SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
COORDINACION GENERAL DE MINERIA

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

GERENCIA DE GEOLOGIA Y GEOQUIMICA

OFICINA REGIONAL DURANGO

SECOFI

INFORME FINAL COMPLEMENTARIO A LA CARTOGRAFIA GEOLOGICO - MINERA Y GEOQUIMICA, ESCALA 1:250,000 DE LA CARTA DURANGO G13 - 11.

POR: ING. PEDRO MUNGUIA ROJAS
ING. JOSE LUIS GARCIA PADILLA
ING. JAIME DE SANTIAGO CESPEDES
ING. JUAN MANUEL CAMACHO
ING. RODRIGO CRUZ PEREZ
PAS. ROBERTO ARMENTA ROMAN

SUPERVISO: ING. HECTOR SABANERO SOSA
SUBGERENTE DE GEOLOGIA Y GEOQUIMICA ZONA CENTRO
ING. ING. SERGIO ANDRADE BLANCO
OFICINA REGIONAL DURANGO
ING. JUAN LOPEZ ESCALONA
COORDINADOR DE CARTOGRAFIA DURANGO

APROBO: ING. JUAN CARLOS SALINAS PRIETO
GERENTE DE GEOLOGIA Y GEOQUIMICA

TOMO I

FEBRERO DE 1998

C O N T E N I D O

		PAGINA
	RESUMEN	**1**
I.-	**INTRODUCCIÓN**	6
	I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO	6
	I.2.- TRABAJOS PREVIOS	7
	I.2.1.- Recopilación Bibliográfica	7
	I.2.2.- Reconocimiento Geológico Regional	8
	I.2.3.- Interpretación de Imagen de Satélite	9
	I.2.4.- Fotogeología	11
	I.3.- MÉTODO DE TRABAJO	11
II.-	**GEOGRAFÍA**	**12**
	II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA	12
	II.2.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN	12
	II.3.- CLIMA Y VEGETACIÓN	13
	II.4.- FISIOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA	15
III.-	**GEOLOGÍA**	17
	III.1- ESTRATIGRAFÍA	**17**
	III.1.1.- Paleozóico Superior	17
	III.1.1.1.- Complejo Metamórfico	17
	III.1.1.2.- Secuencia Volcano Sedimentaria	18
	III.1.2.- Jurásico Superior Cretácico Inferior Sedimentario	18
	III.1.2.1.- Formación Mezcalera	18
	III.1.3.- Cretácico Inferior Sedimentario	21
	III.1.3.1.- Formación Baluarte	21
	III.1.3.2.- Formación Cuesta del Cura ?	21
	III.1.4.- Terciario Paleoceno - Eoceno	22
	III.1.4.1.- Secuencia Volcánica Inferior Andesítica y Brechas andesíticas	22
	III.1.4.2.- Conglomerado Polimíctico Formación Las Palmas	23
	III.1.5.- Terciario Eoceno – Oligoceno	24
	III.1.5.1.- Granito - Granodiorita	24
	III.1.6.- Terciario Oligoceno	24
	III.1.6.1.- Conglomerado Oligomíctico Formación Ahuichila	25
	III.1.6.2.- Granito - Diorita	26
	III.1.6.3.- Rocas Volcanoclásticas Formación San Pablo	26
	III.1.6.4.- Secuencia Volcánica Superior	27

III.1.6.4.1.- Grupo Registro 28
III.1.6.4.2.- Grupo Carpintero 28
III.1.6.4.3.- Pórfido Riodacítico y Traquítico 30
III.1.6.4.4.- Grupo Rio Chico 31
III.1.6.5.- Riolitas e Ignimbritas y Tobas Riolíticas Formación Gamón 32
III.1.7.- Terciario Oligoceno - Mioceno 33
III.1.7.1.- Ignimbritas y tobas riolíticas Formación El Salto-Espinazo 33
III.1.7.2.- Basalto Formación Metates 34
III.1.8.- Terciario Plioceno 35
III.1.8.1.- Conglomerado Polimíctico Formación Santa Inés 35
III.1.9.- Cuaternario Pleistoceno 35
III.1.9.1.- Basalto Formación Guadiana 35
III.1.10.- Cuaternario Holoceno 36
III.1.10.1.- Depósitos Lacustres 36
III.1.10.2 Depósitos Aluviales 36

III.2.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 37

III.2.1.- Descripción de Estructuras 37
III.2.2.- Interpretación del origen de las estructuras 40

III.3.- TECTÓNICA 41
III.3.1.- Modelos de evolución geodinámica 41

III.4.- GEOLOGÍA HISTÓRICA 45

IV.- YACIMIENTOS MINERALES 49

IV.A YACIMIENTOS MINERALES METALICOS 49
IV.A.1.- DISTRITO MINERO DE TAYOLTITA 51
IV.A.2.- DISTRITO MINERO DE GAVILANES 55
IV.A.3.- DISTRITO MINERO DE BACIS 57
IV.A.4.- DISTRITO MINERO SANTA MARIA DE OTAEZ 59
IV.A.5.- DISTRITO MINERO TEJAMEN 61
IV.A.6.- ZONA MINERA DE RATIA 63
IV.A.7.- DISTRITO MINERO CONETO DE COMONFORT 66
IV.A.8.- DISTRITO MINERO SAN LUCAS DE OCAMPO 68
IV.A.9.- DISTRITO MINERO AVINO 70
IV.A.10.- ZONA MINERA CERRO DE LAS MINITAS 73
IV.A.11.- ZONA MINERA SIERRA DE LA SILLA 74
IV.A.12.- DISTRITO MINERO CERRO DE MERCADO 77
IV.A.13.- ZONA MINERA SANTA ISABEL DE BATRES 79
IV.A.14.- ZONA MINERA EL PIOJO 81
IV.A.15.- ZONA MINERA DE PEÑON BLANCO 84
IV.B YACIMIENTOS MINERALES NO METALICOS 88

V.- MODELOS DE YACIMIENTOS 89

VI.- ASPECTOS ECONÓMICOS 92
VI.1.- INFRAESTRUCTURA GEOLÓGICO - MINERA 92
VI.2.- MINAS EN EXPLOTACIÓN 92
VI.3.- ZONAS PROSPECTIVAS 96

VII.- GEOQUÍMICA 97

VII.1.- MUESTREO 97
VII.2.- ANÁLISIS 98
VII.3.- INTERPRETACIÓN 99
VII.4.- RESULTADOS Y DESCRIPCION DE ZONAS ANOMALAS 99

VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 102

BIBLIOGRAFÍA 105

ILUSTRACIONES

No. DE FIGURA	DESCRIPCION	PÁGINAS
1	Compilación Bibliográfica	9
2	Imágen de Satélite	10
3	Hipsométrico	10
4	Localización de la carta Durango	13
5	Provincias Fisiográficas de México	16
6	Columna Geológica	19
7	Plano Geológico	20
8	Provincias Metalogénicas de México	50
9	Plano de Yacimientos	51
10	Región Minera San Dimas	52
11	Región Minera de Santa María de Otáez	58
12	Región Minera Santiago Papasquiaro	62
13	Región Minera Coneto de Comonfort	67
14	Región Minera Guadalupe Victoria	71
15	Región Minera Durango	80
16	Región Minera Durango (El Piojo)	83
17	Región Minera Cuencamé	86
18	Modelos de Yacimientos Minerales	87
19	Zonas Prospectivas	96
20	Plano Geoquímico	98
21	Anomalías Geoquímicas	100

ANEXOS

1.- Fichas de observaciones en campo

RESUMEN DURANGO
CLAVE G13-11
ESCALA 1:250,000

Se localiza en la porción central del Estado de Durango. Comprende los municipios de Canatlán, Coneto de Comonfort, Cuencamé, Durango, Guadalupe Victoria, Nazas, Nuevo Ideal, Pánuco de Coronado, Peñón Blanco, Poanas, Rodeo, Santiago Papasquiaro, Santa María de Otáez, San Dimas, San Juan del Río y San Ignacio en Sinaloa.

