2000628	Fractura	N5°E	45°NW	Andesita	Kapa A-Ar
FR-D5	0656078	2038486	Foliación	N8°	64°NW	GRANITOIDE	Ka A-Cz
ER-L8	6764889	2028516	Fractura	N80°W	68°NE	GRANITO	
ER-L9	0655547	2037236	Dique	N14°E	58°NW	GRANITO	
ER-D7	0628535	2090349	S <sub>0</sub>	N37°E	36°SE	CALIZAS	
ER-L14	0769940	2063860	Foliación	N68°E	65°SE	Filitas-Cuarcitas	TR Ji Mar-F
LC009	0641147	2079764	S <sub>0</sub>	N20°W	15°NE	caliza-lutita	Kace Cz
LC015	0655351	2080164	S <sub>0</sub>	N21°W	73°NE	caliza arcillosa	Kapa Lu-Cz
LC120	0674262	2059410	Fractura	N30°E	80°NW	andesita	Ka A-Cz

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 15 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
LC127	0685702	2074743	Fractura	N15°E	54°SE	andesita-caliza	Kapa Lu-Cz
LC132	0689855	2064271	S <sub>0</sub>	N1°W	56°SW	lutita,caliza,andesita	Kapa Lu-Cz
LC135	0687765	2057576	S <sub>0</sub>	N33°E	45°SE	caliza margos	Kapa Lu-Cz
LC140	0702667	2064933	Fractura	N11°W	49°NE	andesita	Kapa A-TA
LC142	0702846	2052083	Fractura	N12°E	21°SE	andesita	Ka A-Cz
LC146	0708335	2065230	Fractura	N82°E	51°SE	andesita epidotizada	Kapa A-TA
LC153	0725381	2068277	S <sub>0</sub>	N59°W	35°NE	limolita-arenisca	Ka Lm-Cz
LC155	0719545	2055133	Fractura	N19°W	82°SW	andesita epidotizada	Kapa TA-Lm
LC156	0720253	2054004	Fractura	N36°W	86°NE	Andesita Brecha epidotizada	Kapa A-TA
LC162	0733307	2055971	Fractura	N65°W	52°NE	andesita epidotizada	Kapa A-TA
LC164	0733176	2049505	Fractura	N41°W	62°SW	andesita epidotizada	Kapa A-TA
LC171	0745662	2058369	Fractura	N6°W	65°SW	Brecha andesítica	Kapa A-TA
LC180	0766495	2063046	Foliación	N30°E	74°SE	Granitoide	TR Ji MAr-F
LC181	0768292	2057127	Foliación	N22°W	69°SW	Filitas-Cuarcitas	TR Ji MAr-F
LC185	0769758	2063860	Foliación	N65°E	72°SE	Granitoide	TR Ji MAr-F
LC190	0779975	2069467	Foliación	N53°W	72°NE	Filitas-Cuarcitas	TR Ji MAr-F
LC197	0793355	20515236	Foliación	N28°E	70°SE	Filitas-Cuarcitas	TR Ji MAr-F
LC208	0799261	2067416	Fractura	N5°W	80°SW	brecha andesítica	Teo A-Da
LC121	0674393	2058747	Foliación	N40°W	33°NE	Granitoide	Ka A-Cz
LC221	0666061	2032678	Fractura	N44°W	72°NE	Granito	Tpae Gr-Gd
LC224	0673100	2029803	Fractura	N50°W	45°NE	Granito	Tpae Gr-Gd
LC322	0717912	2018268	S <sub>0</sub>	N35°E	37°SE	caliza arcillosa	Ka Lm-Cz
LC329	0733224	2036371	Fractura	N79°W	84°SW	andesita-arcillosa	Tpae Gr-Gd
LC330	0732745	2013434	Fractura	N60°E	76°SE	andesita epidotizada	Kapa A-Ar
LC348	0759000	2016850	Foliación	N20°W	14°SW	arenisca-limolita	TRi E-F
LC349	0759112	2015227	Foliación	N65°W	37°SW	Granitoide	Pp TR Gn-E
LC350	0757650	2014830	Foliación	N57°E	7°SE	Granitoide	Pp TR Gn-E
LC355	0769690	2014419	Foliación	N70°E	56°SE	Gneis	Pp TR Gn-E
LC356	0766774	2008192	Foliación	N39°E	50°SE	Gneis	Pp TR Gn-E
LC363	0774202	2009253	Fractura	N53°E	70°SE	Granito	Pp TR Gn-E
LC380	0796347	2017822	Fractura	N71°W	43°NE	andesita epidotizada	Kapa A-TA
LC010	0644437	2096954	Fractura	N13°W	56°NE	andesita-caliza	Kapa A-TA
F0000E	0786464	2020661	Foliación	N35°E	32°SE	filitas y andesitas	TRi E-F

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 16 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
F0001E	0785693	2020377	Foliación	N52°E	59°SE	granito	Pp TR Gn-E
F0002E	0785309	2020287	Foliación	N20°E	46°SE	filita	Pp TR Gn-E
P001E	0779882	2048355	Fractura	N82°W	68°NE	Granito	Jo Kh Gr
CG001E	0777589	2049407	Falla	N53W	50°NE	Granito-metaandesita	Jo Kh Gr
FR001E	0777422	2050715	Foliación	N78°W	26°NE	Filitas-Areniscas	TR Ji MAr-F
FR002E	0777625	2052677	Falla	N26°W	45°NE	Filitas-Areniscas	TR Ji MAr-F
CG002E	0778346	2055408	Falla	N37°W	81°SW	Filitas-Areniscas	TR Ji MAr-F
CG003E	0779553	2055809	Foliación	N30°W	70°NE	Filitas-Areniscas	TR Ji MAr-F
CG004E	0783059	2058630	Foliación	N3°W	46°NE	andesita	TR Ji MAr-F
F0007E	0785652	2061243	Foliación	N43°W	38°NE	Filitas Cuarzitas	TR Ji MAr-F
F0008E	0786426	2061587	Foliación	N64°E	21°SE	Filitas Cuarzitas	TR Ji MAr-F
FD001E	0801560	2057763	Pseudoestratificación.	N1°W	47°SW	andesita	Teo A-Da
PS001E	0793393	2066087	Pseudoestratificación.	N25°W	19°NE	toba andesítica	Teo A-Da
DK005E	0793094	2062766	Dique	N35°W	Vertical	toba andesítica	Kapa A-TA
CG005E	0793486	2061184	Foliación	N85°E	66°NE	Andesita-Filita	TR Ji MAr-F
CG006E	0790582	2065401	Foliación	N72°W	40°NE	Filitas areniscas	TR Ji MAr-F
F0009E	0789237	2063326	Foliación	N86°E	56°SE	Filitas areniscas	TR Ji MAr-F
PS002E	8008015	2052838	Pseudoestratificación.	N12°W	22°NE	Tobas andesíticas	Kapa A-TA
ES002E	0798289	2053570	Estra	N65°E	18°NW	limolita, caliza-arcillosa	Kapa A-Ar
F0008E	0797261	2054028	Foliación	N42°E	26°SE	filita-arenisca	TR Ji MAr-F
F0009E	0795151	2053468	Foliación	N64°W	41°NE	Esquistos	TR Ji MAr-F
CG008E	0794772	2053157	Contacto	N76°E	53°SE	Tobas-filitas	TR Ji MAr-F
F0010E	0793236	2052279	Foliación	N50°E	55°NW	andesitas-filitas	TR Ji MAr-F
PS003E	0814971	2075692	Pseudoestratificación.	N85°W	22°NE	Riolitas	Teo A-Da
FR002E	0815235	2075263	Fractura	N71°W	50°SW	brecha volcánica	Teo A-Da
P004E	0810657	2068971	Fractura	N42°W	80°NE	Granodiorita	Tpae Gr-Gd
F0012E	0779681	2045682	Foliación	N63°W	57°SW	Filitas-Cuarzitas	TRi E-F
CG009E	0779926	2047814	Contacto	N82°E	52°NW	filitas	Jo Kh Gr
PS004E	0799573	2071783	Pseudoestratificación.	N26°W	25°NE	andesitas y tobas	Teo A-Da
P005E	0799504	2070737	Flujo	N36°W	16°NE	andesitas	Teo A-Da
PS005E	0790305	2073766	Pseudoestratificación.	N65°W	33°NE	tobas y andesitas	Teo A-Da
P006E	0792388	2066436	Falla	N1°W	80°SW	brecha volcánica	Kapa A-TA
FR003E	0789419	2072548	Fractura	N22°W	16°NE	andesita porfídica	Teo A-Da

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 17 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
PS006E	0785337	2069997	Pseudoestratificación.	N17°W	53°NE	toba andesítica	Kapa A-TA
FR004E	0787610	2070676	Fractura	N19°E	25°NW	toba andesítica	Teo A-Da
FR005E	0804445	2054958	Fractura	N52°W	88°SW	andesita	Teo A-Da
DK006E	0806377	2056690	Dique	N14°W	51°SW	andesita porfídica	Teo A-Da
DK007E	0806980	2057802	Dique	N45°E	38°NW	andesita porfídica	Teo A-Da
CG011E	0807760	2059190	Pseudoestratificación.	N37°W	42°NE	andesita porfídica-toba	Teo A-Da
C0022	0698058	2095085	S0	N2°E	30°SE	caliza conglomerado	Kapa A-TA
C0024	0697541	2092577	Pseudoestratificación.	N75°W	50°SW	brecha andesítica	Kapa A-TA
C0027	694754	2077495	S <sub>0</sub>	N20°W	45°SW	limolita y arenisca	Kapa TA-Lm
C0031	681240	2072070	S <sub>0</sub>	N15°W	75°NE	lutita y arenisca-caliza	Kapa Lu-Cz
C0033	679914	2071910	S <sub>0</sub>	N25°W	65°NE	lutita y arenisca	Kapa Lu-Cz
C0036	675104	2067283	S <sub>0</sub>	N45°W	20°NE	lutita y arenisca	Kapa Lu-Cz
C0037	669092	2068432	Fractura	N80°W	80°NE	andesita, lutita, arenisca	Ka A-Cz
C0038	667684	2068066	S0	N17°W	65°SW	lutita, arenisca, caliza	Tpae Gr-Gd
C0042	660006	2058582	Falla	N55°W	50°NE	caliza-arcillosa	Ka A-Cz
C0043	659659	2057084	S <sub>0</sub>	N35°W	65°SW	Cg And Lut	Ka A-Cz
C0044	659068	2056455	Pseudoestratificación	N50°W	50°NE	tobas	Ka A-Cz
ES038E	705620	2101209	S <sub>0</sub>	N52°E	28°SE	riolita	Kce TR
ES039E	704233	2100679	S <sub>0</sub>	N78°E	36°SE	toba riolítica-brecha volcánica	Ktco Ar-Cgp
CG037E	702154	2100561	S <sub>0</sub>	N2°W	20°NE	arenisca-riolita	Kce TR
ES042E	701363	2100131	S <sub>0</sub>	N5°E	37°SE	arenisca, limolita, conglomerado volcánico	Kce TR
ES044E	701407	2101651	S <sub>0</sub>	N62°E	43°SE	arenisca-limolita	Kce TR
CG039E	699730	2100755	S <sub>0</sub>	N24°W	21°NE	riolita-arenisca	Kce TR
CG040E	701083	2098437	S <sub>0</sub>	N31°E	30°SE	riolita-arenisca	Kce TR
ES047E	699931	2097358	S <sub>0</sub>	N53°E	47°SE	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
CG041E	698948	2095894	S <sub>0</sub>	N80°W	30°SW	andesita-caliza	Kapa A-TA
ES048E	699564	2093985	Pseudoestratificación	N74°E	33°SE	toba andesita	Kapa TA-Lm
ES049E	702674	2095400	S <sub>0</sub>	N27°E	73°SE	toba dacítica	Kapa TA-Lm
ES050E	703739	2096026	Pseudoestratificación	N52°E	46°SE	toba dacítica-arenisca	Kapa TA-Lm
ES051E	706557	2096917	S <sub>0</sub>	N32°E	19°SE	toba dacítica	Kapa TA-Lm
ES052E	706573	2096556	S <sub>0</sub>	N59°E	30°SE	limolita-arenisca	Kapa TA-Lm
CG042E	706474	2095260	S <sub>0</sub>	N58°E	16°SE	andesita limolita-arenisca	Kapa TA-Lm

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 18 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
ES053E	707001	2093231	S <sub>0</sub>	N33°W	19°SW	brecha	Kapa TA-Lm
CG043E	708561	2094621	S <sub>0</sub>	N38°E	26°SE	arenisca-caliza	Kace-Cz
ES055E	708508	2091650	S <sub>0</sub>	N22°W	16°NE	toba riolítica	Kapa TA-Lm
ES057E	700710	2094350	S <sub>0</sub>	N56°E	48°SE	toba riolítica	Kapa TA-Lm
CG045E	697534	2093905	S <sub>0</sub>	N70°W	14°SW	andesita-toba andesítica	Kapa A-TA
ES059E	695215	2094107	Pseudoestratificación	N36°E	35°SE	riolita	Kace-Cz
ES060E	693922	2094169	Pseudoestratificación	N27°W	22°SW	toba riolítica	Kapa TA-Lm
DK14E	779873	2053177	Dique	N58°W	Vertical	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
FS017E	783509	2055985	Pseudoestratificación	N65°W	43°NE	toba andesíta	Tom-TR
F032E	784985	2055814	Foliación	N28°W	39°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
FL002E	786214	2054967	Falla	N59°W	82°SW	toba riolítica-adesíta	Tom-TR
ES021E	700609	2082812	Pseudoestratificación	N61°E	21°NW	andesíta-toba andesítica	Kapa TA-Lm
ES022E	700698	2082875	S <sub>0</sub>	N37°W	20°NE	caliza	Kace Cz
ES025E	702678	2082529	S <sub>0</sub>	N31°W	19°SW	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
CG031E	703264	2082513	S <sub>0</sub>	N41°W	20°NE	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
ES026E	704955	2081740	S <sub>0</sub>	N42°W	8°NE	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
ES029E	708943	2083028	S <sub>0</sub>	N45°E	17°SE	limolita,arenisca,conglomerado	Kace TR
ES031E	708003	2082615	S <sub>0</sub>	N14°W	33°NE	caliza	Kace Cz
ES032E	706098	2084408	S <sub>0</sub>	N80°E	30°SE	limolita,arenisca,toba andesítica	Kapa TA-Lm
CG034E	709247	2089504	S <sub>0</sub>	N73°E	22°SE	toba andesítica-brecha	Kapa TA-Lm
ES034E	710921	2089329	S <sub>0</sub>	N36°E	11°SE	caliza	Kace Cz
ES035E	710606	2093010	S <sub>0</sub>	N5°E	22°SE	toba dacítica-brecha	Kapa TA-Lm
R007E	709159	2091291	S <sub>0</sub>	N12°W	11°NE	toba dacítica	Kapa TA-Lm
ES036E	707309	2101910	S <sub>0</sub>	N84°E	47°SE	conglomerado	Ktco Ar-Cgp
ES061	692981	2094009	S <sub>0</sub>	N64°W	25°SW	brecha volcánica-caliza	Kace Cz
R016E	690680	2094638	Fractura	N50°E	19°SE	andesíta-toba andesítica	Kapa TA-Lm
ES064E	689191	2096415	S <sub>0</sub>	N69°W	37°SW	caliza	Kapa TA-Lm
ES066E	688144	2097478	Pseudoestratificación	N67°W	46°SW	toba andesítica	Kapa TA-Lm
R021E	690462	2096597	S <sub>0</sub>	N74°W	68°SW	arenisca,brecha,toba andesítica	Kapa TA-Lm
R023E	694663	2094810	S <sub>0</sub>	N35°E	47°NW	toba andesítica-andesíta	Kapa TA-Lm
CG046E	690703	2075712	Contacto	N15°W	85°NE	andesita-granito	Kapa TA-Lm