En la carta se encuentra el límite de los terrenos Parral, Guerrero y Sierra Madre. En la región de Bacís, en el Río Los Remedios y el arroyo Las Truchas fue reconocida una secuencia volcano-sedimentaria compuesta de pizarras, filitas con intercalaciones de meta-andesitas, capas ocasionales de meta-areniscas y metaconglomerados con fragmentos de pizarras y filitas. Por su similitud litológica se correlaciona con la Formación de San José de Gracia del norte de Sinaloa situándola en el Paleozoico Superior. Esta unidad podría pertenecer al Terreno Guerrero.

El Basamento del Terreno Parral está compuesto por micaesquistos, calcoesquistos que afloran en el arroyo Medrano en la población Diez de Octubre y milonitas reconocidas en el arroyo los Pastores en San Lucas de Ocampo. Han sido datadas por el método K/Ar dando una edad de 251 ± 20 Ma que lo sitúan en el Pérmico Medio.

Sobreyaciendo discordantemente a este basamento se encuentra una secuencia rítmica de areniscas y lutitas, las cuales hacia la cima cambian a capas de caliza en estratos delgados a medianos con intercalaciones de limolitas rosas y escasas bandas de pedernal; se correlacionan con las Fms. Mezcalera y Baluarte. Han sido observadas en las porciones centro y noroeste de la carta. Por el contenido faunístico de amonites alcanza una edad del Tithoniano-Neocomiano y posiblemente hasta el Albiano.

En la porción noroeste de la Sierra de Yerbanis aflora la Fm. Cuesta del Cura (?), constituida por una secuencia de calizas arcillosas en capas delgadas a medianas con bandas y nódulos de pedernal muy deformadas, con microfauna de edad Albiano-Cenomaniano. Esta unidad pertenece al Terreno Sierra Madre y está cabalgada por la
Formación Mezcalera.

En la zona de Barrancas y en la región de la altiplanicie descansa por discordancia angular sobre las rocas paleozoicas y cretácicas, un paquete de andesitas y brechas andesíticas. En la localidad San Lucas de Ocampo se obtuvo una edad de 38.8 Ma por el método de K/Ar y en la carretera Durango-Mazatlán se reporta una de 52 Ma por el mismo método, las cuales corresponden al Eoceno temprano a tardío.

En la región de Tayoltita, se depositó discordantemente sobre el paquete anterior, un conglomerado con fragmentos de riolita y andesita conocida localmente como Formación Las Palmas, mientras que en la porción oriental de la carta el Conglomerado Ahuichila descansa sobre las secuencias mesozoicas, está constituido por fragmentos de caliza, areniscas lutitas y algunos clastos de granito en una matriz arcillosa y cementante calcáreo. La edad asignada a ambas unidades es del Eoceno y quizás alcance el Oligoceno Temprano. Cubriendo al conglomerado Las Palmas se tiene un paquete volcaniclástico que consiste de brechas, tobas, areniscas y limolitas de color rojizo. En la porción oriental también se deposita una secuencia similar consistente de areniscas con intercalaciones de tobas híbridas cubierta por una capa de conglomerado con calcedonia de la formación San Pablo. La edad inferida es del Oligoceno.

Intrusionando a las rocas antes descritas en Tayoltita y Bacís se observa un cuerpo granítico con variaciones a granodiorita y monzonita que forma parte del Batolito de Sinaloa. En Tayoltita se tienen dataciones de 48.2, 42.8 y 37.9 ± 1.8 Ma y en Gavilanes de 30.5 ± 0.6 Ma En el pico de Cerro Blanco, al noreste de la carta, un stock granítico es intrusionado por otro granito más jóven, manifestando la existencia de cuerpos multifásicos. Estas rocas están afectadas por diques andesíticos, dacíticos, riolíticos y latíticos.

Encima del paquete anterior se observa la Secuencia Volcánica Superior la cual ha sido diferenciada en dos secuencias, uno distribuido en la parte occidental de la carta y el otro en la porción oriental.

La más antigua se encuentra en la Cd. de Durango y está representada por los Grupos Registro, Carpintero y Río Chico. El Grupo Registro es la base de la secuencia riolítica y fue definida en la Sierra de Registro al SW de Durango. Está constituida por ignimbritas vitreo cristalinas con grandes cavidades de pómez. Fue datada con el método K/Ar dando 31.3 Ma encima discordantemente se tiene al Grupo Carpintero que está íntimamente relacionado con el desarrollo de la Caldera de Chupaderos, está constituida en el núcleo por ignimbritas, en la zona de abertura se observan ignimbritas brechoides con grandes bloques. El primer colapso forma un anillo de ignimbritas con materiales retrabajados, asociados a

domos y derrames traquíticos y riolíticos cubiertas por ignimbritas vitrocristalinas, brechas y tobas, las cuales son intrusionadas por pórfidos traquíticos y latíticos. Estos afloran en el Cerro de Mercado y Las Tinajas orientados NW- SE. Este Grupo fue datado por el método K/Ar dando un intérvalo de 30.3 a 31.2 Ma el Grupo Río Chico cubre a la secuencia anterior. Consiste de ignimbritas vitrocristalinas, cubiertas por derrames del Basalto Caleras al que coronan ignimbritas, flujos de ceniza, tobas riolíticas e ignimbritas pobremente soldadas.

El Grupo tiene un intérvalo de edad de 28.3 a 29.3 Ma En la zona de Barrancas se reconoció a una secuencia de brechas riolíticas, ignimbritas y tobas riolíticas que ha sido datada en 27.9 Ma correlacionándose con el Grupo Río Chico.

En la franja occidental se encuentra cubriendo al Grupo Río Chico y a la secuencia riolítica de la zona de Barrancas, la Formación El Salto-Espinazo constituida por ignimbritas cristalino-vitreas masivas, tobas de ceniza y horizontes andesíticos y dacíticos, de edad de 21.5 a 27.9 Ma obtenida por K/Ar, que la sitúa en el Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano.

En la porción oriental en la región de Coneto de Comonfort sobreyacen discordantemente a las andesitas del Eoceno, tobas líticas, ignimbritas con vitrófidos, brechas riolíticas y aglomerados. Se le asigna una edad tentativa del Oligoceno.

En la Sierra de Gamón se reconoció una secuencia de rocas volcánicas riolíticas que cubren discordantemente a las Fms. Mezcalera, Ahuichila y San Pablo, la cual consiste en su base de brechas, coladas y tobas de composición riolítica, cubiertas por ignimbritas riolíticas con intercalaciones de aglomerados y vitrófidos. Estos son afectados por domos riolíticos y traquíticos. Se la asigna una edad tentativa de Oligoceno-Mioceno.

En la Mesa del Madroño se encuentran basaltos de la Formación Metates coronando a las unidades de la porción occidental. Han sido datados por el método K/Ar en 12.3 Ma ubicándolos en el Mioceno Superior. Debido a la erosión de estas unidades se formaron depósitos clásticos de la Formación los Llanos del Plioceno. Los cuales están cubiertos por la Formación Guadiana que consiste en derrames basálticos intercalados con escoria volcánica, así como por depósitos aluviales y lacustres del Reciente.

En la carta se encuentran dos secuencias metamórficas que parecen corresponder a dos terrenos distintos, al Guerrero y al Parral, cuyo contacto no fue posible observar, pero se infiere tectónico a partir de los estilos de

deformación observados en campo, tanto de las unidades paleozoicas como de la cubierta Jurásico Superior-Cretácico Inferior. Presenta deformación dúctil con desarrollo de esquistocidad, plegamiento isoclinal, en calcetín y abundantes cabalgaduras, lo cual es característico de zonas de cizalla dúctil. En la porción oriental de la carta, en el Anticlinal de Yerbaniz, se observan apilamientos de cabalgaduras en las secuencias sedimentarias mesozoicas que podrían relacionarse al límite de los terrenos Parral y Sierra Madre. La acresión podría relacionarse a la Orogenia Laramide del Cretácico tardío al Terciario Inferior. Sobrepuesta a la anterior deformación, se desarrolló un sistema extensional orientado NW-SE, en el que se asocian fallas normales que bascularon a la Secuencia Andesítica, y en una etapa tardía controla el emplazamiento de cuerpos subvolcánicos, calderas y domos de edad oligocénica. La siguiente fase de extensión tectónica con vulcanismo del Mioceno Superior se asocia a la apertura del Golfo de California. El último evento caracterizado por vulcanismo fisural Plio-Cuaternario, muestra la reactivación de las estructuras anteriores.

En la carta se tienen yacimientos metálicos y no metálicos agrupados en ocho regiones mineras en cuatro provincias metalogénicas con posibilidades de contener depósitos minerales de interés económico.

Las regiones de Tayoltita y Santa María de Otáez están en la franja auroargentífera con plomo, zinc en sus distritos Tayoltita, Gavilanes, Bacís y Otáez encajonado en la secuencia del Paleozoico Superior y en las andesitas eocénicas afectadas por intrusivos graníticos a monzoníticos, Oligocénicos, siendo vetas lentiformes con longitudes de 40 m a 2.5 km.

Las regiones polimetálicas de (Ag, Pb, Zn, Au) o Faja de Plata, comprende los distritos de Tejamen, Coneto, San Lucas de Ocampo, Sierra de la Silla, Avino y Cerro de Minitas que ocurren en las rocas sedimentarias del Jurásico-Cretácico y en las andesitas del Eoceno, afectadas por pórfidos dacíticos y andesíticos en forma de apófisis y domos.

Estos últimos presentan yacimientos de volumen en forma de stockwork con diseminados y vetas.

La región minera de Durango se encuentra dentro de la franja de Cu, Fe, Sn, donde es muy conocido el yacimiento volcanogénico del Cerro de Mercado donde se tienen 5 cuerpos con dimensiones de 200 m. de largo y 150 m. de ancho y profundidades de 150 m., asociados a zona de brechas encajonadas en pórfidos traquíticos y latíticos.

La zona minera estanífera de Santa María de Batres que ocurre en ignimbritas y brechas riolíticas en forma de brechas hidrotermales, tiene mineralización errática se presenta en bolsadas de 0.2 m y alcanza valores del 2% Sn.

Entre los depósitos no metálicos susceptibles de explotar se encuentra la calcita de La Plazuela con 90,000 tons., posibles que se podrían utilizar en la elaboración de cal hidratada. El granito de las inmediaciones de Cerro Blanco que exhibe una textura de grano medio, cumple con la norma para propósitos de construcción y estructurales. Los basaltos de Guadiana que en las inmediaciones de Durango, han sido utilizados como material de revestimiento de carreteras y terracerías, en losetas y en agregados para cemento. Las tobas riolíticas las cuales cubren un 60% de la carta, podrían ser susceptibles de explotación ya que actualmente sólo se utilizan en las inmediaciones de la Cd. de Durango en las canteras Garabitos, Presa del Hielo y para materiales pétreos en la localidad de Chupaderos.

Las regiones y distritos mineros se presentan asociados a los límites tectónicos de los terrenos y a fallas de basamento terciarias, las cuales se distribuyen de manera general en tendencias NW-SE. A lo largo de ellas se presentan condiciones favorables que permitieron el emplazamiento de gran diversidad de yacimientos; entre los metálicos destacan pórfidos auríferos, vetas epitermales auroargentíferas, polimetálicas (Ag, Pb, Zn, Au), cuerpos de reemplazamiento de Ag, Pb, Zn, vulcanogénico de hierro, y brechas y vetas estaníferas asociadas a domos riolíticos.

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 prioritario que corresponde a la generación de la infraestructura básica especializada geológico-minera, con el fin de producir y procesar toda información de campo necesaria para la elaboración de cartas geológico-mineras, geoquímicas (10 elementos) y magnéticas, en formato cartográfico de INEGI de escalas 1:50,000 y 1:250,000.

Como una primer etapa se pretende tener el cubrimiento de nuestro País, en una superficie de 1,350,000 Km^2, que corresponde a el área con mayor potencial minero del territorio nacional.

Este programa se basa en la misión del Consejo de Recursos Minerales que es la de **"generar, interpretar y difundir la infraestructura de información geológico-minera básica y de investigación tecnológica que soporte, apoye y motive al sector privado a continuar la exploración y evaluación del potencial minero del país, con menor riesgo, brindándole además, la asesoría geológico-minera necesaria para que de ésta forma, se traduzca en un importante detonador de nuevas operaciones mineras.**

El objetivo es incentivar y apoyar la inversión en exploración y explotación minera, ofreciéndoles a los capitales nacionales y extranjeros la información geológico - minera básica y de investigación que aliente la evaluación del potencial minero del país, con mayores elementos y márgenes de confiabilidad, mediante el manejo de un gran volúmen de datos geológicos, geofísicos y geoquímicos, que permitirán al usuario conocer, interpretar y seleccionar las características y potencialidad de cada zona; esta información se sintetiza en cartas especializadas accesibles al público en planos impresos o de forma digital (disco compacto o cinta), que se complementa con información textural.

El caso del presente estudio, consistió en realizar la cartografía geológico - minera y geoquímica de la carta Durango, escala 1:250,000 clave G13-11, mediante la exploración integral programada, realizando estudios de imágenes de satélite, fotografías aéreas y cartografía geológica minera de campo, mapeando unidades litológicas, zonas de alteración, prospectos; paralelamente se realizó un estudio geoquímico de sedimentos activos de arroyo; así como la prospección geológico - minera con su respectivo inventario e interpretación correspondiente, además de un estudio de magnetometría aérea, el cual no es parte de éste informe.

El proceso final de edición de las cartas, tanto impresas como en forma digital que incluye su base de datos, se realiza con un Sistema de Información Geográfica (ARC/INFO, ARC/VIEW), para el manejo oportuno de grandes volúmenes de información geológica, estructural, minera, geoquímica, geofísica, que puede ser referida a diversos sistemas de coordenadas, pudiendo efectuar su actualización, manipulación y análisis de forma rápida, eficaz y exacta; presentando, además, ante el público la

posibilidad de obtener cartas con varias disciplinas integradas: Cartas Temáticas, o especializadas, en función de los requerimientos del usuario.