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 19 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
ES067E	690310	2075782	Contacto	N12°E	65°NW	andesita-toba andesítica	Kapa TA-Lm
CG047E	689320	2076548	S <sub>0</sub>	N60°W	45°NE	andesita-toba andesítica	Kapa TA-Lm
CG048E	688680	2077372	S <sub>0</sub>	N49°W	33°NE	arenisca,limolita-arenisca	Kapa TA-Lm
ES070E	688232	2078275	S <sub>0</sub>	N37°W	45°NE	limolita-arenisca	Kapa TA-Lm
ES071E	688224	2078576	Pseudoestratificación	N8°W	12°NE	andesita-toba andesítica	Kapa TA-Lm
ES072E	687416	2079068	Pseudoestratificación	N86°W	32°NE	toba andesítica	Kapa TA-Lm
ES073E	686594	2079063	Pseudoestratificación	N34°W	52°NE	toba andesítica	Kapa TA-Lm
R024E	685456	2078903	Contacto	N-S		toba andesítica	Kapa TA-Lm
ES074E	684507	2078357	Pseudoestratificación	N27°W	20°SW	toba andesítica	Kapa TA-Lm
R027E	681831	2078512	S <sub>0</sub>	N51°W	22°SW	andesita	Kapa TA-Lm
ES075E	683315	2078664	S <sub>0</sub>	N28°E	16°NW	toba	Kapa TA-Lm
ES076E	680873	2079215	S <sub>0</sub>	N10°W	45°NE	toba andesítica	Kapa TA-Lm
ES078E	680122	2077673	S <sub>0</sub>	N6°E	49°SE	limolita,arenisca,toba andesítica	Kapa TA-Lm
ES79E	679287	2077694	S <sub>0</sub>	N17°E	68°NW	arenisca-limolita	Kapa Lu-Cz
ES81E	678244	2078088	S <sub>0</sub>	N59°W	24°NE	arenisca-limolita	Kapa Lu-Cz
ES082E	680923	2079740	S <sub>0</sub>	N37°W	46°NE	andesita-limolita,arenisca	Kapa TA-Lm
ES085E	686625	2080221	Pseudoestratificación	N44°W	63°NE	andesita,limolita,arenisca	Kapa TA-Lm
ES086E	686734	2080775	S <sub>0</sub>	N41°W	36°NE	andesita,limolita,arenisca	Kapa TA-Lm
ES087E	685596	2082243	S <sub>0</sub>	N22°W	29°NE	andesita,limolita,arenisca	Kapa TA-Lm
CG052E	683310	2083999	S <sub>0</sub>	N2°W	43°NE	toba andesítica-caliza	Kapa TA-Lm
ES089E	683550	2085656	S <sub>0</sub>	N41°W	51°SW	limolita-lutita	Kapa TA-Lm
ES090E	682696	2086441	S <sub>0</sub>	N55°W	24°NE	limolita-lutita	Kapa TA-Lm
ES091E	681824	2086782	S <sub>0</sub>	N32°W	47°SW	limolita-lutita	Kapa TA-Lm
ES092E	680084	2088376	S <sub>0</sub>	N-S	56°E	limolita,lutita,caliza	Kapa TA-Lm
R031E	677616	2089559	S <sub>0</sub>	N59°W	71°NE	limolita,arenisca,caliza	Kapa TA-Lm
ES098E	676303	2089926	S <sub>0</sub>	N37°W	85°NE	arenisca,lutita,caliza	Kapa Lu-Cz
ES099E	676626	2087290	S <sub>0</sub>	N77°W	82°SW	arenisca,lutita,caliza	Kapa Lu-Cz
ES100E	676846	2088689	S <sub>0</sub>	N8°W	42°NE	limolita-arenisca	Kapa Lu-Cz
R033E	694040	2090591	Contacto	N47°W	32°SW	andesita-caliza	Kapa A-TA
CG053E	693438	2091225	Contacto	N57°E	65°NW	andesita-caliza	Kapa A-TA

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 20 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
ES102E	691718	2091047	S <sub>0</sub>	N39°W	16°SW	andesita,caliza,arenisca	Kapa A-TA
ES103E	691008	2091843	S <sub>0</sub>	N63°W	18°SW	limolita,caliza arcillosa	Kapa A-TA
ES104E	690031	2091679	S <sub>0</sub>	N86°W	10°SW	limolita, caliza arcillosa	Kapa A-TA
ES106E	689330	2092678	S <sub>0</sub>	N87°W	26°SW	limolita,caliza arcillosa	Kapa A-TA
R035E	688874	2093573	Pseudoestratificación	N18°E	32°NW	arenisca-brecha	Kapa A-TA
CG055E	688229	2094918	S <sub>0</sub>	N34°E	26°NW	riolita-limolita	Kapa TA-Lm
R041E	686963	2095230	S <sub>0</sub>	N47°E	47°SE	limolita-caliza	Kapa TA-Lm
ES108E	675905	2093836	S <sub>0</sub>	N35°W	32°SW	andesíta,limolita,lutita	Kapa TA-Lm
CG057E	677054	2095097	S <sub>0</sub>	N74°E	53°NW	arenisca,andesita-lutita,caliza	Kapa TA-Lm
ES109E	677643	2096071	S <sub>0</sub>	N23°E	24°SE	arenisca-lutita	Kapa TA-Lm
ES112E	677267	2094144	S <sub>0</sub>	N45°W	56°NE	andesíta-toba andesítica	Kapa TA-Lm
R043E	679565	2093929	S <sub>0</sub>	N10°E	23°SE	limolita-arenisca	Kapa TA-Lm
ES114E	679185	2094790	S <sub>0</sub>	N66°E	17°SE	limolita-arenisca	Kapa TA-Lm
ES115E	679454	2095834	S <sub>0</sub>	N16°W	60°NE	limolita-arenisca	Kapa TA-Lm
ES116E	680909	2096381	S <sub>0</sub>	N25°E	13°SE	limolita	Kapa TA-Lm
ES117E	681692	2098522	S <sub>0</sub>	N6°E	11°SE	toba andesítitca-andesíta	Kapa TA-Lm
R016E	682383	2098748	S <sub>0</sub>	N28°E	86°NW	andesíta	Kapa A-TA
R045E	698836	2091687	Fractura	N73°W	33°NE	andesíta-brecha	Kapa A-TA
R049E	700362	2091446	Pseudoestratificación	N62°E	21°SE	andesíta	Kapa TA-Lm
R050E	702585	2090505	Pseudoestratificación	N48°W	11°SW	toba andesíta-andesíta	Kapa TA-Lm
R052E	702910	2091747	Fractura	N80°W	29°SW	andesíta	Kapa TA-Lm
P017E	697566	2101736	Fractura	N52°W	78°NE	granito	Tpae Gr-Gd
ES119E	695882	2101717	S0	N73°E	22°SE	riolíta	Kce TR
ES120E	693030	2101587	Pseudoestratificación	N49°E	28°SE	conglomerado	Kce TR
CG060E	692652	2101236	Fractura	N26°W	78°NE	limolita	Kce TR
ES121E	763203	2052523	S <sub>0</sub>	N65°W	40°SW	caliza	Kace Cz
ES124E	761368	2055010	S <sub>0</sub>	N38°W	40°NE	conglomerado	Ka TA-Lm
P020E	726845	2070687	Pseudoestratificación	N80°W	22°SW	riolíta	Kapa TA-Lm

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 21 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
<b>R060E</b>	716953	2061087	Falla	N88°E	89°SE	riolíta	Kapa A-Ta
<b>P021E</b>	789239	2060648	Falla	N72°E	53°NW	Gt	TR Ji MAr-F
<b>ES127E</b>	684275	2099701	S <sub>0</sub>	N69°E	24°SE	toba riolítica	Kce TR
<b>R066E</b>	752102	2000695	Fractura	N44°W	49°NE	andesíta	Kapa A-Ar
<b>F002E</b>	758130	2005833	Foliación	N87°E	56°SE	Filitas-Cuarcitas	Pp TR Gn-E
<b>ES130E</b>	731951	2001695	S <sub>0</sub>	N61°W	46°SW	conglomerado-arenisca	Ka Lm-Cz
<b>ES132E</b>	760967	1994903	S <sub>0</sub>	N7°E	52°SE	conglomerado-arenisca	Kapa A-Ar
<b>ES133E</b>	677481	2100926	S <sub>0</sub>	N25°W	20°SW	conglomerado-arenisca	Ktco Ar-Cgp
<b>R070E</b>	655962	2074749	S <sub>0</sub>	N73°E	48°SE	metacaliza	Kapa Lu-Cz
<b>R071E</b>	638360	2058834	Flujo	N70°E	56°SE	toba dacítica	Ka A-Cz
<b>ES134E</b>	707280	2011925	S <sub>0</sub>	N65°W	67°NE	caliza	Ka Lm-Cz
<b>ES135E</b>	699504	2013108	S <sub>0</sub>	N10°W	40°NE	caliza-lutita	Kapa Lu-Cz
<b>CG067E</b>	682164	2027207	S0	N32°E	44°SE	hornfels	Kapa Lu-Cz
<b>R074E</b>	675007	2040743	Fractura	N53°E	72°NW	granito	Tpae Gr-Gd
<b>ES137E</b>	676122	2098713	S <sub>0</sub>	N39°E	27°SE	limolita,arenisca,andesíta	Kapa TA-Lm
<b>P023E</b>	695882	2095530	Fractura	N64°E	54°SW	brecha	Kce TR
<b>ES141E</b>	695719	2087847	S <sub>0</sub>	N13°E	30°NW	brecha riolítica y toba riolítica	Kapa A-TA
<b>ES142E</b>	694529	2086699	S <sub>0</sub>	N74°E	55°NW	caliza	Kace Cz
<b>ES143E</b>	695090	2077000	S <sub>0</sub>	N35°W	43°SW	limolita-arenisca	Kapa TA-Lm
<b>ES145E</b>	696572	2076487	S <sub>0</sub>	N14°W	42°SW	arenisca,lutita,caliza	Kapa TA-Lm
<b>ES146E</b>	697175	2076757	Pseudoestratificación	N5°W	27°SW	andesita-toba andesítica	Kapa TA-Lm
<b>ES147E</b>	699200	2078457	Pseudoestratificación	N33°W	41°SW	andesita-toba andesítica	Kapa TA-Lm
<b>ES148E</b>	700141	2077437	Pseudoestratificación	N47°W	21°SW	andesita-toba andesítica	Kapa TA-Lm
<b>ES149E</b>	702486	2076097	Pseudoestratificación	N10°W	26°SW	toba andesítica	Kapa TA-Lm
<b>ES150E</b>	703964	2076745	S <sub>0</sub>	N60°W	29°SW	caliza	Kapa TA-Lm
<b>ES152E</b>	705211	2077275	Pseudoestratificación	N49°W	15°SW	caliza	Kace Cz
<b>ES153E</b>	681439	2073671	S <sub>0</sub>	N26°W	87°SW	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
<b>ES157E</b>	682091	2073525	S <sub>0</sub>	N45°W	40°NE	toba andesítica-limolita-arenisca,caliza	Kapa TA-Lm

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 22 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
<b>R096E</b>	683658	2074159	Flujo	N12°W	19°NE	andesíta	Kapa TA-Lm
<b>ES158E</b>	682883	2075490	S <sub>0</sub>	N31°W	50°SW	andesíta,arenisca,limolita	Kapa TA-Lm
<b>ES159E</b>	693884	2078660	S <sub>0</sub>	N8°W	36°SW	caliza	Kapa TA-Lm
<b>ES160E</b>	692714	2078214	S <sub>0</sub>	N10°W	37°SW	arenisca	Kapa TA-Lm
<b>ES161E</b>	688166	2073553	S <sub>0</sub>	N87°W	53°NE	lutita-arenisca	Kapa TA-Lm
<b>P028E</b>	686572	2074896	Flujo	N70°E	54°NW	dacita	Kapa TA-Lm
<b>ES162E</b>	694803	2075792	S <sub>0</sub>	N20°W	49°SW	lutita-arenisca	Kapa TA-Lm
<b>ES164E</b>	701513	2074728	Pseudoestratificación	N25°W	15°SW	toba andesíta	Kapa TA-Lm
<b>F004E</b>	778281	2054346	Foliación	N74°W	32°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F005E</b>	777740	2056002	Foliación	N87°E	21°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F006E</b>	776873	2056231	Foliación	N73°W	37°SW	toba andesíta-andesíta	TR Ji MAr-F
<b>F007E</b>	777152	2054581	Foliación	N24°E	44°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F008E</b>	777121	2053738	Foliación	N41°E	74°SE	arenisca-filita	TR Ji MAr-F
<b>F012E</b>	774706	2058237	Foliación	N87°E	30°SE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F013E</b>	773650	2059772	Foliación	N45°W	41°NE	filita,cuarcita,andesíta	TR Ji MAr-F
<b>F014E</b>	773368	2060788	Foliación	N30°W	35°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F015E</b>	780763	2057546	Foliación	N82°W	33°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F016E</b>	7776551	2059027	Foliación	N47°W	34°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F017E</b>	779153	2060308	Foliación	N78°W	46°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F018E</b>	779163	2061572	Foliación	N37°W	43°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F021E</b>	778167	2062849	Foliación	N37°E	42°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F023E</b>	775997	2063837	Foliación	N53°E	28°NW	metaarenisca	TR Ji MAr-F
<b>F024E</b>	773965	2064110	Foliación	N4°W	47°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>R103E</b>	772291	2064531	Falla	N62°W	23°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>041</b>	731073	2074930	Fractura	N7°W	27°NE	arenisca	Ktco Ar-Cgp
<b>042</b>	690870	2069071	S <sub>0</sub>	N72°W	60°NE	limolita-arenisca	Kapa Ar-Lm
<b>043</b>	687931	2056133	S <sub>0</sub>	N2°W	47°NE	limolita-arenisca	Kapa Lu-Cz
<b>045</b>	689400	2016468	S <sub>0</sub>	N36°W	82°NE	lutita-arenisca	Kapa Lu-Cz