I.2.- TRABAJOS PREVIOS

Los trabajos previos, para la elaboración de la carta geológico minera y geoquímica escala 1:250,000 son los siguientes:

I.2.1.- Recopilación Bibliográfica
I.2.2.- Reconocimiento Geológico Regional
I.2.3.- Interpretación de la Imagen de Satélite
I.2.4.- Fotogeología

I.2.1.- RECOPILACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Esta se inicia con la adquisición de las cartas topográficas escala 1:250,000 de la Carta Durango, y 24 cartas a escala 1:50,000 que cubren ésta, las cuales son editadas por INEGI; donde se plasma la información del listado de publicaciones y planos editados e inéditos de instituciones como el propio CoReMi, PEMEX, IMP, CFE, SARH y otros previo análisis de calidad de la información recabada, la cual se verifica en campo con un reconocimiento geológico regional; obteniéndose como resultado dos planos a escala 1:250,000 donde se muestra primeramente los 49 trabajos recopilados (Figura No. 1) y otro donde se plasma la geología obtenida de ellos, describiéndose a continuación los trabajos más relevantes en el aspecto estratigráfico y estructural, y en forma general de los estudios geológico mineros evaluativos.

Estudiantes de maestría de la Universidad de Texas en Austin; han desarrollado estudios geológicos de la Sierra Madre Occidental, sobre la Secuencia Volcánica Superior en la carretera No. 40 Durango - Mazatlán, en donde Keizer y Swanson (1974), reconocieron la zona comprendida entre Durango y Río Mimbres dando nombre formacional a las unidades individuales de ignimbritas, tobas, derrames riolíticos y basálticos intercalados, que forman los grupos Registro, Carpintero y Río Chico; haciendo estudios detallados de petrografía y dataciones geocronológicas, que ubican a éstas unidades en el Oligoceno - Mioceno (28.3 - 31.8 m.a.)

Waitt (1970-1973) definió la secuencia de ignimbritas y tobas riolíticas que afloran sobre la carretera Durango - Mazatlán a las que denominó Formación El Salto - Espinazo. McDowell y Clabaugh (1979) reconocieron esa misma secuencia. Posteriormente en 1977 McDowell y Keiser dataron estas rocas con 21.5 a 22.9 m.a. que la ubican en el Oligoceno Mioceno.

Lyons (1975), Estudió el yacimiento de hierro de el Cerro de Mercado de origen volcanogénico, y propuso la existencia de la caldera Chupaderos de colapso con 50 km de diámetro, con su centro localizado en las cercanías de la Presa Peña del Aguila.

Garduño y Zaldivar (1981) hablan de los terrenos estratotectónicos que aparecen en esta porción del país; como El Terreno Parral el cual se conoce en el Arroyo de Medrano en San Lucas de Ocampo (10 de Octubre), donde consiste de micaesquistos y calcoesquistos, los cuales fueron datados por el método K/Ar

obteniéndose una edad de metamorfismo de 251± 20 m. a; que lo sitúan en el Pérmico, y mencionan los trabajos de Flores (1980) y Coney et al (en prensa) quienes denominan al conjunto pretectónico mar mexicano y lo hacen propio de los terrenos estratotectónicos de Coahuila y Sierra Madre Oriental, siendo equivalente en tiempo el terreno Parral al conjunto Tectónico Mezcalera; además mencionan el conjunto pretectónico Cananea, para definir materiales volcánicos, vulcanoclásticos e intrusionan producto de magmas relacionados al arco volcánico laramídico de la Costa Oeste de México (Campaniano - Eoceno 80 a 50 m.a.), y al conjunto Pretectónico Ahuichila lo agrupan en Molasa continental y conjunto Tarahumara (Volcanismo Oligoceno - Mioceno). Estructuralmente mencionan 5 faces de deformación:

1 Fases propias del basamento.

2.- Una fase en extensión con componente transtencional antes Oxfordiano.

3.- Una fase compresiva del Cenomaniano que produce cabalgamiento de las zonas internas sobre las externas.

4.- Una fase compresiva del Cretácico Superior – Paleoceno

5.- Una fase de extensión post - Oligoceno que bascula a las anteriores.
En el distrito minero de Tayoltita Smith D y D. Miltall (1974) definieron un espesor de 750 m de andesita del Terciario Temprano, intrusionadas por cuarzo -monzonitas y stocks graníticos. Las estructuras mineralizadas son vetas - falla del tipo relleno de fisura con orientación preferencial E-W depositados en un rango vertical de más de 600 m con mineralización argentífera.

B.A. Kennethy E. Nameth (1976) definieron al Grupo Volcánico Superior constituido en su cima por ignimbritas, flujos y aglomerados con andesitas; hacia la base se tienen riolitas piroclásticas, flujos andesíticos y aglomerados.

I.2.2.- RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO REGIONAL

Una vez analizado el material bibliográfico, se procede a seleccionar las áreas de interés a visitar durante el reconocimiento geológico., teniendo en cuenta que únicamente se marcarán los afloramientos con una magnitud de 1 km^2 y espesor de 50 m. siendo necesario aclarar que habrá algunos afloramientos que no cumplan con este requisito, pero sean de interés geológico minero y se exagerarán sus contactos, y una vez en campo se procede a normarse los criterios litológicos y estratigráficos, marcándose la Geología Estructural sobre las 24 cartas a escala 1:50,000 que cubren la carta Durango; transfiriéndose a ésta los datos a escala 1:250,000.

Es necesario mencionar que el análisis estratigráfico fue apoyado en la bibliografía consultada de otras Instituciones (PEMEX, IMP, UNAM) y principalmente en la definición de terrenos estratotectónicos de Campa y Coney (1983), para ésta porción del País.

El análisis del plano hipsométrico (Figura No. 3), nos permitió tener un panorama

general de los rasgos morfoestructurales y tectónicos, lo que nos ayuda a realizar un análisis estructural más completo.

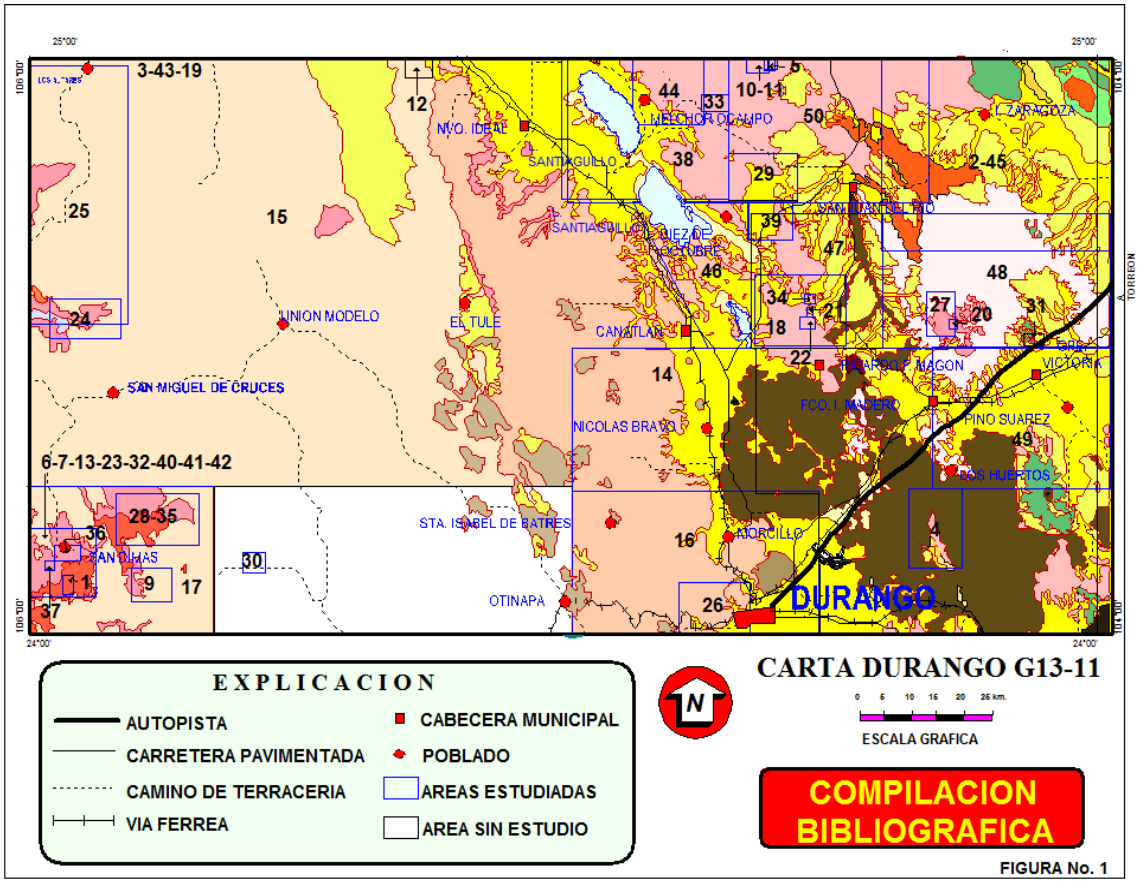


FIGURA No. 1

Lo anterior nos condujo a establecer un modelo tectónico de la carta Durango, y con ello a tratar de considerar las posibilidades económicas desde el punto de vista de yacimientos minerales más completo.

I.2.3.- INTERPRETACIÓN DE IMAGEN DE SATÉLITE

Para la interpretación de la Imagen de Satélite, se utilizó el espaciomapa de la primera impresión en 1995, (INEGI) correspondiente a la hoja Durango con clave G13-11; la cual se analizó definiéndose los siguientes rasgos morfoestructurales: La mitad de la carta en su porción este se caracteriza por presentar fallamiento normal con orientación preferencial NW - SE, el cual origina una morfología de Cuencas y Sierras (Basin and Range), donde destacan como estructuras grandes en su límite noreste; la Sierra de Yerbaniz intrusionado por el stock granítico de Peñon Blanco, en la porción central de éste; se tiene una posible forma Dómica en la Sierra de Gamón, que está limitada al Noroeste por la fosa de La Laguna de Santiaguillo, y Graben del Valle del Guadiana; en este último muestra en su porción oeste la caldera Chupaderos en las inmediaciones de la Cd. de Durango; además de gran cantidad de conos volcánicos basálticos (Figura No. 2).

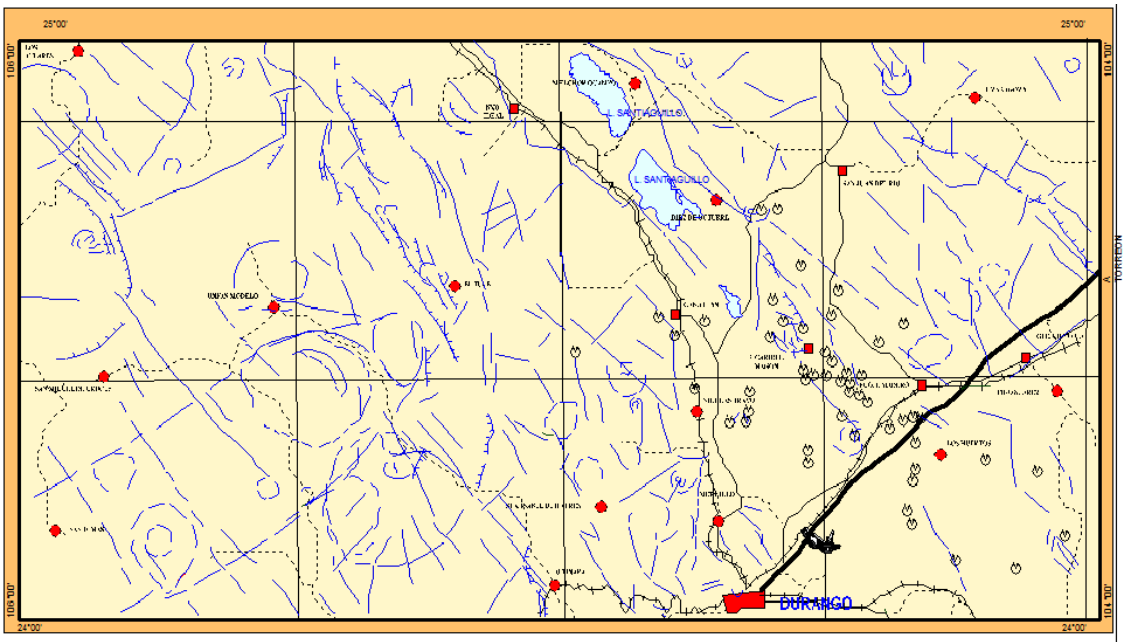


FIGURA No. 2

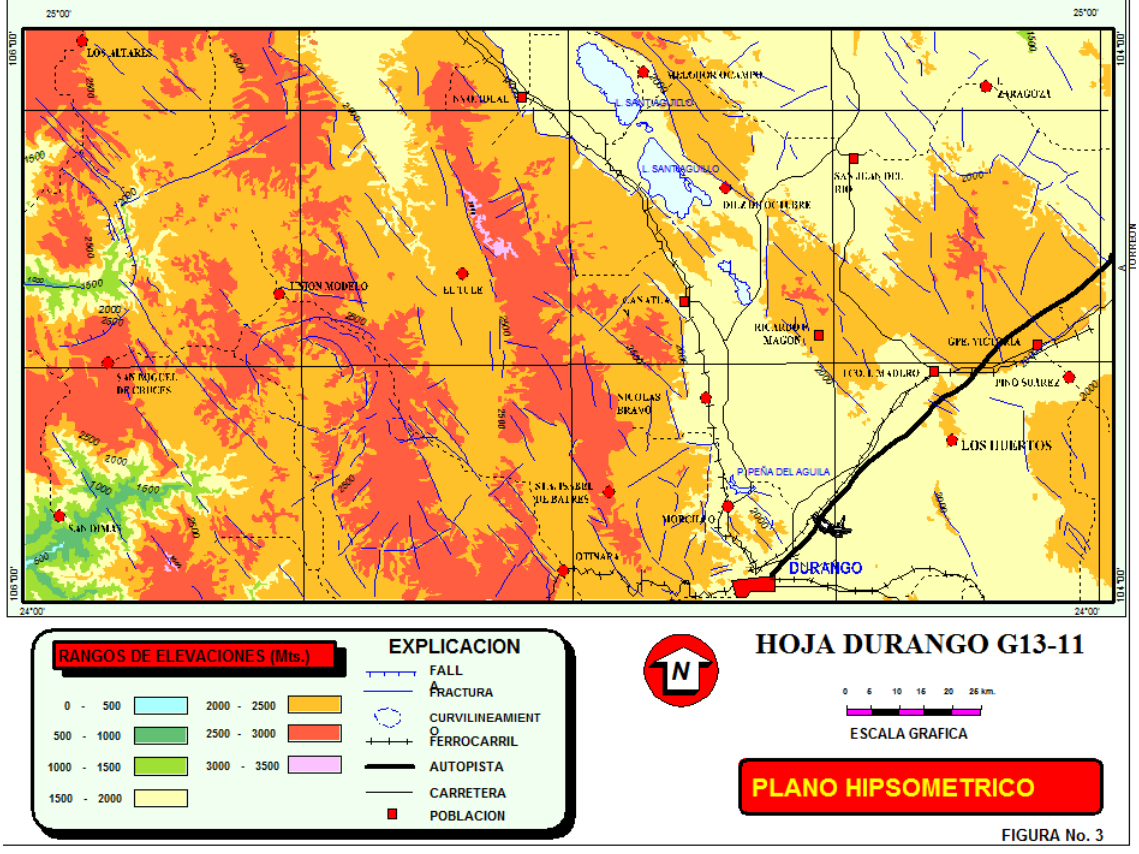


FIGURA No. 3

El complemento de la carta corresponde a la meseta lávica de la Sierra Madre Occidental, la que también muestra fallamientos principales tanto NW - SE como NE -SW, que desplaza al primero lo que originó un pilar tectónico (Horts) en la Sierra del Epazote separado por la cuenca (Graben) del Río Chico, San Lorenzo la cual está limitada al Oeste por la meseta lávica en su zona de barrancas donde se observan dos curvilineamientos uno en Santa María de Otáez y otro en la población del 12 de Mayo, que parecen corresponder a Calderas a lo largo y ancho de la carta Durango; se observan otros curvilineamientos de menor magnitud que posiblemente estén asociados a domos, stock intrusivos y a cuerpos subvolcánicos.