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 23 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
047	784464	2010293	Falla	N27°E	54°SE	granito	Tpae Gr-Gd
050	702800	2072411	S <sub>0</sub>	N10°E	18°NW	caliza	Kapa TA-Lm
052	705216	2065788	Fractura	N40°E	52°NW	andesíta-toba andesítica	Kapa A-TA
054	705922	2061726	Fractura	N11°E	57°NW	brecha volcánica	Kapa A-TA
057	687552	2057834	S <sub>0</sub>	N23°W	31°NE	lutita-arenisca	Kapa Lu-Cz
067	677318	2040471	Foliación	N48°W	41°SW	metalutita	Kapa Lu-Cz
071	805497	2044208	Fractura	N25°W	23°SW	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
CC8	805908	2047577	Contacto	N17°W	35°NE	andesíta-arenisca	Teo A-Da
007	792672	2024486	S <sub>0</sub>	N35°W	30°NE	caliza	Kace Cz
009	792540	2043198	Fractura	N35°W	61°SW	skarn	Tpae Gr-Gd
014	784658	2059567	S <sub>0</sub>	N70°W	21°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
018	787478	2017344	Foliación	N43°W	21°NE	metaandesíta	TR E-F
020	781000	2012362	Fractura	N13°E	70°SE	hornfels	Pp TR Gn-E
021	770252	2012131	Foliación	N43°E	37°SE	esquieto	Pp TR Gn-E
023	733641	2009278	S <sub>0</sub>	N24°W	22°SW	areisca-brecha	Kapa A-Ar
024	737328	2018199	Fractura	N23°W	80°SW	granito-andesíta	Tpae Gr-Gd
028	735456	2038261	Foliación	N78°W	23°SW	filita-cuarcita	Js Mv
032	746021	2054172	S <sub>0</sub>	N3°E	31°NW	limolita,andesíta,brecha	Ka Cgp-Ar
SJC-051	751567	2090169	Foliación	N84°	53°SE	Filitas	TR Ji MAr-F
SJC-052	751568	2088381	Foliación	N46°W	30°SW	Filitas-pizarras	TR Ji MAr-F
DA-001	741748	2096393	PseudoestratificaciónE.	N63°E	10°SE	Tobas andesíticas	Tom Ar
DA-002	744354	2095395	S <sub>0</sub>	N70°W	04°NE	Arenisca conglomerado polimictico	Ktco Ar-Cgp
M-3	0749732	1997557	Falla	S15°E	52°SW	Metatoba andesítica	Kapa A-Ar
M-16	0752094	2001845	Fractura	S89°E	65°SW	Metafilita	Pp TR Gn-E
M-17	0741803	2010242	Falla	S80°W	54°NW	Esquistos	Pp TR Gn-E
M-19	0748359	2009729	Foliación	S82°W	25°NE	Esquistos	Pp TR Gn-E
M-35	0778115	2002572	Falla normal	S80°W	85°SE	Toba	Tpae Gr-Gd
M-46	0781174	1999807	Falla	N45°W	85°SW	Toba	Kapa A-Ar
M-50	0779850	1997260	Falla	N30°W	30°SW	Andesita-Basalto	Kapa A-Ar
M-73	0765660	1994374	Falla	N12°W	21°SW	Toba dacítica	Kapa A-Ar
M-74	0764454	1994171	Contacto	N55°W	15°SE	Toba litica	Kapa A-Ar
M-76	0761623	1996643	Pseudoestratificación	N30°W	25°NE	Dacita	Kapa A-Ar

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 24 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
M-78	0758456	1997400	Falla	N66°W	80°SW	Caliza	Kapa A-Ar
M-79	0754629	1996751	Pseudoestratificación	N50°W	42°NE	Dacita	Kapa A-Ar
M-80	0768465	1996628	Contacto	N10°E	55°NW	Intrusivo	Kapa A-Ar
M-82	0769658	1998022	Diaclasamien	N45°E	43°NW	Toba andesítica	Kapa A-Ar
M-83	0770096	1998864	Flujo	N20°E	66°SE	Intrusivo	Kapa A-Ar
M-85	0770115	2000709	S <sub>0</sub>	N70°W	50°SW	Granito	Kapa A-Ar
M-86	0770402	2001606	Pseudoestratificación	N	56°E	Dacita	Kapa A-Ar
M-89	0767578	1997395	Fractura	N10°E	76°NW	Andesita	Kapa A-Ar
M-97	0754123	2098334	Contacto	N50°E	40°SE	Brecha	Qpt Ar-Cg
M-114	0762279	1998965	Psuedoestra	N50°E	52°SE	Toba andesítica	Kapa A-Ar
M-116	0764174	2005035	Flujo	N60°W	15°NE		Pp TR Gn-E
M-117	0766222	2013917	Foliación	E-W	54°S		TRi E-F
M-119	0766671	2013369	Falla	N76°W	60°NE		TRi E-F
M-120	0767664	2013428	Foliación	N78°E	28°SE	Metamórfica	TRi E-F
M-122	0764148	2015214	Foliación	N70°E	25°SE	Esquistos	TRi E-F
M-124	0765535	2016044	Foliación	N52°E	45°SE	Esquistos	TRi E-F
M-125	0765050	2016876	Foliación	N75°E	46°SE	Toba	TRi E-F
M-126	0765035	2017747	Foliación	N75°E	54°SE	Pizarras-esquistos	TRi E-F
M-129	0763966	2018503	Foliación	E-W	26°N	Pizarras	TRi E-F
M-131	0762937	2018483	Foliación	N75°E	61°NW	Toba	TRi E-F
M-133	0763756	2013413	Foliación	N79°E	31°NW	Esquistos	TRi E-F
M-134	0762939	2012803	Foliación	S36°E	28°NE	Toba andesítica	TRi E-F
GM-5	0765690	2100131	Psuedoestra	N85°W	45°NE	Andesita	Teo A-Da
GM-12	0754423	2092205	Foliación	N32°E	49°SE	Metamórfica	TR Ji MAr-F
GM-16	0759522	2089435	Foliación	N60°E	85°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
GM-24	0768161	2080425	Foliación	N55°W	59°SW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
GM-25	0768971	2077475	Falla	N06°W	20°SW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
GM-26	0767720	2079652	Foliación	N70°E	57°SW	Metamórfica	TR Ji MAr-F
GM-32	0763886	2077556	Foliación	N05°E	50°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
GM-35	0763190	2081744	Foliación	N23°W	45°NE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
GM-36	0752005	2091470	Foliación	N05°E	89°NW	Metamórfica	TR Ji MAr-F
GM-37	0753140	2090596	Foliación	N04°E	40°NW	Metamórfica	TR Ji MAr-F
GM-38	0755463	2089245	Foliación	N45°E	40°NW	Metamórfica	TR Ji MAr-F

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 25 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
<b>GM-39</b>	0755721	2087722	Foliación	N42°E	30°NW	Gneis	TR Ji MAr-F
<b>GM-42</b>	0755666	2085798	Foliación	N26°W	65°NE	Intrusivo	TR Ji MAr-F
<b>GM-43</b>	0754531	2085817	Foliación	N10°W	66°SW	Metamórfica	TR Ji MAr-F
<b>GM-45</b>	0754608	2083997	Foliación	S40°W	41°NW	Metamórfica	TR Ji MAr-F
<b>GM-49</b>	0749642	2092410	Pseudoestratificación	N50°W	20°NE	Volcánica	Ktco Ar-Cgp
<b>GM-52</b>	0748545	2088913	Pseudoestratificación	N15°W	80°SW	Volcánica	Ktco Ar-Cgp
<b>GM-54</b>	0748033	2087333	Pseudoestratificación	N26°W	29°NE	Volcánica	Ktco Ar-Cgp
<b>GM-55</b>	0747398	2087100	Pseudoestratificación	N55°W	11°SW	Volcánica	
<b>GM-56</b>	0746692	2086300	Flujo	N32°W	04°NE	Volcánica	Ktco Ar-Cgp
<b>CG078E</b>	0764995	2050413	Contacto	N8°E	32°NW	toba andesítica,arenisca,limolita	Ka Lm-Cz
<b>ES165E</b>	0758471	2055893	S <sub>0</sub>	N48°W	45°NE	lutita-arenisca	Kapa TA-Lm
<b>F026E</b>	0759310	2056739	Foliación	N29°E	42°SE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F027E</b>	0760110	2057245	Foliación	N55°E	26°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>ES166E</b>	0760514	2058863	S <sub>0</sub>	N38°W	25°NE	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
<b>ES170E</b>	0809044	1993692	S <sub>0</sub>	N82°W	40°SW	limolita-toba andesítica	Kapa TA-Lm
<b>CG081E</b>	0766150	2049188	S <sub>0</sub>	N18°W	14°NE	arenisca,limolita,toba andesítica	Kapa TA-Lm
<b>F029E</b>	0766070	2050253	Foliación	N80°W	27°SW	filita-cuarcita	Kapa TA-Lm
<b>ES172E</b>	0766632	2050478	S <sub>0</sub>	N43°W	22°NE	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
<b>F030E</b>	0768079	2050085	Foliación	N35°E	36°SE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>ES173E</b>	0765233	2051302	S <sub>0</sub>	N32°W	26°SW	arenisca-limolita	Kapa TA-Lm
<b>R110E</b>	0774220	2052674	Falla	N83°W	88°SW	granito	Jo Kh Gr
<b>CG083E</b>	0772474	2054746	Foliación	N12°W	32°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F031E</b>	0771686	2055627	Foliación	N81°W	19°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F034E</b>	0770891	2056797	Falla	N64°W	28°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F035E</b>	0757898	2056429	Foliación	N18°E	30°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F037E</b>	0756002	2056892	Foliación	N49°E	28°SE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F038E</b>	0755354	2057394	Foliación	N48°W	60°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F039E</b>	0754356	2058482	Falla Inv	N6°E	19°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F042E</b>	753581	2056993	Foliación	N83°W	56°SW	Gneiss	TR Ji MAr-F
<b>F043E</b>	754398	2056143	Foliación	N11°W	15°NE	Gneiss	TR Ji MAr-F

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 26 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
<b>R112E</b>	755347	2055290	Falla	N82°E	33°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>R113E</b>	756681	2053641	Fractura	N47°E	47°NW	dacita-riolita	Kapa A-TA
<b>ES174E</b>	758167	2053270	Pseudoestratificación	N8°W	33°NE	toba andesítica	Kapa A-TA
<b>ES175E</b>	0759373	2052974	Pseudoestratificación	N25°W	24°NE	toba andesítica	Kapa A-TA
<b>T4</b>	0762093	2053405	Falla Rbo	N66°W	83°SW	toba andesítica,arenisca,limolita	Kapa Lm-Cz
<b>T5</b>	0760948	2054016	S <sub>0</sub>	N7°W	38°NE	arenisca	Kapa Lm-Cz
<b>T6</b>	0758951	2054176	S <sub>0</sub>	N55°E	33°NW	arenisca-limolita	Kapa Lm-Cz
<b>LC-1</b>	0805212	2039128	Falla Nor	N16°W	78°SW	granito	Tpae Gr-Gd
<b>LC-2</b>	0809215	2040731	S <sub>0</sub>	N88°E	42°SE	brecha	Kapa A-TA
<b>LC-3</b>	0805651	2049327	S <sub>0</sub>	N78°W	21°SW	areniscas-limolitas	Ktco Ar-Cgp
<b>LC-7</b>	0799352	2053495	S <sub>0</sub>	N27°W	30°NE	brecha	Kapa A-Ar
<b>LC-10</b>	0793237	2052321	Falla	N46°E	78°SE	andesita	Kapa A-TA
<b>F045E</b>	7409362	2063285	Falla	N55°E	49°SE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F046E</b>	0748396	2064181	S <sub>01</sub>	N72°W	25°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F047E</b>	0747658	2065310	S <sub>01</sub>	N60°E	25°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F048E</b>	0746657	2066764	S <sub>01</sub>	N56°E	38°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>ES181E</b>	0735450	2073574	S <sub>0</sub>	N52°W	10°NE	arenisca-limolita	Ktco Ar-Cgp
<b>F050E</b>	0740096	2072901	S <sub>0</sub>	N12°W	62°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>R116E</b>	0742172	2072882	Fractura	N36°E	55°NW	andesita	Kapa Lm-Cz
<b>R117E</b>	0743192	2071821	S <sub>01</sub>	N5°W	10°NE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>ES182E</b>	0745156	2073088	S <sub>0</sub>	N50°W	33°NE	arenisca-lutita	Kapa TA-Lm
<b>ES185E</b>	748442	2073251	S <sub>0</sub>	N8°W	32°SW	arenisca,lutita,graodiorita	Kapa TA-Lm
<b>ES186E</b>	749126	2072399	S <sub>0</sub>	N37°W	27°SW	arenisca,lutita,graodiorita	Kapa TA-Lm
<b>R118E</b>	749769	2072972	Pseudoestratificación	N33°W	23°NE	toba dacitica	Kapa TA-Lm
<b>R120E</b>	741992	2067229	S <sub>01</sub>	N48°W	48°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F052E</b>	0751836	2063982	S <sub>01</sub>	N39°E	24°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F054E</b>	0754083	2064280	S <sub>01</sub>	N20°E	21°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
<b>F056E</b>	0755775	2064937	S <sub>01</sub>	N13°W	32°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 27 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
ES187E	0756897	2064125	S <sub>01</sub>	N63°W	51°SW	conglomerado polimictico	TR Ji MAr-F
F058E	0756986	2065443	S <sub>01</sub>	N3°E	34°NW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
F059E	0758701	2066045	S <sub>01</sub>	N16°W	72°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
R121E	0759907	2068605	Pseudoestratificación	N85°E	10°NW	granito-granodiorita	Kapa A-TA
R123E	0757725	2062994	S <sub>0</sub>	N35°E	37°NW	caliza-limolita	Ka Cgp-Ar
CG092E	0758759	2062863	S <sub>0</sub>	N36°W	26°NE	arenisca-limolita,conglomerado	Ka Cgp-Ar
ES190E	0759975	2063241	S <sub>0</sub>	N22°W	32°NE	conglomerado polimictico	Ka Cgp-Ar
F060E	0755173	2052453	Foliación	N34°W	46°SW	filita,cuarcita,toba andesítica,andesíta	TR Ji MAr-F
F061E	0753705	2052136	Foliación	N16°W	41°SW	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
CG093E	0752457	2050772	Foliación	N56°W	47°NE	andesita,toba andesítica,caliza	Kapa Lu-Cz
ES192E	0752219	2050265	S <sub>0</sub>	N40°W	61°SW	dacita	Kapa Lu-Cz
ES195E	0636947	2055912	S <sub>0</sub>	N43°W	58°NE	brecha	Ka A-Cz
ES196E	0639412	2056550	Pseudoestratificación	N69°E	14°SE	toba andesítica	Ka A-Cz
F062E	0639553	2058111	Foliación	N34°W	28°SW	toba andesítica, caliza	Kace Cz
R128E	640084	2062023	Pseudoestratificación	N74°E	40°NW	andesíta,toba andesítica,caliza	Ka A-Cz
R130E	647410	2066878	Fractura	N79°W	29°SW	andesita, toba andesítica	Ka A-Cz
ES193E	0642740	2052862	S <sub>0</sub>	N55°E	32°SE	caliza-andesíta	Kace Cz
ES194E	0641817	2053315	Pseudoestratificación	N69°E	45°SE	adesíta,toba andesítica	Ka A-Cz
R131E	646539	2065641	Fractura	N82°W	60°NE	andesítica	Ka A-Cz
ES197E	646306	2066269	Pseudoestratificación	N16°E	36°SE	toba adesítica-andesíta	Ka A-Cz
R132E	649246	2071466	S <sub>0</sub>	N41°W	35°NE	arenisca-limolita	Ka A-Cz
ES198E	6449608	2072111	S <sub>0</sub>	N74°W	46°SW	caliza	Kapa Lu-Cz
R134E	0658275	2072754	Pseudoestratificación	N88°W	80°NE	hornfels	Kapa Lu-Cz
F063E	0654424	2072872	Foliación	N80°W	81°NE	toba andesítica	Kapa Lu-Cz
R135E	0655214	2072433	Foliación	N53°W	48°NE	hornfels	Kapa Lu-Cz
R136E	0651685	2072509	S <sub>0</sub>	N71°W	80°NE	hornfels	Kapa Lu-Cz
CG094E	0647941	2054446	S <sub>0</sub>	N65°E	60°SE	andesíta, toba andesítica, caliza	Ka A-Cz
R137E	0647980	2055349	Falla Rbo	N76°E	70°NW	brecha, toba andesítica	Ka A-Cz