I.2.4.- FOTOGEOLOGÍA

El material de fotografías para la carta Durango se adquirieron únicamente las fotografías de los diferentes distritos mineros en INEGI, las cuales se complementaron con las existentes en la Oficina Regional Durango de la defensa nacional; siendo las escalas utilizadas de 1:70,000, 1:50,000 1:20,000 y las de la defensa a 1:54,000, las cuales se interpretaron cubriendo una superficie de 23100 Km^2 transfiriéndose los contactos y fallas al plano 1:250,000, verificándose en campo, habiéndose definido unidades de roca como calizas, lutitas, areniscas, conglomerados, andesitas cuerpos intrusivos granitícos a monzoníticos y subvolcánicos, latíticos a riodacíticos y rocas volcánicas ignimbritícas, riolítas y basaltos.

I.3.- MÉTODO DE TRABAJO

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

1.- Gabinete, al inicio de los trabajos.
2.- Cartografía, como parte medular del estudio.

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

La primera etapa de gabinete y no mayor al primer mes y medio del año estuvo compuesta de:

a).- Recopilación de información para su selección, integración y reinterpretación para los fines geológicos - mineros y geoquímicos perseguidos. Las fuentes de información fueron el propio Consejo de Recursos Minerales, bajo la base cartográfica de INEGI, además de las instituciones afines (PEMEX, CONAGUA, CFE, SARH, entre otras), Universidades, Institutos y empresas mineras.

b).- Interpretación de imágenes de satélite, con especial énfasis en lineamientos, curvilineamientos, zonas de alteración y relación estructural con yacimientos conocidos para la definición de nuevas áreas prospectivas. Se utilizaron imágenes Land-Sat para interpretación visual, además de imágenes digitales Land-Sat TM con interpretación mediante ERDAS Y ERMAPPER en combinación de bandas 7-4-1.

c).- Análisis morfoestructural a partir de interpretación de lineamientos con planos hipsométricos, con intervalos de curvas de nivel entre 500 metros.

d).- Se programaron localidades

de muestreo de sedimento activo de arroyo para geoquímica regional, con densidad de una muestra por cada 40 kilómetros cuadrados, aplicando el criterio de cuencas y subcuencas hidrológicas.

La segunda etapa se realizó en campo e inició en febrero para concluirse en noviembre, cuya actividad, en general consistió de:

a).- Obtención del muestreo geoquímico de sedimento activo (limos y arcillas) de arroyo, con un total de 412 muestras (densidad de 1 muestra por 40 Km^2), el análisis se realizó por emisión de plasma de treinta y un elementos: Au, Sb, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cu, Cr, P, Fe, Mn, Mo, Ni, Ag, Pb, W, Zn, Sn, Se, Be, Ca, K, Na, U, AI, Sc, Ga, Mg, TI; (el oro se efectuó por vía húmeda), con los resultados se realizó la geoestadística por percentiles y se escogieron 10 elementos para la edición de otras tantas cartas geoquímicas. Se controló mediante fichas alfanuméricas, con obtención de datos geológicos puntuales.

b).- Cartografía geológica, se realizó la verificación de contactos, seccionesgeológicas y apoyo con las fotografías aéreas de complicación geológica y/o de interés económico. La información se enfoca hacia la obtención de cartas geológicas cronoestratigráficas. Se tomaron 69 muestras de mano para otros tantos estudios petrográficos y 7 muestras para análisis de roca entera.

c).- Reconocimiento geológico minero, con muestreo representativo de lamineralización, definiendo calidad, potencial y perspectivas de yacimientos tanto metálicos como no metálicos. Se tomaron 150 muestras para análisis químicos; 8 para mineragrafía. Se delimitaron 6 zonas mineras, 9 distritos o provincias mineralizadas con sus respectivas características, además de 9 áreas nuevas prospectivas.

La tercer y última etapa consistió en la integración, interpretación y validación de la información obtenida, la cual se realizó sistemáticamente durante el desarrollo de la cartografía y se concluyó en los dos últimos meses del año, con la culminación del presente informe final. Para la edición de las cartas finales se utilizó un Sistema de Información Geográfica (ARC/INFO), el que permite la posibilidad de ofrecer al público la combinación de varias disciplinas para la impresión de Cartas Temáticas.

II GEOGRAFÍA

II.1- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL AREA

La carta Durango se localiza en la porción central del estado del mismo nombre, cubre una extensión de 22,437 Km^2 estando limitada por las coordenadas geográficas 104° 00' a 106° 00" de longitud oeste y 24° 00' a 25° 00' de latitud norte abarca los municipios de Canatlán, Coneto de Comonfort, Cuencamé, Durango, Guadalupe Victoria, Nazas, Nuevo Ideal, Pánuco de Coronado, Peñón Blanco, Poanas, Rodeo, Santiago Papasquiaro, Santa María de Otáez, San Dimas, San Juan del Río y parte del municipio de San Ignacio en el estado de Sinaloa (Figura No 4).

II.2.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



FIGURA No. 4

La Cd. de Durango es el principal centro de población, situada en la porción centro sur de la carta casi en los límites, cuenta con excelentes medios de comunicación terrestre, ferroviarios y aéreos, esta ciudad está situada en el Km 893 de la carretera panamericana No. 45 México - Cd. Juárez; la cual la comunica al NE con Rodeo (154 Km) y al SE con Nombre de Dios (47 Km), y sobre la carretera Interoceánica (No. 40) Mazatlán, Matamoros en el Km 313 que la comunica al NE con Cuencamé (136 Km) y al SW con El Salto (110 Km); recientemente se cuenta con la autopista de Durango - Torreón, la cual comunica al NE a Guadalupe Victoria (79 Km) y Cuencamé (136 Km). (Figura No. 4).

Se tiene además la carretera estatal No. 23 de la Cd. de Durango a Santiago Papasquiaro (167 Km), y las dos carreteras que son Yerbanís a Peñón Blanco (60 Km), entronque San Juan del Río a Coneto de Comonfort (35 Km); así como tres terracerías importantes que son: Estación Coyotes a San Miguel de Cruces (90 Km), del Soldado a Ignacio Zaragoza (55 Km) y de San Juan del Río a Peñón Blanco (60 Km).

II.3.- CLIMA Y VEGETACIÓN

En el área de estudio, se tiene de acuerdo a la clasificación de W. Koppen (1948) modificada de E. García (1964) siete tipos de climas: El primero es un clima templado y húmedo con temperaturas medias anuales de 12° a 18° C y en invierno de 15°C a 3°C, el cual se presenta en la Sierra de Cieneguillas, al poniente y noroeste de la

Cd. de Durango abarcando la Sierra del Epazote y la porción oriental del Río Santiago, y con precipitación promedio de 50 a 125 mm.

Al norte y noroeste de la Cd. de Durango predomina un clima seco a semiseco con temperaturas de 18° a 22° C y en invierno menor de 15°C con lluvias en verano e invierno; la precipitación anual promedio varía de 125 a 200 mm.

Al norte de Durango capital y en el Municipio del Pánuco de Coronado, se tiene un clima seco desértico con temperaturas variables de 18 a 22°C. con precipitación promedio de 50 a 125 mm.

Al norte y noreste de la Cd. de Durango cubriendo la porción oriental del municipio de Pánuco de Coronado y Guadalupe Victoria, prolongándose al noroeste sobre las Sierras de Gamón y Coneto., teniendo como límite oeste las poblaciones del Neverías y Estación Chinacates; prevalece con clima semiárido templado, con temperaturas variables de 18° a 22°C y con precipitaciones promedio de 25 a 75 mm.

La porción oeste y noroeste de la carta comprende la Sierra de Magdalena; la parte oriental de la Sierra Madre Occidental (Meseta lávica que abarca parte de los municipios de Otinapa, San Dimas, Santa María de Otáez y Santiago Papasquiaro, donde tenemos un clima semifrio, con temperaturas medias anuales de 8° a 22°C con lluvias en verano y precipitaciones promedio de 125 a 250 mm.

Se tiene en la región de Tayoltita, Guarisamey, Yamoriba, Las Palmas y Gavilanes, un clima semicálido con temperaturas de 15° a 40°C, con precipitaciones de 250 a 300 mm.

Finalmente en el límite Occidental de la carta que comprende las localidades de Carboneras, Puentecillas, Santa María de Otáez y Acatita, tiene un clima templado con lluvias en verano y temperaturas medias anuales de 7° a 22°C y precipitaciones promedio de 100 a 200 mm.

La vegetación se encuentra íntimamente relacionada con los climas descritos anteriormente, como se demuestra en la porción oriental de la carta Durango, la que se caracteriza por presentar vegetación de tipo desértico asociada con las plantas gobernadora (Larrea divariacata), lechuguilla (Agave lechuguilla), uña de gato (Acacia greggii), candelilla (Eujohorbia cerífera), mezquite, (Bisnaga), (Echinocactus sp), (Prosopis spp), huizache (Fithecolubium albicans) ocotillo (Frouguieria Splendevis) guiote (pedunco floral de Agave spp); sotol (Dasylirion spp), la parte alta de la Sierra de Gamón están pobladas de pinos (pinus sp), encinos (Quercus gamelii), las partes bajas corresponden a zonas de temporal donde se siembra principalmente maíz (pal. haitiana) frijol (ef. fisol), chile (m. amer. ajt. pimiento).

Hacia la zona de lagunas, como son Santiaguillo, Guadalupe Aguilera y Presa Peña del Águila, San José del Molino, Navacoyan y Nacozari, se tiene agricultura de riego., donde se siembra maíz (pal. haitiana), frijol, (ef. fisol), alfalfa (f. mielga) trigo, (lat. triticum), manzana (f. fruto de manzano), durazno (Del. gr. dárakino, melocotón).

En la porción occidental en la parte baja

a media de la Sierra, se tiene una zona de transición de arbustos como el encino (Querws gramelii) y el piñón (pinos monphylla)., y en las partes altas de la Sierra se tiene vegetación constituída por gran cantidad de pinos (pinius leiophylla) y el encino (Querws barbinervis) las cuales se explotan por medio de aserraderos; en menor proporción se tienen madroño (m. Arbusto de la familia de las arecáceas).

En la zona de barrancas prevalece vegetación de tipo semitropical, denominada selva baja caducifolia son comunes los tepeguayes (Lysiloma, spp) Bonete (Jacaratia Mexicana), Cacahuates (Ipomeas, spp), amapola (Pseudobombax palmari), colorin (Erithynam, spp) pochote (Ceiba spp), cueramo (cordia spp) y árboles frutales como naranja (melón - lat. melo, melonis), limones (m. fruto del limonero), guayaba (fruto del guayabo).

II.4.- FISIOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA

La carta Durango, en su porción nororiental queda comprendida en la provincia de la Sierra Madre Oriental, en su subprovincia de Sierras transversas (Raísz 1964) (Figura No. 5), en los límites con la provincia de la Mesa Central., donde sobresale la Sierra de Yerbanís y Cerro Blanco, orientados NW-SE con elevaciones máximas de este último de 2460 m.s.n.m. y la parte este y sureste de la Sierra de Gamón, con elevaciones de 2540 a 1800 m.s.n.m., las cuales están separadas por el valle del Rio Peñón Blanco, con una altitud de 1550 m.s.n.m. Esta región se caracteriza por presentar en la Sierra de Yerbanís, en las Lomas el Tulillo y Alamito, rocas mesozóicas marinas plegadas en la Sierra de Gamón, mesetas y cerros, constituídas por rocas volcánicas; los valles rellenos de materiales clásticos continentales, lo que nos demuestran dos etapas de erosión uno de madurez temprana y un rejuvenecimiento, producto del depósito de los materiales volcánicos.

El resto del área está comprendida en la provincia de la Sierra Madre Occidental, en la subprovincia de Altiplanicie con valle (Basin and Range); la cual presenta en su porción oriental las Sierras de Cieneguillas, Gamón, Coneto, La Silla y La Pila., orientadas NW - SE con altitudes de 2960 m.s.n.m. en la Sierra de Gamón a 2100 m.s.n.m. en la Sierra de La Pila, aunque en promedio las elevaciones oscilan en 2564 m.s.n.m. separada por cuencas - subcuencas intermontañosas y de pie de monte, como la Laguna de Santiaguillo, San Juan, Peñón, La Muralla y Valle del Guadiana, con altitudes variables de 1400 m a 1736 m. Cambiando la morfología hacia la parte centro occidental, donde las Sierras y mesetas son más altas como la Sierra el Epazote con alturas de 3230 m.s.n.m., Mesa el Perro con 2680 m.s.n.m. Mesa El Cuervo con 2600 m.s.n.m. Cerro Prieto con altitud de 3050 m.s.n.m. Mesa la Plazuela con 2600 m.s.n.m. Cerro El Palomo con 2860 m.s.n.m. Cerro alto El Cabezón con 2880 m.s.n.m., los cuales están separados por la cuenca (Graben) del Rio Santiago - Rio Chico, con elevaciones mínimas de 1750 m.s.n.m. hacia su parte noroeste en San Nicolás de Arriba.