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 28 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
<b>R138E</b>	0647289	2057702	Falla Norm	N35°W	Vertical	conglomerado	Ka A-Cz
<b>R139E</b>	0646757	2058853	Pseudoestratificación	N89°E	43°SE	andesita, toba andesítica	Ka A-Cz
<b>R141E</b>	0650759	2056144	S <sub>0</sub>	N73°E	20°SE	brecha polimictica	Ka A-Cz
<b>R142E</b>	0651918	2055605	Foliación	N73°E	48°NW	toba andesítica	Ka A-Cz
<b>CG096E</b>	0651125	2057326	Foliación	N40°E	52°SE	areisca, lutita, caliza	Ka A-Cz
<b>R144E</b>	0650282	2058559	Foliación	N10°E	70°NW	caliza, andesita, toba andesítica	Ka A-Cz
<b>F064E</b>	0651750	2059626	Foliación	N33°E	81°NW	andesita	Ka A-Cz
<b>ES199E</b>	0655658	2054932	S <sub>0</sub>	N29°E	84°NW	toba andesítica-caliza	Ka A-Cz
<b>F065E</b>	0657012	2055565	S <sub>01</sub>	N43°E	33°SE	caliza	Kapa Lu-Cz
<b>R146E</b>	0663570	2060437	Fractura	N5°E	28°NW	granito	Tpae Gr-Gd
<b>R148E</b>	0665672	2063728	Dique	N75°W	Vertical	granito	Tpae Gr-Gd
<b>R151E</b>	0667760	2066535	Fractura	N46°E	54°SE	granito	Tpae Gr-Gd
<b>R152E</b>	0667537	2068015	S <sub>0</sub>	N38°W	72°SW	hornfels	Kapa Lu-Cz
<b>R153E</b>	0672007	2067948	Pseudoestratificación	N60°W	15°SW	toba andesita, andesita	Ka A-Cz
<b>ES200E</b>	0674005	2068097	S <sub>0</sub>	N5°E	23°SE	lutita, toba andesítica	Kapa Lu-Cz
<b>R155E</b>	0666533	2060702	Foliación	N69°E	65°NW	toba andesítica, hornfels	Ka A-Cz
<b>ES201E</b>	0667590	2060565	S <sub>0</sub>	N22°W	82°NE	toba andesítica, andesita, lutita	Ka A-Cz
<b>ES202E</b>	0668255	2061003	Pseudoestratificación	N46°W	57°NE	lutita-arenisca	Ka A-Cz
<b>R156E</b>	0668792	2059398	S <sub>0</sub>	N67°W	25°NE	metatoba andesita, metaarenisca, caliza	Ka A-Cz
<b>R158E</b>	0669465	2069207	S <sub>0</sub>	N17°W	22°NE	andesita, toba andesita, caliza	Ka A-Cz
<b>R160E</b>	0669950	2071540	Pseudoestratificación	N65°W	24°SW	andesita toba andesítica	Ka A-Cz
<b>ES204E</b>	0670128	2071951	S <sub>0</sub>	N83°W	43°NE	lutita	Ka A-Cz
<b>R161E</b>	0669329	2073425	S <sub>0</sub>	N32°W	40°NE	granito-arenisca, lutita	Tpae Gr-Gd
<b>ES205E</b>	0658091	2052853	S <sub>0</sub>	N10°W	14°SW	arenisca, lutita	Kapa Lu-Cz
<b>ES207E</b>	0659389	2055058	S <sub>0</sub>	N22°W	31°SW	lutita y arenisca	Ka A-Cz
<b>ES208</b>	0660264	2053514	S <sub>0</sub>	N75°W	19°NE	caliza arcillosa	Kapa Lu-Cz
<b>ES209</b>	0661278	2052044	S <sub>0</sub>	N40°W	16°SW	caliza arcillosa	Kapa Lu-Cz
<b>ES210</b>	0660859	2051219	S <sub>0</sub>	N6°E	17°SE	caliza arcillosa	Kapa Lu-Cz

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 29 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
CG099E	0662731	2052890	S <sub>0</sub>	N19°E	25°NW	arenisca,lutita,metagranito	Kapa Lu-Cz
ES212E	0663029	2052619	S <sub>0</sub>	N6°W	52°W	caliza	Kapa Lu-Cz
R162E	0665617	2052181	Fractura	N75°W	58°NE	granito	Kapa Lu-Cz
R166E	0667147	2050646	Foliación	N56°W	40°SW	granito	Tpae Gr-Gd
F066E	0665109	2051673	Foliación	N55°W	62°NE	caliza	Kapa Lu-Cz
F067E	0663982	2049463	Foliación	N76°E	41°NW	granito	TEO Gr-Gd
CG100E	0653255	2042249	S <sub>0</sub>	N12°E	32°NW	andesíta,caliza	Ka A-Cz
F068E	0651840	2043723	S <sub>01</sub>	N6°E	50°NW	caliza	Kace Cz
F069E	0650694	2045088	S <sub>01</sub>	N33°W	60°SW	caliza-andesítica	Kace Cz
F070E	0653899	2044043	S <sub>01</sub>	E-W	28°N	caliza-andesítica	Ka A-Cz
R169E	0655542	2043842	Flujo	N30°W	85°NE	toba andesítica	Ka A-Cz
R170E	0656724	2043714	Flujo	N44°W	53°NE	andesita	Ka A-Cz
CG101E	0657673	2044211	S <sub>0</sub>	N35°E	38°NW	andesita,caliza,metagranito	Ka A-Cz
F072E	0659297	2045757	Foliación	N6°E	28°NW	metagranito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
CG102E	0664520	2049679	Foliación	N45°E	25°NW	metagranito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
F073E	0666223	2049006	Foliación	N32°W	38°NE	metagranito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
F074E	0666450	2047804	Foliación	N67°W	49°NE	metagranito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
F075E	0668366	2047706	Foliación	N65°W	64°NE	metagranito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
F076E	0669264	2047743	S <sub>01</sub>	N41°W	38°NE	metagranito-granodiorita	TEO Gr-Gd
CG103E	6701167	2047707	Foliación	N60°W	47°NE	toba andesita, andesíta, caliza, granito	Tpae Gr-Gd
R171E	0671606	2047940	Foliación	N3°W	42°NE	metagranito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
R174	0653716	2055085	Falla	N86°W	84°NE	riolita-caliza	Ka A-Cz
ES213E	0677155	2070012	S0	N77°E	40°NW	caliza	Kace Cz
R175E	0675105	2071278	Fractura	N8°E	63°NW	caliza	Kace Cz
ES214E	0676430	2070241	S <sub>0</sub>	N39°E	518NW	caliza	Kace Cz
ES216E	0673484	2066311	S <sub>0</sub>	N56°W	40°NE	lutita-toba andesítica	Kapa Lu-Cz
ES217E	0673264	2063590	Pseudoestratificación	N8°E	41°SE	andesíta, toba andesítica, caliza	Ka A-Cz
ES218E	0672607	2061494	Pseudoestratificación	N26°W	67°SW	andesíta, toba andesítica, caliza	Ka A-Cz

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 30 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
ES219E	0672426	2060786	S <sub>0</sub>	N31°W	34°NE	arenisca-lutita	Ka A-Cz
ES220E	0672333	2059389	S <sub>0</sub>	N33°W	49°SW	arenisca-lutita	Ka A-Cz
ES221E	0672023	2057073	S <sub>0</sub>	N29°E	40°SE	metagranito-arenisca	Kapa Lu-Cz
ES222E	0671955	2055293	S <sub>0</sub>	N33°W	40°NE	arenisca-lutita	Ka A-Cz
ES223E	0671973	2054048	S <sub>0</sub>	N44°W	33°SW	caliza-lutita	Ka A-Cz
R177E	0660259	2061472	Dique	N75°E	Vertical	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
R178E	0660395	2062833	Fractura	N10°E	85°NW	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
074	0800753	2049532	Fractura	N11°W	27°SW	brecha	Kapa A-TA
079	0726591	2023285	Falla	N45°W	48°SW	dacita	Tpae Gr-Gd
080	0726362	2023105	Fractura	N2°E	43°NW	dacita	TEO D
084	0714891	2025852	Fractura	N14°E	50°NW	granito	Tpae Gr-Gd
087	0718933	2042431	S <sub>0</sub>	N3°W	32°SW	brecha	Kapa A-TA
089	0732962	2046102	Foliación	N13°W	60°NE	andesita	Kapa A-TA
091	0743981	2040847	Fractura	N68°W	67°SW	brecha	Js Mv
093	0749591	2050619	Fractura	N50°E	78°SE	limolita	Ka Cgp-Ar
094	0747599	2056229	Pseudoestratificación	N40°E	25°NW	brecha	Kapa Lu-Cz
095	0751076	2067537	S <sub>0</sub>	N8°W	18°NE	arenisca-filita	TR Ji MAr-F
102	0787818	2056551	Foliación	N12°W	28°NE	granito-granodiorita	TR Ji MAr-F
105	0787586	2056214	Falla	N55°E	38°SE	filita-cuarcita	TR Ji MAr-F
107	0763550	2059401	Foliación	N43°E	29°NW	toba andesítica-brecha	TR Ji MAr-F
108	0764383	2058334	Fractura	N60°W	72°NE	caliza, toba adesítica, andesita	Kapa A-TA
F078E	0654006	2042110	S <sub>01</sub>	N9°W	19°SW	metaarenisca-toba andesítica	Ka A-Cz
F079E	0654585	2040804	S <sub>01</sub>	N12°W	25°SW	metagranito	Ka A-Cz
F080E	0654914	2038213	S <sub>01</sub>	N20°E	45°NW		Ka A-Cz
F081E	0655631	2035140	Foliación	N70°W	7°SW		Tpae Gr-Gd
VL-008	0808271	2040585	S0	N50°W	50°SW	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
VL-010	0814652	2040945	Pseudoestratificación	N80°W	20°NE	Toba Riolítica	Teo A-Da
VL-023	0809559	2036309	Fractura	N23°E	30°NW	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
VL-026	0813210	2021142	Fractura	N80°E	30°SE	Andesita-Brecha Andesítica	Kapa A-TA
VL-030	0802013	2032318	Fractura	N55°W	30°SW	Andesita	Kapa A-TA
VL-031	0809985	2032323	Fractura	N40°W	55°SW	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
VL-034	0813823	2027223	Fractura	N10°E	83°NW	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 31 de 32

PUNTO	X	Y	DATO	RUMBO	ECHADO	ROCA	UNIDAD
VL-035	0816212	2027286	Fractura	N65°W	82°SW	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
VL-036	0817132	2026990	Fractura	N15°W	77°SW	granito-granodiorita	Tpae Gr-Gd
VL-038	0815815	2033935	S <sub>0</sub>	N73°W	72°SW	Andesíta	Kapa A-TA
VL-039	0815439	2035004	S <sub>0</sub>	N40°W	40°SW	Andesíta	Kapa A-TA
VL-040	0815186	2038085	S <sub>0</sub>	N60°E	30°SE	Andesíta	Kapa A-TA
VL-041	0816918	2040789	S <sub>0</sub>	N-S	84°W	Andesíta	Kapa A-TA
LC341	744637	1999502	Fractura	N50°E	60°NW	Andesita	Kapa A-Ar
LC342	748177	2013380	Foliación	N10°E	17°NW	Lutitas-Filitas	Pp TR Gn-E
LC-343	748834	2011986	Foliación	N40°W	32°NE	Lutitas	Pp TR Gn-E
LC344	751024	2005191	Foliación	N74°E	60°SE	Lutitas	Pp TR Gn-E
LC345	752237	2003105	Pseudoestratificación	N40°E	54°SE	Andesita	Kapa A-Ar
LC346	752947	1999735	Fractura	N72°W	43°NE	Andesita	Kapa A-Ar
LC347	756240	1997290	Pseudoestratificación	N40°E	72°SE	Andesitas-Tobas Andesíticas	Kapa A-Ar
LC352	760025	2001729	Fractura	N41°W	55°SW	Andesitas-Tobas Andesíticas	Kapa A-Ar
LC358	769782	1995797	Fractura	N12°W	64°SW	Tobas Andesíticas	Kapa A-Ar
LC359	769924	2010739	Foliación	70°SW	10°SE	Esquistos	Pp TR Gn-E
LC360	772813	2004715	Fractura	N78°E	46°NW	Tobas Andesíticas	Kapa A-Ar
LC361	773502	2000173	Falla	N20°W	45°NE	Andesitas	Kapa A-Ar
LC362	778339	2014895	Foliación	E-W	38°S	Esquistos	Pp TR Gn-E
LC365	782848	2009170	Foliación	N8°W	57°SW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC366	782625	2006891	Fractura	N75°E	56°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC370	788149	1996044	Fractura	N81°E	60°SE	Intrusivo	Kapa A-Ar
LC371	785088	2012663	Pseudoestratificación	N70°E	30°NW	Intrusivo	Pp TR Gn-E
LC372	786638	2015218	S <sub>0</sub>	N80°E	32°NW	Filitas	Pp TR Gn-E
LC373	786766	2015084	S <sub>0</sub>	N80°E	45°NW	Filitas	Pp TR Gn-E
LC374	791797	2003164	Falla	N56°E	58°NW	Filitas	Tpae Gr-Gd
LC375	791998	2997283	Fractura	N83°E	48°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC376	796169	2000999	Fractura	N30°W	70°NE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC377	794305	2006999	Fractura	N05°W	36°NE	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC378	794581	2007450	Fractura	N51°E	40°NW	Intrusivo	Tpae Gr-Gd
LC380	796347	2017822	Fractura	N71°W	43°NE	Andesitas	Kapa A-TA
LC384	805880	2013227	S <sub>0</sub>	NE40°	60°NW	Conglomerado	Kapa A-TA
LC386	805106	1996273	S <sub>0</sub>	N28°E	35°SE	Conglomerado-Arenisca	Kapa A-TA

**TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

Hoja 32 de 32

<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>DATO</b>	<b>RUMBO</b>	<b>ECHADO</b>	<b>ROCA</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>LC387</b>	807183	2000317	Fractura	N11°E	33°NW	Andesitas-Tobas epidotizadas	Kapa A-TA
<b>LC388</b>	808026	2000745	Foliación	N10°E	45°ND	Andesita	Kapa A-TA
<b>LC392</b>	809919	2000264	Foliación	NW°20	48°SW	Andesita	Kapa A-TA
<b>LC394</b>	814953	2005303	S <sub>0</sub>	N4°W	67°NE	Areniscas y Limolitas	Kapa A-TA
<b>LC397</b>	809409	2015871	S <sub>0</sub>	N10°E	32°SE	Arenisca-Conglomerado polimictico	Kapa A-TA
<b>LC 398</b>	809225	2020050	S1	NW80°	52°SW	Andesita	Kapa A-TA
<b>LC399</b>	815335	2015713	Fractura	N65°W	25°NE	Andesita	Kapa A-TA
<b>LC-400</b>	816100	2013500	S <sub>0</sub>	NW65°	10°SW	Vulcanosedimentario	Kapa A-TA

TABLA DE RESULTADOS PETROGRÁFICOS DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS ESCALA 1:250,000

MUESTRA	X	Y	UNIDAD	TEXTURA	ESENCIALES	ACCESORIOS	MATRIZ O CEMENT.	ALTERACION	CLASIFICACION	ORIGEN	METAMORFISMO	FACIES	CLASE
LC-98	699918	2024916	Kapa Lu-Cz	Microcristalina orientada	Cal/Micritia/Dal > 75%, Mat. Orq 5-25%, Qtz < 5%	Oxidos de Hierro 5-25%	Calclreos		Meta Cal. Micrit. c/escas. Oolinos	Sedimentario			
LC-99	710758	2039620	Kapa A-TA	Microcristalina fluida	Frag. Roca 25-50%, Pl-Vidrio 5-25%, Esf < 5%	Hem-Cal 5-25%	Vidrio-Plagioclasa		Toba Litica Andesitica	Piroclástico			
LC-100	732276	2049126	Kapa A-TA	Microcristalina porfídica	Pl 50-75%, Qtz-Hbl 5-25%	Ep-Tr-Aci 5-25%, Chl-Min Op < 5%	Cuarzo-Plagioclasa		Meta dacita porf. Hbl epido	Ígneo extrusivo			
LC-101	736308	2043602	Kapa A-TA	Traquítica Porfídica	Sa-And 25-50%	Chl-Ep-Prh-Qtz 5-25%, Min Op < 5%	Feldespatos		Traquandesta Epidotizada	Ígneo Extrusivo			
LC-102	738395	2027252	Tpaes Gr-Gd	En Mortero	Olig 50-75%, Qtz-Ferromag alt. 5-25%, Esf < 5%	Chl-Ep-Prh-Qtz 5-25%, Min Op < 5%	Plagioclasa-Qtz	Clorita-Epidota	Meta tonalita alterada	Ígneo Intrusivo con metamorfismo	Regional-Cataclasis		
LC-103	764382	2031584	Js MV	Microcristalina porfídica fluida	Olig 50-75%, Qtz 5-25%	Ser 25-50%, Clorita, Minerales Opacos 5-25%	Cuarzo-Plagioclasa		Meta dacita sericitizada	Ígneo Extrusivo			
LC-104	768654	2032754	Js MV	Microcristalina orientada	Qtz 50-75%, Frag roca 5-25%	Sericita-Oxid de hierro 5-25%	Cuarzo		Meta brecha cuarzosa	Sedimentario			
LC-107	785619	2030368	Tpaes Gr-Gd	Hipidiomorfa	Olig 50-75%, Bt-Hbl-Aug 25-50%, Qtz-Orto 5-25%	Min Op < 5%	Plagioclasa		Diorita de biotita-hornoblenda	Ígneo Intrusivo			
LC-108	800904	2037774	Tpaes Gr-Gd	Granuda Alotriomorfa	Or 52-75%, Olig 25-50%, Qtz 5-25%	Epidota, Sericita 5-25%	Feldespatos		Granito Caolcoalcino de Bt. Epid.	Ígneo Intrusivo			
LC-109	816141	2042000	Teo A-Da	Microcristalina	Pl 25-50%, Hem-Frag. Roca 5-25%	Calclita 5-25%	Hematita-Plagioclasa		Toba litica Andesitica	Piroclástico			
LC-111	687881	2021437	Kapa Lu-Cz	Microcristalina orientada	Cal/Micritia > 75%, Qtz-Pl < 5%	Oxidos de Hierro 5-25%	Calclreos		Meta Caliza Micritica	Sedimentario			
LC-113	712416	2020474	Ka Lm-Cz	Microcristalina	Pl 25-50%, Hem-Frag. Roca 5-25%	Chl-Cal 5-25%	Hematita-Plagioclasa		Toba litica Dactilica-Andesitica	Piroclástico			
LC-114	717912	2018268	Ka Lm-Cz	Criptocristalina o Microcristalina	Micritia/Cal > 75%, Hem Arcillosa 5-25%, Qtz < 5%	Min Op < 5%	Micritia		Calclitita	Sedimentario			
LC-115	714595	2010566	Kico Ar-Cpp	Epilastica Pelitica	Fdp 25-50%, Frag. Roca - Hem.-Cal 5-25%	Epidota < 5%	Hematita-Calclita		Arcosa	Sedimentario			
LC-116	730237	2011092	Kapa A-Ar	Epilastica	Frag. Roca 25-50%, Pl-Oxid. de Hierro 5-25%	Min. Arc. - Min. Opac 5-25%	Los mismos clastos		Wacka volcánica	Sedimentario			
LC-117	748834	2011986	TRI E-F	Lepidoblastica	Qtz 50-75%, Ser-Ms-Fdp 5-25%, Esf < 5%	Minerales Opacos 5-25%, Ep < 5%	Cuarzo		Filita	Metamórfico	Regional débil	Esquistos verde	
LC-118	752873	2019587	TRI E-F	Epilastica Pelitica	Qtz 50-75%, Ms < 5%	Min. Arc. - Min. Opac 5-25%	Silicio-Arcilloso		Arenisca Qtz-Feldespatica	Sedimentario			
LC-119	759112	2015227	TRI E-F	Granoblastica	Qtz 50-75%, Bt-Ms 5-25%, Grt < 5%	Chl-Min Op < 5%	Qtz		Cuarcita de Muscovita-Biotita	Metamórfico	Regional		
LC-120	773502	2000173	Ka A-Ar	Microlítica afieltrada	Sa 50-75%, Andesitica-Labradorita 25-50%, Esf 5-25%	Clorita-Calclita-Min. Opa. 5-25%, Epidota < 5%	Feldespatos		Traquandesta Cloritzada Calclitizada	Ígneo Extrusivo			
LC-121	783052	2006479	Tpaes Gr-Gd	Seudoporfídica - Poiquilitica	Climoprosenos-Ortoprosenos 50-75%, Ab-Olig-Grt < 5%	Esena-Min. Opacos 5-25%	Ferromagnesianas		Lerzolitia	Ígneo intrusivo			
LC-122	778339	2014895	Pt/TRI Gn-E	Lepidoblastica	Qtz 25-50%, Ms-Chl 5-25%, Min Opacos < 5%	Ep < 5%	Cuarzo - Mica		Esquistos de cuarzo-moscovita	Metamórfico	Regional de bajo grado	Esquistos verde	
LC-123	780620	2023954	Pt/TRI Gn-E	Granoblastica	Qtz 50-75%, Qtz-Bt-Ms 5-25%	Chl-Min Arc-Min Op < 5%	Feldespatos		Gneis Qtz-Fd de Bt-Ms	Metamórfico	Regional de bajo grado	Granulita	
LC-124	783818	2020173	TRI E-F	Epilastica pelitica orientada	Qtz 25-50%, Fdp-Ms-Bt 5-25%, Frag R < 5%	Minerales Arcillosos 5-25%, Chl-Oxid-Fe < 5%	Cuarzo		Arcosa	Sedimentario			
LC-126	789965	2013718	TRI E-F	Microcristalina orientada	Ser 25-50%, Min. Arc-Qtz-Bt Alt. 5-25%	Clorita - Oxid de hierro 5-25%	Sericita		Piarrna de biotita	Metamórfico	Regional débil	Esquistos verde	
LC-127	805880	2013227	Kapa A-TA	Microcristalina Porfídica	Qtz-Feldes 25-50%, Olig-Hem-Frag. Roca 5-25%	Ep-Ser < 5%	Piroclastico		Toba cristalina Rioclitica	Piroclástico			
LC-128	749991	1997417	Kapa A-TA	Microcristalina porfídica	Fdp 50-75%, Olig 25-50%, Qtz 5-25%	Hematita 5-25%, Ser < 5%	Cuarzo-Feldespatico	Oxid	Riolita Alterada	Ígneo Extrusivo			
LC-129	752947	1999735	Kapa A-TA	Epilastica Pelitica	Pl 25-50%, Frag. Roca Min. Arc. 5-25%	Calclita, Sericita, Clorita, Min. Opacos 5-25%	Arcilla		Arenisca Volcánica	Sedimentario			
LC-131	801129	1999110	Tpaes Gr-Gd	Microcristalina	Qtz-feldes 25-50%, Frag. roca-Vidrio 5-25%	Minerales Opacos 5-25%, Ep < 5%	Cuarzo		Toba cristalito-litica Dactilica	Piroclastico			
LC-132	813317	1998623	Kico Ar-Cpp	Epilastica	Frag. Roca 50-75%, Qtz 5-25%	Sericita-Minerales Opacos 5-25%	Los mismos clastos		Arenisca litica	Sedimentario			
LC-233				Microcristalina orientada		Calclita/Micritia 75%	Oxidos de Hierro 5-25%	Calclreos		Meta Caliza Micritica	Sedimentario		
*				Microcristalina Afieltrada	And-Olig 50-75%, Ferromag. Alt-Esf 5-25%, Sa -5%	Cal-Chl-Ser 5-25%, Min Op - 5%	Pl		Andesita Cloritzada Calclitizada	Ígneo Extrusivo			
*				Microlítica Afieltrada	And.-Olig. 50-75%, Vidrio-Pirox. Alt 5-25%	Hem 5-25%	Pl-Vidrio		Andesita Piroxenica Alterada	Ígneo Extrusivo			
*				Piroclastica	Frag. R.-Pl 25-50%, Qtz 5-25%	Cal 5-25%, Ep < 5%	Qtz		Toba Arenosa de comp. Dac-And.	Piroclastico			
LC-1	656180	2101145	Kace Cz	Epilastica pelitica	Fdp 50-75%, Qtz 5-25%, Frag. R. < 5%	Cal-Oxid Fe 5-25%	Oxid Fe	Oxid	Wacka feldespatica	Sedimentario			
LC-2	697566	2101736	Kace TR	Microcristalina	Pl alt. 25-50%, Fdp.-Frag. R. 5-25%	Chl - Min. Opa. - Min. Arc. 5-25%	Pl		Toba Traquandestica	Piroclastico			
LC-4	734948	2101306	Kapa TA-Lm	Epilastica pelitica	Fdp-Frag. R. 25-50%	Chl-Ser-Min. Opa 5-25%	Chl-Ser		Arenisca volcanica Feldes.	Sedimentario			
LC-6	645550	2082665	Kico Ar-Cpp	Epilastica	Frag. R. 25-50%, Pl 5-25%	Cal-Hem 5-25%, Ser-5%	Hem		Wacka Litica	Sedimentario			
LC-7	659200	2080260	Ka A-Cz	Microcristalina	Pl 25-50%, Esf 5-25%	Chl 25-50%, Cal-Ser 5-25%	Pl-Chl		Andes. Cloritzada Calci.-Sericitizada	Ígneo Extrusivo			
LC-8	674130	2092155	Kapa Lu-Cz	Microcristalina Afieltrada	And-Olig 50-75%, Ferromag. Alt-Esf 5-25%, Sa -5%	Chl-Chl-Ser 5-25%, Min Op - 5%	Pl		Andesita Cloritzada Calclitizada	Ígneo Extrusivo			
LC-19	692862	2094110	Kapa TA-Lm	Microcristalina Porfídica	Fdp 50-75%, Pl-Qtz 5-25%, Chl 5-25%	Oxid Fe-Ser-Chl 5-25%	Fdp-Qtz		Cuarzo-Litica	Ígneo Extrusivo			
LC-21	699564	2093985	Kapa TA-Lm	Microcristalina Porfídica	Pl 50-75%, Qtz 25-50%	Min. Arc-Min. Op 5-25%, Prh-Cal < 5%	Qtz-Pl		Dactila Alterada	Ígneo Extrusivo			
LC-24	683436	2075139	Kapa TA-Lm	Microlítica Afieltrada	Olig-And 50-75%, Qtz-Calclad 5-25%, Sa -5%	Chl-Cal-Min. Op 5-25%	Pl		Andesita Cloritzada Calclitizada	Ígneo Extrusivo			
LC-25	701083	2098437	Kee TR	Hialocristalina	Vidrio Fdp 25-50%, Frag. R.-Pl. Bt 5-25%	Min Op-Oxid Fe < 5%	Vidrio Fdp		Toba Riolitica	Piroclastico			
LC-26	706573	2096556	Kapa TA-Lm	Microcristalina Orientada	Cal/Micritia 50-75%, Pl 5-25%, Qtz < 5%	Materia Oxid Fe < 5%	Calclreos		Calcarenia	Sedimentario			
LC-27	719572	2093215	Kapa TA-Lm	Microcristalina Porfídica	Olig-And 50-75%, Frag. R. 5-25%	Ep-Chl-Min Op-Ser 5-25%	Pl		Toba Litica Andesitica	Ígneo Extrusivo			
LC-30	714851	2084157	Kapa TA-Lm	Epilastica	Frag. R. 50-75%, Pl-Cal 5-25%	Chl. Oxid Fe 5-25%	Calcareos/Cloritico		Arenisca Volcanica	Sedimentario			
LC-31	704665	2076264	Kapa TA-Lm	Equigranuda-Hipidiomorfa a Alotriomorfa	Olig-And 50-75%, Ferromag. Alt.-Esf 5-25%, Or < 5%	Chl-Ser 5-25%, Ep-Min Op-Min Arc < 5%	Pl		Diorita Cloritzada	Ígneo Intrusivo			
LC-32	753229	2095980	Kapa A-TA	Microcristalina Porfídica	Olig-And 50-75%, Sa-Ferromag. Alt. 5-25%	Hem-Cal 5-25%, Ep-Min Arc < 5%	Pl	Hematitica	Andesita Porfídica de Hematita	Ígneo Extrusivo			
LC-33	753421	2089992	TRJ Mar-F	Microcristalina Orientada	Bt-Ser 50-75%, Qtz 25-50%, Fdp 5-25%, Mat Orq < 5%	Oxid Fe 5-25%, Min Arc < 5%	Ser-Qtz		Filita	Metamórfico	Regional débil	Esquistos Verde	
LC-34	754635	2087040	TRJ Mar-F	Equigranuda Alotriomorfa	Or 50-75%, Olig 25-50%, Bt-Qtz 5-25%, Esf < 5%	Min Op-Min Arc < 5%	Fdp		Micro Granito Calcoalcino de Biotita	Ígneo Intrusivo			
LC-35	752800	2078000	Kapa A-TA	Epilastica Pelitica	Qtz 50-75%, Fdp-Frag. R. Bt Alterada 5-25%	Ser-Min Op 5-25%, Chl < 5%	Silice		Arenisca Cuarzo Feldespatica	Sedimentario			
LC-36	775801	2078357	Kapa A-TA	Epilastica	Frag. R. > 75%, Pl 5-25%	Hem Terroza 5-25%, Cal < 5%	Hem		Arenisca Volcánica	Sedimentario			
LC-37	798493	2087487	Teo A-Da	Epilastica	Frag. R. 25-50%, Pl 5-25%, Bt Alterada < 5%	Hem Terroza 5-25%	Los mismos clastos		Wacka Litica Volcánica	Sedimentario			
LC-38	811027	2079204	Teo A-Da	Microlítica Porfídica	Olig-And 50-75%, Aug. Diop. Hem-Terroza 5-25%, Fdp < 5%	Cal-Ser-Oxid Fe 5-25%	Pl		PorfidoAnd. de Augita Diopsidica	Hipabisal			
LC-39	650445	2054154	Ka A-Cz	Microcristalina Orientada	Ser 25-50%, Frag. R.-Pl 5-25%	Ep-Min Arc 5-25%	Min Arc		Meta toba Cristalolitrea Andesitica.	Piroclastico			
LC-40	656246	2054482	Kapa Lu-Cz	Piroclastica	Frag. R.-Pl 25-50%, Qtz 5-25%	Cal 5-25%, Ep < 5%	Cuarzo		Toba arenosa Dactilica-Andesitica	Piroclastico			
LC-41	659063	2064087	Tpaes Gr-Gd	Granuda Hipidiomorfa	Olig 50-75%, Hbl-Aug 5-25%	Min op-Cal-Ep < 5%	Pl		Diorita de Hornoblenda	Ígneo Intrusivo			
LC-42	667510	2064937	Tpaes Gr-Gd	Hipidiomorfa	Olig 50-75%, Or 25-50%, Hbl-Qtz 5-25%, Bt-Esf < 5%	Cal-Ser-Min Op < 5%	Fdp-Qtz		Granodiorita de Hbl-Bt	Ígneo Intrusivo			

TABLA DE RESULTADOS PETROGRÁFICOS DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS ESCALA 1:250,000

MUESTRA	X	Y	UNIDAD	TEXTURA	ESENCIALES	ACCESORIOS	MATRIZ O CEMENT.	ALTERACION	CLASIFICACION	ORIGEN	METAMORFISMO	FACIES	CLASE
LC-43	669334	2073371	Tpae Gr-Gd	Panidiomorfa	<i>Olig-And 50-75%, Ferromag. 25-50%, Or 5-25%, Grt &lt; 5%</i>	<i>Chl-Ep &lt; 5%</i>	<i>Pl</i>		Lamprofito Diorítico Alterado	Ígneo Intrusivo			
LC-44	686572	2074896	Kapa TA-Lm	Piroclástica	<i>Pl 25-50%, Qtz 5-25%, Frag. R. &lt; 5%</i>	<i>Ep-Min Op 5-25%, Chl &lt; 5%</i>	<i>Qtz-Pl</i>		Toba Dacítica Epidotizada	Piroclástico			
LC-45	682083	2072270	Kapa Lu-Cz	Microcristalina	<i>Cal v/o Dol &gt; 75%, Pl-Qtz &lt; 5%</i>	<i>Min Op v/o Mat. Org 5-25%</i>	<i>Calcareo</i>		Caliza Orgánica	Sedimentario			
LC-46	685860	2052270	Kapa Lu-Cz	Microlítica fluidal	<i>Pl Alterada 50-75%, Clinoptrox. &lt; 5%</i>	<i>Chl 25-50%, Saussurita-Cal 5-25%</i>	<i>Pl-Chl</i>		Andesita Porfídica Cloritizada Saussu	Ígneo Extrusivo			
LC-47	702846	2052083	Ka A-Cz	Microlítica Afieltrada Porfídica	<i>And-Olig 50-75%, Sa-Vidrio-Qtz &lt; 5%</i>	<i>Min Op 5-25%</i>	<i>Pl</i>		Andesita Porf. Clorit. Calcificada	Ígneo Extrusivo			
LC-48	702453	2062625	Kapa TA-Lm	Piroclástica	<i>Fdp-Qtz 25-50%, Frag. R.-Pl 5-25%</i>	<i>Hem Terrosa 5-25%, Ser &lt; 5%</i>	<i>Qtz-Fdp</i>		Toba Lítica Riolítica	Ígneo Extrusivo			
LC-49	701513	2074728	Kapa TA-Lm	Criptocristalina	<i>Lim &gt; 75%, Hem 5-25%</i>	<i>Cal 5-25%</i>	<i>Lim</i>		Roca Límitea o Limonita	Sedimentario			
LC-50	710117	2073728	Kapa TA-Lm	Microlítica Afieltrada	<i>Ferromag. Alt.-Blt Alt 5-25%</i>	<i>Cal-Saussurita-Hem Terrosa 5-25%, Chl &lt; 5%</i>	<i>Pl</i>	<i>Oxid</i>	Andesita Porfídica Alterada	Ígneo extrusivo			
LC-51	719887	2071840	Ka Lm-Cz	Microgranada	<i>Qtz-Fdp 50-75%, Olig 5-25%</i>	<i>Cal 5-25%, Ser-Min Arc &lt; 5%</i>	<i>Qtz-Fdp</i>	<i>Hematítica</i>	Riolita Alterada	Ígneo Extrusivo			
LC-52	737173	2070461	Kapa TA-Lm	Microcristalina Porfídica	<i>Olig-And 50-75%, Hem 5-25%, Sa &lt; 5%</i>	<i>Min. Arc. 5-25%</i>	<i>Pl Arcillosa</i>		Andesita Porfídica Alterada.	Ígneo Extrusivo			
LC-53	733075	2055971	Kapa A-TA	Microcristalina	<i>Pl 50-75%, Qtz 25-50%</i>	<i>Chl-Saussurita-Min. Op 5-25%, Ser &lt; 5%</i>	<i>Qtz-Pl</i>		Dacita Cloritizada Saussurizada	Ígneo Extrusivo			
LC-54	745662	2058369	Kapa A-TA	Hialina	<i>Olig 25-50%, Vidrio-Frag. R. 5-25%</i>	<i>Chl-Cal-Min Arc 5-25%, Min Op &lt; 5%</i>	<i>Vidrio</i>		Toba Lítica Andesítica Cloritizada	Piroclástico			
LC-56	753334	2063688	TRJi Mar-F	Epiclastica	<i>Qtz 25-50%, Pl 5-25%, Frag R. &lt; 5%</i>	<i>Cal-Hem 5-25%, Ser &lt; 5%</i>	<i>Qtz</i>		Arenisca Cuarzo-Feldespatica	Sedimentario			
LC-60	768582	2074363	Tpae Gr-Gd	Equigranuda Hipidiomorfa	<i>Olig-Or 25-50%, Qtz-Hbl 5-25%, Esf-Grt &lt; 5%</i>	<i>Ser-Ep-Min Arc 5-25%, Chl &lt; 5%</i>	<i>Pl</i>		Granodiorita de Hornblenda Alterada	Ígneo Intrusivo			
LC-62	768292	2057127	TRJi Mar-F	Microcristalina Orientada	<i>Qtz-Fdp-Chl 25-50%, Ser-Mat. Org 5-25%</i>	<i>Hem 5-25%</i>	<i>Qtz</i>		Pizarra de Clorita-Muscovita	Metamórfico	Regional de bajo grado	Esquisto Verde	
LC-69	778181	2063688	TRJi Mar-F	Epiclastica Orientada	<i>Qtz 25-50%, Pl 5-25%</i>	<i>Ser-Chl-Min Op. &lt; 5%</i>	<i>Qtz</i>		Meta Arenisca Cuarzo-Feldespatica	Sedimentario			
LC-72	793355	2051523	TRJi Mar-F	Microcristalina Orientada	<i>Ser 25-50%, Qtz-Fdp-Chl 5-25%</i>	<i>Hem Arc 5-25%, Min Op. &lt; 5%</i>	<i>Ser</i>		Pizarra	Metamórfico	Regional de bajo grado	Esquisto Verde	
LC-74	789239	2060648	TRJi Mar-F	Microcristalina Porfídica	<i>Sa-Olig-And-25-50%, Qtz-Hem 5-25%</i>	<i>Min Arc 5-25%</i>	<i>Fdp</i>		Cuarzolita Porfídica	Ígneo Extrusivo			
LC-75	790356	2065356	TRJi Mar-F	Hipocristalina Pilotaxica	<i>Olig-And 50-75%, Qtz 5-25%, Sa &lt; 5%</i>	<i>Cal-Chl 5-25%, Min Op. &lt; 5%</i>	<i>Pl-Qtz</i>		Dacita Alterada	Ígneo Extrusivo			
LC-92	816328	2056236	Teo A-Da	Microlítica Afieltrada	<i>And.-Olig. 50-75%, Vidrio-Prox. Alt 5-25%</i>	<i>Hem 5-25%</i>	<i>Pl-Vidrio</i>		Andesita Piroxenica Alterada	Ígneo Extrusivo			
LC-94	672409	2029380	Tpae Gr-Gd	Alomiomórfica	<i>Or 50-75%, Olig 25-50%, Qtz-Bl 5-25%, Esf-Grt &lt; 5%</i>	<i>Ser-Chl-Min Op. &lt; 5%</i>	<i>Fdp</i>		Granito Calcocalcino de Biotita	Ígneo Intrusivo			
LC-95	674861	2040504	Tpae Gr-Gd	Granuda Hipidiomorfa	<i>Olig 50-75%, Or 25-50%, Qtz-Bl-Hbl 5-25%, Esf-Zrn-Grt &lt; 5%</i>	<i>Chl-Min Op. &lt; 5%</i>	<i>Pl-Qtz</i>		Granodiorita de biotita-Hornblenda	Ígneo Intrusivo			
LC-96	681550	2039468	Kapa Lu-Cz	Microcristalina Orientada	<i>Cal-Mierita &gt; 75%, Qtz &lt; 5%</i>	<i>Min Op v/o Mat Organica 5-25%, Ser &lt; 5%</i>	<i>Calcareo</i>		Meta Caliza Mierítica	Sedimentario			
LC-97	699799	2039233	Kapa A-TA	Epiclastica	<i>Plagioclasa 25-50%, Fragmentos de roca 5-25%</i>	<i>Calcito-Minerales Opacos 5-25%</i>	<i>Los mismos clastos</i>		Meta Arenisca Volcánica	Sedimentario			

TABLA DE YACIMIENTOS MINERALES DE LA CARTA LAZARO CARDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000

NOMBRE	X	Y	ENTIDAD	ESTATUS	SUBSTANCIA	CLAVE	ESTRUC	BUMBO	ECHADO	LONG	ESPESOR	PROF	YACIMTIPO	OBRAS	ROCAENCAI	UNIDAD	MENA	GANGA	ALTERACION	MUESTREO	OBSERVACIONES	
VOLCAN	77600	199600	DM LAS TRUCHAS	ACTIVA	Fe	LN250X	LENTICULAR	N60°	88°SE	600	150		INFIL. MAG.	CIELO ABIERTO	A-Sk	Kaps A-Ar	Hem-Mag	Py	OXID			
EL MANGO	779200	199800	DM LAS TRUCHAS	ACTIVA	Fe	LN250X	LENTICULAR	N65°	69°SE	600	200		INFIL. MAG.	CIELO ABIERTO	A-Sk	Kaps A-Ar	Hem-Mag	Qtz-Cal	OXID			
EL VENADO	778900	1996400	DM LAS TRUCHAS	PROSPECTO	Fe	LN250X	LENTICULAR	N68°	70°SE	400	200		INFIL. MAG.	CIELO ABIERTO	Sk	Kaps A-Ar	Hem					
HERROTPEC	7787500	1994180	DM LAS TRUCHAS	INACTIVA	Fe	LN250X	LENTICULAR						INFIL. MAG.	CIELO ABIERTO	A	Kaps A-Ar	Hem-Mag					
LA MIRA	78482	199662	DM LAS TRUCHAS	INACTIVA	Cu, Ag	R807SF	IRREGULAR						HIDROTERRMAL		A	Kaps A-Ar	Ccp	Qtz-Py		LC-130		
AQUILA	660661	209735	DM DE AQUILA	ACTIVA	Fe	R250X	IRREGULAR			130	30	120	METASOMATICO	CIELO ABIERTO	G-Gd	Typc Gr-Gd	Hem-Mag	Py-Ccp	OXID		EN EXPLOTACION	
LAS RATAS	665420	209100	DM DE AQUILA	PROSPECTO	Cu	V707SF	VEJA	NW25°	75°NE	100	15		HIDROTERRMAL	SOCAVON	Ar-Lm	Ka-A-Cz	Ccp	AZURITA				
LA PROVIDENCIA	663300	205190	DM DE AQUILA	PROSPECTO	Ag, Au	V707OX	VEJA	N60°	50°NW	15	1-20		HIDROTERRMAL	SOCAVON	Cz	Kase Cz	Ag-Au		OXID-CAOL			
ESTELA	66000	2051300	DM DE AQUILA	PROSPECTO	Au, Ag	V707OX	VEJA	N63°	60°NW	60	0.60		HIDROTERRMAL	SOCAVON	Cz	Kaps La-Cz	Gn	Py-Qtz			COORDENADAS CALCULADAS	
EL TLACUACHE	664500	2052100	DM DE AQUILA	PROSPECTO	Au	V707OX	VEJA	N-S	88°E	10	1.30		HIDROTERRMAL	SOCAVON	Gz	Typc Gr-Gd	Au	Py-Qtz			COORDENADAS CALCULADAS	
LA GUAYABERA	691620	204700	DM DE AQUILA	INACTIVA	Fe	V708OX	TABULAR	NW10°	75°NE	±Km	3 Km		INV. MAGMATICA	TAJOS	D-A	Ka-A-Cz	Hem-Mag	Qtz	OXID-CAOL			
EL ZIPMO	663155	207732	DM DE AQUILA	INACTIVA	Au	PLACER				50	10		PLACER	POZOS	Ar-La	Kaps La-Cz	Au				YACIMIENTO DE PLACER	
LA ENCENDIDA	665000	207600	DM DE AQUILA	PROSPECTO	Cu	V707SF	VEJA	NW59°	36°NE	52	2	21	HIDROTERRMAL	SOCAVON	Ar	Kaps La-Cz	Mag-Hem	Py-Ccp			COORDENADAS CALCULADAS	
EL OCOTE	669800	206900	DM DE AQUILA	PROSPECTO	CARBON	ES184H	ESTRATIFORME	NE-SW		43	1.50		SEDIMENTARIO	SOCAVON	La	Kaps La-Cz	CARBON					COORDENADAS CALCULADAS
EL CAIMAN	670000	2068100	DM DE AQUILA	INACTIVA	Cu	V707SF	VEJA	SE 50°	65°NE	1000	400		HIDROTERRMAL	AFLORAM	Ar-La	Kaps La-Cz	Ccp	Hem-GROSULARITA	OXID-PRI			
EL VOLANTIN	675000	2061500	DM DE AQUILA	MANIFES	Mn	MA07OX	MANTOS			400	5		HIDROTERRMAL	NO EXISTEN	Ar-Hf	Ka-A-Cz	PROLUSITA	Lm				
LA MINTA	680750	208650	DM LA MINTA	INACTIVA	Ba, Ag, Pb, Zn	ES19SF	ESTRATIFORME	NW60°		600	10-20		VULCANISEMENT.	CIELO ABIERTO	Ar-La	Kaps La-Cz	Gn	Py-Qtz	OXID-SILICLOR			
EL TABAQUITO	681243	208437	DM LA MINTA	INACTIVA	Ba, Ag, Pb, Zn	ES19SF	ESTRATIFORME	NW60°		70	25	50	VULCANISEMENT.	CIELO ABIERTO	Ar-La	Kaps Ta-Lm	Bst-Gn	Py-Qtz	OXID			
BARRANCA HONDA	686424	2084679	DM LA MINTA	INACTIVA	Fe, Ag	V708OX	VEJA	NW20°	53°SW	70	20	10	MAGMATICO	SOCAVON	Lm-Ar	Kaps Ta-Lm	Mag	Lm	OXID	LC-223		
LOS LLANTOS	693776	209480	DM LA MINTA	MANIFES	Au	V707OX	VEJA	NW65°	74°NE	7	0.30	3	HIDROTERRMAL	REBAJE	Ar	Kaps Ta-Lm		Qtz	OXID	LC-20		
EL MANCHON	698994	210447	DM LA MINTA	INACTIVA	Fe, Au, Ag	R808OX	IRREGULAR			100	15	20	MAGMATICO	REBAJE	A	Kce-TR	Hem	Py	OXID-PRI	LC-3		
LAS ENRAMADAS	687968	209672	DM LA MINTA	INACTIVA	Fe, Ag, Au	V707OX	VEJA	NW60°	VERTICAL	50	4	10	HIDROTERRMAL	POZO	TA-Cz	Kaps Ta-Lm	Mag-Gn	Qtz	OXID	LC-14,15,16,17,18		
LA REYNA	684532	209792	DM LA MINTA	INACTIVA	Fe, Cu, Au, Ag	V725OX	IRREGULAR	NE48°	VERTICAL	50	15		METASOMATICO		Gz	Typc Gr-Gd	Mag-Ccp-Au	Qtz-Lm	OXID	LC-9,10,11,12,13		
LOS ALACRANIS	72500	208300	AM ARROYO SECO	INACTIVA	Ag, Pb, Zn	LN18F	LENTICULAR	NE20°	77°SE				SINSEDIMENT.		La-Ar	Kaps Ta-Lm	Gn-Sp-Ccp-Py	Qtz-Cal			COORD. CAL. BARRENACION	
EL ZAPOTE	72500	208100	AM ARROYO SECO	PROSPECTO	Ba, Pb, Zn	V707SL	VEJA	NE30°	VERT.				HIDROTERRMAL	SOCAVON	TA	Kaps Ta-Lm	Bst-Gn-Sp	Qtz-Cal			COORD. CAL. BARRENACION	
EL MAMEY	72560	20880	AM ARROYO SECO	INACTIVA	BARTA	V707SL	VEJA	NW30°	80°SW				HIDROTERRMAL	TAJO	Cz	Kase Cz	Bst				PUE EXPLOTADO	
HECTOR	72100	209200	AM ARROYO SECO	PROSPECTO	Cu, Ag, Au	V707SF	VEJA	NE15°	54°SW	20	0.5	10	HIDROTERRMAL	ZANIAS	TA	Kaps Ta-Lm	Ccp-Gn-Bst					COORDENADAS CALCULADAS
LUPITA	742499	2091173	AM ARROYO SECO	PROSPECTO	Cu	V707SF	VEJA	NW15°	VERT.	80	0.2	50	HIDROTERRMAL	SOCAVON	Gz-A	Typc Gr-Gd	Ccp-MALAQUITA	Lm				COORDENADAS CALCULADAS
CHILLIS	72900	207600	AM ARROYO SECO	PROSPECTO	BARTA	V707SL	VEJA	NW35°	80°NE	25	0.9	20	HIDROTERRMAL	POZOS	Cz	Kase Cz	Bst-SULFUROS					COORDENADAS CALCULADAS
EL PAPAJO	73000	207000	AM ARROYO SECO	PROSPECTO	Ba, Ag, Pb	V707SL	VEJA	NW15°	50°NE	56	3		HIDROTERRMAL		Cz	Kaps Ta-Lm	Bst-SULFUROS		OXID			
LA CAPILLA	742300	207000	AM ARROYO SECO	PROSPECTO	Ba, Ag, Au	V707SL	VEJA	NW48°	80°NE	700	1.5	50	HIDROTERRMAL	TAJO	TA	TRIMa-F	Bst-SULFUROS		SILIC-OXID			COORDENADAS CALCULADAS
LA GALERA	71800	206300	AM ARROYO SECO	PROSPECTO	Ba, Ag, Au	V707SL	VEJA	NW40°	66°NE	100	2	25	HIDROTERRMAL		Cz	Kaps Ta-Lm	SULFUROS		OXID			COORDENADAS CALCULADAS
LA FERRERIA	713334	2092144	AM ARROYO SECO	INACTIVA	Fe	R806OX	IRREGULAR						MAGMATICO	CATA	TA	Kaps Ta-Lm	Mag	Qtz		LC-28		
EL VENCLOS	711790	2088165	AM ARROYO SECO	MANIFES	Pb	V707SF	VEJA	NW55°	18°SW				HIDROTERRMAL		TA	Kaps Ta-Lm	Gn			LC-29		
CAMPAMENTO	806600	2042500	AM CO. BOLA	INACTIVA	Cu, Ag	V707SF	VEJA	NE79°	85°SE	70	0.05	25	HIDROTERRMAL	SOCAVON	Gd	Typc Gr-Gd	MALAQUITA	Py				GEOFISICA
ERRO BOLA	805497	2044204	AM CO. BOLA	INACTIVA	Ag	V707OX	VEJA	NE9°	22°NW	1125	2-40	70	HIDROTERRMAL	SOCAVON	Gz	Typc Gr-Gd	Gn	Py-Qtz	OXID			BARRENACION
EL HIGUERAL	799450	204900	AM CO. BOLA	INACTIVA	Fe	R250X	IRREGULAR			10-1400	1-40		METASOMAT.	AFLORAMIENTO	D	Tapu A-TA	Mag	Py	OXID			GEOFISICA
ORDEÑA VIEJA	80079	2047818	AM CO. BOLA	INACTIVA	Fe	R250X	IRREGULAR			100	100	50	METASOMAT.	REBAJE	H-Gz	Tapu A-TA	Mag	Lm	OXID			GEOFISICA
LA ANILERA	80550	2047300	AM CO. BOLA	PROSPECTO	Fe	V707OX	VEJA	NW38°	45°SW	180	24		HIDROTERRMAL		D	Typc Gr-Gd	Mag-ESPECULARITA	Qtz				
LOS UES	799100	202886	AM CO. BOLA	INACTIVA	Fe	R806OX	IRREGULAR	NE48°	65°SE	105	22				D	Kaps A-TA	Mag-ESPECULARITA	Lm-Qtz	OXID			
LA ESCONDIDA	801350	205300	AM CO. BOLA	MANIFES	Fe	R250X	IRREGULAR						METASOMAT.	AFLORAMIENTO	A	Kaps A-TA	Mag-Hem	Lm				COORDENADAS CALCULADAS
LA HIGUERA	806190	203900	AM CO. BOLA	INACTIVA	Ag	V707OX	VEJA	NE78°	42°SE	120	14		HIDROTERRMAL		Gz	Typc Gr-Gd	PROUSTITA-A-ARSENOPRITA	Py-Qtz	ARGI			
EL COBANO	809703	202886	AM CO. BOLA	MANIFES	Au	S007OX	STOCKWORK			50	1		HIDROTERRMAL		Gz	Typc Gr-Gd	Au	Qtz-Py	EPID	LC-110		
LA PAREJA	802349	205428	AM CO. BOLA	MANIFES	Au	V707OX	VEJA	N-S	38°E	10		3	HIDROTERRMAL		A	Teo A-Du	Au	Qtz-Py-Lm	SIL-1-PRI	LC-93		
LAS HIGUERAS	799152	208218	AM CO. BOLA	MANIFES	Au	V707OX	VEJA						HIDROTERRMAL		Du-R	Teo A-Du	Au	Lm	OXID	LC-73		
LA GUADALUPE	808721	209634	AM CO. BOLA	INACTIVA	Cu, Zn, Ag	V707OX	VEJA	N17°W	53°NE	10	4	3	HIDROTERRMAL	SOCAVON	A	Teo A-Du	MALAQUITA-AZURITA	Qtz	SIL-1	LC-88 a LC-91		
EL CARMEN	801570	206709	AM CO. BOLA	INACTIVA	Cu, Zn, Pb, Ag	V707SF	VEJA	N31°W	76°SW	500	4.7	10	HIDROTERRMAL	SOCAVON	A	Teo A-Du	MALAQUITA-AZURITA	Qtz-Bst	SIL-1-PRI	LC-77 a LC-87		
EL TANQUE	799458	2095756	AM CO. BOLA	MANIFES	Cu	V707SF	VEJA	N70°E	12°SW	15	0.1				A	Teo A-Du	Ccp	Qtz-Py		LC-76		
LOS POZOS	76360	2025100	AM LOS POZOS	INACTIVA	Fe	R806OX	IRREGULAR			1200	60		INFIL. MAG.	ZANIAS	Hf	Ja-MV	Mag-Hem-Pb	Ccp-Py				BARRENACION
LA MICHOACANA	76070	202420	AM LOS POZOS	INACTIVA	Au	V707OX	VEJA	NW78°	80°NE	70	3		HIDROTERRMAL	SOCAVONES	A	Ja-MV	Qtz-Py-ARSENOPRITA	Lm				
EL CARBIZO	748184	2012894	AM AHUADERO	INACTIVA	Au	V707OX	VEJA	NW48°	38°SW					TAPADO	F	TR-E-F		Qtz-Lm				
LA GUADALUPE	749200	2017000	AM AHUADERO	INACTIVA	Au	V707OX	VEJA	NW22°	40°NE	52.8	1.5	12	HIDROTERRMAL	SOCAVON	Py	TR-E-F	Au	Qtz-Py	SIL-1			
LA LAITA	771760	2051218	AM TUMBISCATTO	INACTIVA	Au, Ag	V707OX	VEJA	NE22°	68°NW	15	2	10	HIDROTERRMAL	ZANIA	Gz-F	TR-E-Ma-F	Au	Qtz-Py-Lm	SIL-PRI	LC-63,64,65,66		
GIS DE ORO	731350	209590	AM TUMBISCATTO	INACTIVA	Au	V707OX	VEJA	NE62°	55°NW	150	1	18	HIDROTERRMAL	SOCAVON	F-Gd	TR-E-Ma-F	Au-ARSENOPRITA	Qtz-Py	SIL-PRI			
LLUVIA DE ORO	773256	208872	AM TUMBISCATTO	INACTIVA	Au, Ag	V707OX	VEJA	NW63°	73°NE	10	13	5	HIDROTERRMAL	AFLORAMIENTO	F-C	TR-E-Ma-F	Au	Qtz-Py	SIL-PRI	LC-105,106		
EL VENADO	752976	206900	AM TUMBISCATTO	PROSPECTO	Fe	R250X	BBEG			200	150	100	METASOMATISMO		D	Kaps A-TA	Hem	Qtz-Py	OXID	LC-55		
EL AGUACATTO	78614	205348	AM TUMBISCATTO	INACTIVA	Cu, Au	V707OX	VEJA	NW26°	63°NE	5	0.05	3	HIDROTERRMAL	REBAJE	A	Tom-TR	MALAQUITA-AZURITA	Qtz	OXID	LC-71		
LA HUERTITA	77582	205628	AM TUMBISCATTO	MANIFES	Au, Ag	V707OX	VEJA	NW33°	83°NE	10	1.5	10	METASOMATISMO		F-C	TR-E-Ma-F	Au	Qtz-Py	OXID	LC-67		
LA ARUCHA	781882	205736	AM TUMBISCATTO	MANIFES	Au, Ag	V707OX	VEJA	NE46°	VERTICAL	100	25	10	HIDROTERRMAL		F-C	TR-E-Ma-F	Au	Qtz-Py	SIL-PRI	LC-70		
LOS CULEBROS	77584	206356	AM TUMBISCATTO	MANIFES	Au	V707OX	VEJA	NE79°	52°													

TABLA DE YACIMIENTOS MINERALES DE LA CARTA LAZARO CARDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000

NOMBRE	X	Y	ENTIDAD	ESTATUS	SUBSTANCIA	CLAVE	ESTRUC	BUMBO	ECLADO	LONG	ESPESOR	PROF	YACIMTIPO	OBRAS	ROCAENCAJ	UNIDAD	MENA	GANGA	ALTERACION	MEESTREO	OBSERVACIONES		
EL BIGÜERAL	70981	206542	AM TUMBISCATLO	MANIFES	Au	V700X	VEVA	NE29°	68°NW	10	1	3	HIDROTHERMAL		F-C	TRJ MaG-F	Au	Qtz	OXID	LC-61			
BARRANCA DE ANDRÉS	79922	206744	AM TUMBISCATLO	MANIFES	Au	V700X	VEVA	NW10°	85°SW	10	2	2	HIDROTHERMAL		F-C	TRJ MaG-F	Au	Qtz-Py	OXID	LC-57,58,59			
EL ABIADERO	71400	202400	AM EL COSTEÑO	MANIFES	Cu	V700SF	TABULAR	NE5°	38°NW				HIDROTHERMAL		A	Kaps A-TA	Csp-Hem	Qtz-Lm			COORDENADAS CALCULADAS		
BARRANCA SECA	71800	202600	AM EL COSTEÑO	INACTIVA	Fe	V700X	VEVA	NW57°	VERTICAL	75	4.5		INFIL. MAG.		H	Kaps A-TA	Mag-Hem	Cal-Qtz			COORDENADAS CALCULADAS		
LOS URES CUATES	71740	202600	AM EL COSTEÑO	INACTIVA	Fe	V700X	VEVA	NW22°	85°NE	200	5		INFIL. MAG.	AFLORAM.	A	Kaps A-TA	Mag	Py-Lm	OXID		COORDENADAS CALCULADAS		
EL JABALI	71250	202600	AM EL COSTEÑO	INACTIVA	Fe	R080X	IRREGULAR			70	15		METASOMATISMO		D	Type Gr-Gd	Mag-Hem	Qtz	INCIPIENTE OXID				
EL BIGÜERAL	71254	202429	AM EL COSTEÑO	INACTIVA	Fe	R080X	TABULAR			8-100	5-50		METASOMATISMO	AFLORAM	D	Type Gr-Gd	Mag-Csp	Py	OXID		COORDENADAS CALCULADAS		
GUAGUA	71200	202104	AM EL COSTEÑO	INACTIVA	Fe	R250X	IRREGULAR			180	40		METASOMATISMO	AFLORAM	A	Kaps A-TA	Mag-Hem						
LA HUERTITA	72687	202295	AM EL COSTEÑO	INACTIVA	Fe	R250X	IRREGULAR			610	20-130	100	METASOMATISMO	SOCAVON	Gr-Gd	Type Gr-Gd	Mag-MALAQUITA	Lm-Qtz	OXID-SIL				
MO DE AGUA	72360	202100	AM EL COSTEÑO	PROSPECTO	Fe	R250X	IRREGULAR	E-W		55	35		METASOMATISMO	AFLORAM	Cz	Kacc Cz	Mag-Hem	Lm-Qtz	OXID-SIL			COORDENADAS CALCULADAS	
EL COSTEÑO	72505	207726	AM EL COSTEÑO	INACTIVA	Br	MA195L	MANTO			230	380		VULCANOGENICO	TACOS	Cz	Kacc Cz	Br-SULFUROS DISEMINADOS	Lm-Qtz	OXID				
BARRANCA DEL YESO	69900	201900	AM EL COSTEÑO	PROSPECTO	YESO	ES05SL	ESTRATIFORME	NW32°	VERTICAL	300	150	100	EVAPORITICO		Ar	Kaps Lu-Cz	YESO						COORDENADAS CALCULADAS
STO. TOMAS V	69710	201504	AM EL COSTEÑO	PROSPECTO	YESO	ES05SL	ESTRATIFORME	NE20°	54°NW	500	300	10	EVAPORITICO		Cz	Kaps Lu-Cz	YESO				LC-112		
LA LICHUGILLA	73850	205600	AM EL JOVERO	MANIFES	Fe	R250X	IRREGULAR			280	165		METASOMATISMO	AFLORAM	Cs-A-D	Kaps A-TA	Mag-Hem	Py-Qtz				COORDENADAS CALCULADAS	
PIEDRA IMAN-LA PEÑA	73050	205650	AM EL JOVERO	MANIFES	Fe	R250X	IRREGULAR			121	25	25	METASOMATISMO	AFLORAM	D-Cz-A	Kaps A-TA	Mag-Hem	Py-Qtz	OXID			COORDENADAS CALCULADAS	
HIGUERA CHATA	71250	202750	AM EL JOVERO	MANIFES	Fe	R250X	IRREGULAR			0.50			METASOMATISMO	AFLORAM	Cs-A-D	Kaps A-TA	Mag-Hem	Py-Qtz				COORDENADAS CALCULADAS	
LA TILAS	71236	204852	AM EL JOVERO	PROSPECTO	Fe	R250X	IRREGULAR			95			METASOMATISMO		Gr-Cz-Ar	Kacc Cz	Mag		OXID			COORDENADAS CALCULADAS	
LA MATA DE BULE	78650	201980	AM EL ZORRILLO	MANIFES	Cu, Au, Ag	D807SF							HIDROTHERMAL		F	TR E-F	MALAQUITA	Qtz			LC-125		
LA ESPERANZA	64485	206700	AM LA ESPERANZA	PROSPECTO	YESO	ES05SL	ESTRATIF.	NE30°	10°SE	20	8		EVAPORITICO	REBAJE	Cz-Lu	Kaps Lu-Cz	YESO				LC-5		

**TABLA 3. YACIMIENTOS MINERALES NO METALICOS CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000**

NOMBRE	X	Y	ESTATUS	LITOLÓGÍA	ROCA	UNIDAD	PRODUCTO	CLASIFICACIÓN
SORCUA	809434	1993483	INACTIVO	GRANITO	GRANITO	Tpae Gr	ORNAMENTAL	ROCA DIMENSIONABLE
MARTIRES DE CHICAGO	797166	1989559	INACTIVO	ALUVIÓN	ALUVIÓN	Qho Al	GRAVA-ARENA	BANCO DE MATERIAL
LOS COYOTES	787989	2005640	ACTIVO	GRANITO	GRANITO	Tpae Gr	ORNAMENTAL	ROCA DIMENSIONABLE
PAROTA	783052	2006479	INACTIVO	GRANITO	GRANITO	Tpae Gr	ORNAMENTAL	ROCA DIMENSIONABLE
LOS AMATES	784710	2012531	INACTIVO	GRANITO	GRANITO	Tpae Gr	ORNAMENTAL	ROCA DIMENSIONABLE
POTRERILLO	808844	2085342	ACTIVO	CONGLOMERADO	CONGLOMERADO	Qho Al	GRAVA-ARENA	BANCO DE MATERIAL
LOS HORCONES	797853	2088010	INACTIVO	CONGLOMERADO	CONGLOMERADO	Qho Al	GRAVA-ARENA	BANCO DE MATERIAL
EL CENIDOR	795282	2102536	INACTIVO	CONGLOMERADO	CONGLOMERADO	Qho Al	GRAVA-ARENA	BANCO DE MATERIAL
MARUATA	674267	2022112	INACTIVO	GRANITO	GRANITO	Tpae Gr-Gd	ORNAMENTAL	ROCA DIMENSIONABLE
EL MAMEY	725200	2076047	INACTIVO	ANDESITA	ANDESITA	Kapa TA-Lm	GRAVA	BANCO DE MATERIAL
EL PINABETE	722015	2077221	INACTIVO	ANDESITA	ANDESITA	Kapa TA-Lm	GRAVA	BANCO DE MATERIAL
LA CAPILLA	712834	2090744	INACTIVO	ANDESITA	ANDESITA	Kapa TA-Lm	GRAVA	BANCO DE MATERIAL
COALCOMAN	691739	2076214	INACTIVO	ANDESITA	ANDESITA	Kapa TA-Lm	GRAVA-ARENA	BANCO DE MATERIAL
VILLA VICTORIA	670128	2071951	INACTIVO	CALIZAS-LUTITAS	CALIZAS-LUTITAS	Kapa Lu-Cz	GRAVA-ARENA	BANCO DE MATERIAL
SAN JUAN DE LIMA	639412	2056550	ACTIVO	ANDESITA	ANDESITA	Ka A-Cz	GRAVA-ARENA	BANCO DE MATERIAL



TABLA DE ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000

ID. DE PLANO	X	Y	MINA	Cu %	Fe total %	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %
LC-125	786610	2019846	Mata de Bule	3.93		0.75	67	0.0069
LC-88	808721	2059634	La Guadalupe	0.93		0.07	32	0.0320
LC-89	808721	2059634	La Guadalupe	3.20		0.29	119	0.0831
LC-90	808721	2059634	La Guadalupe	0.70		0.10	48	0.0674
LC-91	808721	2059634	La Guadalupe	4.31		0.51	207	0.0492
LC-76	799458	2069376	El Tanque	3.50		0.13	4	0.0046
LC-77	801570	2067709	El Carmen	6.90		0.11	175	0.56
LC-78	801570	2067709	El Carmen	1.75		0.03	13	0.0220
LC-79	801570	2067709	El Carmen	2.56		ND	10	0.0148
LC-80	801570	2067709	El Carmen	1.47		ND	19	0.15
LC-81	801570	2067709	El Carmen	2.87		ND	28	0.0575
LC-82	801570	2067709	El Carmen	1.99		0.20	76	0.43
LC-83	801570	2067709	El Carmen	4.35		ND	18	0.0462
LC-84	801570	2067709	El Carmen	2.24		0.02	41	0.19
LC-85	801570	2067709	El Carmen	0.74		0.07	64	3.10
LC-86	801570	2067709	El Carmen	1.20		0.04	17	0.13
LC-87	801570	2067709	El Carmen	0.24		ND	6	0.0523
LC-70	781882	2057364	La Arucha	0.0185		ND	ND	0.0050
LC-93	802349	2053428	La Pareja	0.0165		ND	ND	0.0042
LC-105	773256	2048727	Lluvia de Oro	0.0103		ND	ND	0.0031

TABLA DE ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000

ID. DE PLANO	X	Y	MINA	Cu %	Fe total %	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %
LC-106	773256	2048727	Lluvia de Oro	0.0159		ND	ND	0.0029
LC-63	771700	2051218	La Lajita	0.0093		0.49	ND	0.0144
LC-64	771700	2051218	La Lajita	0.0081		ND	ND	0.0078
LC-65	771700	2051218	La Lajita	0.0125		2.95	ND	0.0071
LC-66	771700	2051218	La Lajita	0.0471		ND	ND	0.0048
LC-28	713334	2092344	La Ferreria		66	0.01	4	
LC-5	654485	2090764	La Esperanza					0.0023
LC-3	698994	2101447	El Manchón			ND	3	
LC-20	693776	2094480	Los Llanitos			ND	93	
LC-14	687968	2096722	Las Enramadas		14.40	ND	74	
LC-15	687968	2096722	Las Enramadas		21.80	0.01	21	
LC-16	687968	2096722	Las Enramadas		21.60	ND	70	
LC-17	687968	2096722	Las Enramadas		25.80	ND	33	
LC-22	686424	2081679	Barranca Honda		14.80	ND	40	
LC-23	686424	2081679	Barranca Honda		5.00	ND	66	
LC-9	684136	2097968	La Reyna		40	0.45	3	
LC-10	684680	2097893	La Reyna	0.99	44	0.01	7	
LC-11	684680	2097893	La Reyna	0.26	53	0.01	6	
LC-13	684680	2097893	La Reyna		24.20	0.01	3	
LC-71	786514	2053445	El Aguacatito	10.99		0.22	207	

TABLA DE ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000

ID. DE PLANO	X	Y	MINA	Cu %	Fe total %	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %
LC-130	784382	1999642	La Mira	4.5		0.17	50	
LC-67	775482	2056528	La Huertita			ND	2	
LC-68	777614	2063656	Los Culebros			ND	1	
LC-61	770981	2065452	El Higueral			ND	1	
LC-57	759722	2067444	Barranca de Andrés			ND	1	
LC-58	759722	2067444	Barranca de Andrés			ND	2	
LC-59	759722	2067444	Barranca de Andrés			0.06	2	
LC-55	752976	2050593	Pto. Del Venado		67.06	ND	4	
LC-110	809703	2032886	El Cobano			0.01	2	
LC-73	799152	2058218	Las Higueras			ND	ND	

TABLA DE DETERMINACIONES ISOTÓPICAS CARTA LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9 ESCALA 1:250,000

NUM DE MUESTRA	X (UTM)	Y (UTM)	PETROGRAFÍA	UNIDAD GEOLÓGICA, RELACIÓN DE CAMPO	MINERAL FECHADO	MÉTODO	EDAD	ERROR ±	INTERPRETACION DE LA EDAD
D-01	775682	2028917	ESQUISTOS DE Bt, Qtz, Mus	INTRUSIONADO POR GRANITO	ROCA TOTAL	K-Ar	29	1	OLIGOCENO
D-02	799600	2084662	ANDESITA	SUBYACE A RIOLITAS	PLAGIOCLASA	K-Ar	33	3	OLIGOCENO
D-03	656748	2027581	GRANOD. DE Bt, Hbl	BATOLITO DE OSTULA	BIOTITA	K-Ar	38	1	EOCENO
D-04	809316	2074850	ANDESITA PORFIDICA	SUBYACE A RIOLITAS	ROCA TOTAL	K-Ar	39	3	EOCENO
D-05	811397	2074884	ANDESITA PORFIDICA	SUBYACE A RIOLITAS	PLAGIOCLASA	K-Ar	39	3	EOCENO
D-06	811397	2074884	ANDESITA PORFIDICA	SUBYACE A RIOLITAS	PLAGIOCLASA	K-Ar	42	4	EOCENO
D-07	656748	2027581	GRANOD. DE Bt, Hbl	BATOLITO DE OSTULA	BIOTITA	K-Ar	43	2	EOCENO
D-08	778031	2049256	GRANOD. DE Bt, Mus	INT. A LA FORM. VARALES	BIOTITA	K-Ar	43	2	EOCENO
D-09	786258	2029072	TONALITA DE Bt-Hbl	DIF. DE Gr DE ARTEAGA	BIOTITA	K-Ar	44	3	EOCENO
D-10	776590	2027085	ESQUISTO MICA	EN CONTACTO CON Gr-Gd	ROCA TOTAL	K-Ar	46	2	EOCENO
D-11	786272	2028149	PIZARRA DE SERICITA	SOBREYACE AL BASAMENTO	ROCA TOTAL	K-Ar	46	1	EOCENO
D-12	788160	2031562	GRANOD. DE Bt-Hbl	BATOLITO DE ARTEAGA	BIOTITA	K-Ar	52	4	EOCENO
D-13	773065	2027035	PIZARRA DE Qtz, Ser-Bt	SOBREYACE AL META-VOLCANICA	ROCA TOTAL	K-Ar	52	3	EOCENO
D-14	785583	2029062	GRANOD. DE Bt-Hbl	BATOLITO DE ARTEAGA	BIOTITA	K-Ar	57	2	PALEOCENO
D-15	655967	2029665	GRANODIORITA	BATOLITO DE OSTULA	ROCA TOTAL	Rb-Sr	57		PALEOCENO
D-16	701726	2011488	GRANODIORITA	INTRUSIONA A SEC. U.S.	ROCA TOTAL	Rb-Sr	57		PALEOCENO
D-17	705522	2011159	TONALITA	DIFERENCIACIÓN DE GRANITO	ROCA TOTAL	Rb-Sr	57		PALEOCENO
D-18	787279	2029549	TONALITA	DIFERENCIACIÓN DE GRANITO	ROCA TOTAL	Rb-Sr	57		PALEOCENO
D-19	792911	2053202	GRANODIORITA	INT. A FORMACIÓN VARALES	ROCA TOTAL	Rb-Sr	57		PALEOCENO
D-20	802840	2039727	GRANODIORITA	BATOLITO DE ARTEAGA	ROCA TOTAL	Rb-Sr	57		PALEOCENO
D-21	787495	2005093	TONALITA DE BIOTITA	DIFERENCIACIÓN DE GRANITO	BIOTITA	K-Ar	60	5	PALEOCENO
D-22	680842	2075172	DIORITA DE AUGITA	INT. A SECUENCIAS U.S.	PLAGIOCLASA	K-Ar	61	5	PALEOCENO
D-23	795868	2034756	GRANOD. DE Bt-Hbl	BATOLITO DE ARTEAGA	BIOTITA	K-Ar	62	1	PALEOCENO
D-24	787178	2008626	DIORITA DE Qtz-Hbl	EN CONTACTO CON ANDESITAS	PLAGIOCLASA	K-Ar	65	5	PALEOCENO
D-25	780248	2038213	FILITA	SUBYACEN A CALIZAS	SERICITA	K-Ar	67	2	PALEOCENO
D-26	654642	2069989	DIORITA DE Bt-Hbl	INTRUSIONA a A-Cz	HORNBLENDA	K-Ar	84	3	SANTONIANO
D-27	799095	1996960	DIORITA DE Qtz, Bt, Hbl	INTRUSIONA a A-Cz	HORNBLENDA	K-Ar	84	6	SANTONIANO
D-28	763972	2047210	PIZARRA DE Qtz-Ser	SOBREYACE A FORM. ENCINO	ROCA TOTAL	K-Ar	100	2	ALBIANO
D-29	775550	2038145	ESQUISTOS DE Bt, Qtz, Mus	METAVOLCANICO	NO SE MENCIONA	NO SE MENCIONA	104	3	ALBIANO
D-30	776324	2045540	ESQUISTOS DE Qtz-Ser	SUBYACE A FORM. VARALES	ROCA TOTAL	K-Ar	111	5	APTIANO
D-31	776324	2045540	ESQUISTOS DE Qtz-Ser	SUBYACE A FORM. VARALES	ROCA TOTAL	K-Ar	115	3	APTIANO
D-32	778029	2049410	GRANOD. DE Bt	INT. A FORMACIÓN VARALES	BIOTITA	K-Ar	127	3	HAUTERIVIANO
D-33	780410	2006836	MONZONITA DE Qtz-Hbl	AFFECTAN AL C.M.	HORNBLENDA	K-Ar	129	10	HAUTERIVIANO
D-34	763970	2047333	PIZARRA DE Qtz-Ser	SOBREYACE A FORM. ENCINO	ROCA TOTAL	K-Ar	130	10	HAUTERIVIANO
D-35	776488	2052433	GRANOD. DE Bt	INT. A FORMACIÓN VARALES	BIOTITA	K-Ar	133	11	VALANGINIANO
D-36	776488	2052433	GRANOD. DE Bt	INT. A FORMACIÓN VARALES	BIOTITA	K-Ar	138	11	BERRIASIANO
D-37	777839	2050330	GRANOD. DE Bt-Hbl	INT. A ROCAS METAMORFICAS	BIOTITA	K-Ar	155	12	OXFORDIANO
D-38	777839	2050330	GRANOD. DE Bt-Hbl	INT. A ROCAS METAMORFICAS	ROCA TOTAL	K-Ar	159	13	OXFORDIANO
D-39	755990	2055806	PEGMATITA DE Qtz-Mus	CONTACTO CON ANDESITAS	MUSCOVITA	K-Ar	168	4	BATHONIANO
D-40	782323	2056703	PIZARRA DE Qtz-Ser	FORMACIÓN VARALES	ROCA TOTAL	K-Ar	168	5	BATHONIANO
D-41	749228	2063621	FILITA	INFRAYACE a A - TA	SERICITA	K-Ar	189	9	TOARCIANO
D-42	782323	2056703	PIZARRA DE Qtz-Ser	FORMACIÓN VARALES	ROCA TOTAL	K-Ar	194	6	PLIENSBACHIANO
D-43	667861	2065952	TONALITA	DIF. DEL BATOLITO DE OSTULA	ROCA TOTAL/Bt	Rb-Sr	225	0.05	TRIASICO
D-44	754152	2057228	GNEIS ANFIBOLITICO	SUBYACE A CALIZAS	HORNBLENDA	K-Ar	287	23	PERMICO
D-45	779300	2050000	GRANODIORITA	INT. A ROCAS METAMORFICAS	BIOTITA	K-Ar	55	12	EOCENO
D-46	776500	2048700	GRANODIORITA	INT. A ROCAS METAMORFICAS	BIOTITA	K-Ar	27	3	OLIGOCENO
D-47	776500	2048700	GRANODIORITA	INT. A ROCAS METAMORFICAS	BIOTITA	K-Ar	33	3	OLIGOCENO
D-48	791100	2939100	GRANODIORITA	BATOLITO DE ARTEAGA	BIOTITA	K-Ar	57	2	PALEOCENO
D-49	787200	2035700	TONALITA	DIF. BATOLITO DE ARTEAGA	ROCA TOTAL	K-Ar	14	3	PLIOCENO
D-50	785600	2007700	TONALITA	DIF. BATOLITO DE ARTEAGA	PLAGIOCLASA	K-Ar	65	5	PALEOCENO
D-51	733000	2008300	TONALITA	INT. a A-TA	BIOTITA	K-Ar	55	4	EOCENO
D-52	705000	2013800	TONALITA	DIF. DEL Gr	BIOTITA	K-Ar	55	4	EOCENO
D-53	684300	2098800	GRANITO	INT. A S.V.S.	ORTOCLASA	K-Ar	60	5	PALEOCENO