El límite occidental y suroccidental, se encuentra en la subprovincia de la meseta lávica de la Sierra Madre Occidental, donde sobresalen como prominencias montañosas. La mesa Los

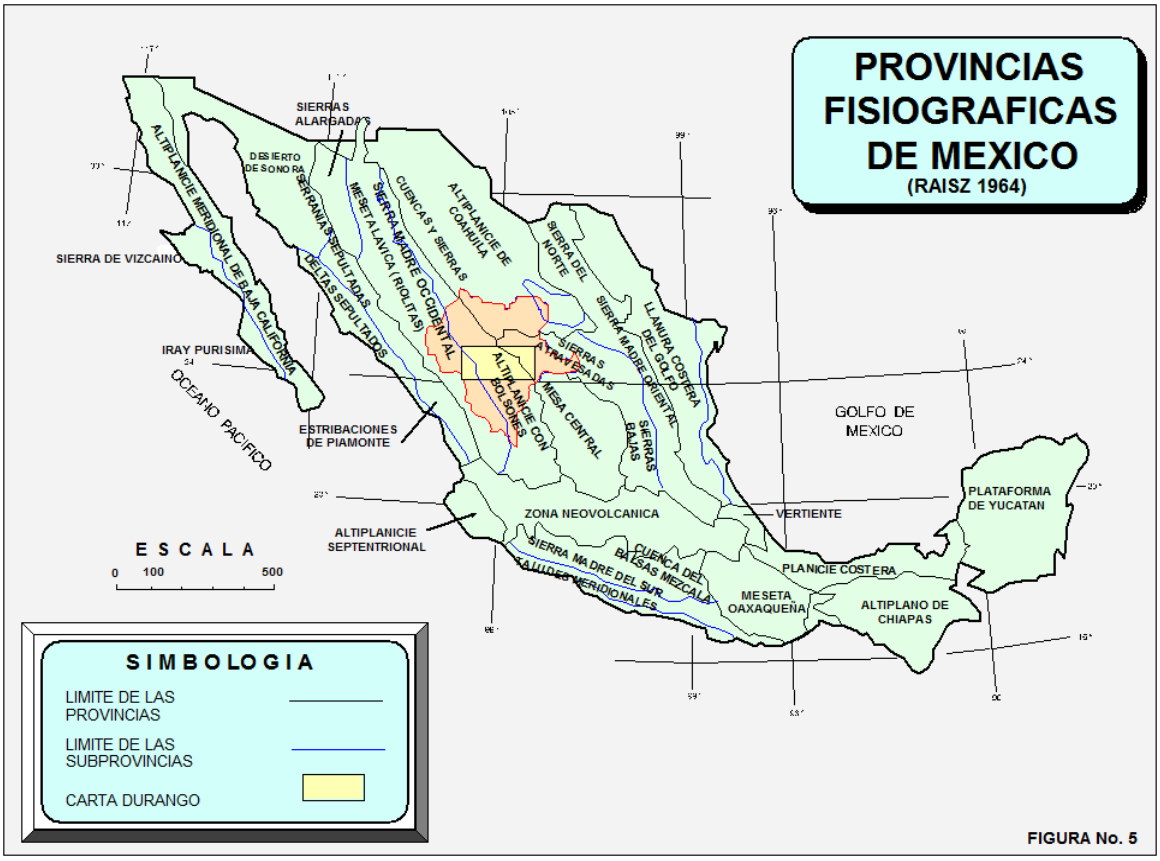


FIGURA No. 5

Fresnos con una altitud 2740 m, mesa Las Golondrinas con 2840 m.s.n.m., Cerro el Tascate con 3080 m.s.n.m. Cerro de Guachichiles con 3100 m.s.n.m., las cuales presentan una gruesa carpeta ignimbrítica subhorizontal afallada y disectada por profundos cañones con pendientes de 60° a verticales, denominada localmente zona de Barrancas, con elevaciones en el Rio Piaxtla de 400 a 900 m.s.n.m, en el Rio los Remedios en San José de Bacís; lo que muestra desniveles de 2700 m. como máximo; esto ha permitido dejar al descubierto el basamento más antiguo constituido por rocas metamórficas, sedimentarias y cuerpos ígneos-graníticos a monzoníticos, pórfidos y derrames andesíticos, morfológicamente la meseta se encuentra en una etapa de madurez y las corrientes que esculpen las barrancas se encuentran actualmente en estado de juventud (Figura No. 5).

La hidrografía de la carta Durango está integrada por cinco zonas, tomadas de INEGI (1990); las cuales se describen a continuación:

Zona Centro y Nororiental.- Está formada por las corrientes fluviales de las subcuencas de los Rios Peñón Blanco, San Juan y Santiago Bayacora, las cuales fluyen al noroeste para integrarse a la cuenca endorreica del Rio Nazas - Rodeo que continúa con dirección noreste y vierte sus aguas en la Laguna de Mayran, la que en el período de Mayo a Agosto se encuentra seca.

Zona Centro Norte.- Está integrada por los Arroyos El Morcillo, Astilleros y Guatimapé, El Gato en la porción

occidental y en la parte oriental por los arroyos Las Jarillas, Los Mimbres y Calaveras que vierten sus aguas en la cuenca endorreica de la laguna de Santiaguillo.

Zona Centro y Suroriental.- La constituyen los ríos La Sauceda, San Bartolo, Rio Chico, El Tunal y Cieneguillas., que forman parte de la cuenca del Rio San Pedro, el cual fluye con dirección sureste y desemboca en el puerto de San Blas que da al Océano Pacífico.
Zona Noroccidental.- Está representada por las subcuencas de los Rios El Caballo, Quebrada de las vueltas, Los Remedios y Las Veredas; los cuales fluyen en dirección suroeste y se integran a la cuenca del Rio San Lorenzo, el que vierte sus aguas al Océano Pacífico.

Zona Suroriental.- Está integrada por las subcuencas del Arroyo del Pilar y las Veredas, Rio Miravalles que se unen a la cuenca del Rio Piaxtla, el cual fluye al suroeste y desemboca al Océano Pacífico.

Por otro lado el drenaje típico en cada una de los regiones está condicionado al tipo de unidad litológica, en la porción nororiental de la carta se observa un drenaje dendrítico espaciado y un drenaje radial en las inmediaciones de Cerro Blanco y subparalelo en la región del Jaralillo, ésto debido a la presencia de conglomerados, rocas volcánicas, calizas e intrusivos; la parte central de la hoja muestra drenaje subparalelo de grandes dimensiones, como lo demuestran los rios Santiago Bayacora, Rio Chico y La Sauceda, donde se tienen rocas volcánicas principalmente del tipo de andesítas, ignimbritas, tobas y riolíticas.

La porción occidental en lo que se denomina Meseta Lávica Riolítica muestran un drenaje dendrítico, aunque en el fondo de las barrancas muestran drenajes dendríticos, con terminación de arroyos en pinza; ésto debido a intrusivos graníticos y también drenaje dendrítico tupido en la zona de pizarras.

III.- GEOLOGÍA

La carta Durango queda situada en la confluencia de las provincias geológicas de México denominadas Zacatecanas, Faja Ignimbrítica Mexicana y Cinturón Orogénico Sinaloense (Ortega Gutiérrez, F, 1992).

El Contexto geológico regional está representado por una amplia gama de unidades litoestratigráficas que abarcan edades de un rango geocronológico entre el Paleozoico Superior al Holoceno y comprende rocas metamórficas, sedimentarias, ígneas extrusivas e intrusivas y subvolcánicas que a continuación se describen de acuerdo a su posición estratigráfica. (Figura No. 7).

III.1.- ESTRATIGRAFÍA

III.1.1.- PALEOZOICO SUPERIOR

III.1.1.1.- COMPLEJO METAMÓRFICO Pp (?) CM

El basamento se encuentra en forma de pequeños afloramientos que cubren superficies de 2000 m² sobre el arroyo de Medrano al oeste y noroeste de San Agustín de Ocampo, cercano a la población de 10 de Octubre (San Lucas de Ocampo) se presenta como un anticlinal recumbente constituído por meta-areniscas (cuarcitas) con muscovita y sericita meta calizas con

fusulinidos (?) de color blanco a verdoso y pardo con bandas y fracturas rellenas de cuarzo; el metamorfismo es de bajo grado de la facie de esquistos verdes; debido a la deformación no se tiene control sobre el espesor; además sobre el arroyo Los Pastores localizado a 0.5 km. de la entrada de San Lucas de Ocampo se identificó un crestón de milonitas de color amarillento clasificado como augenesquisto. (Figura No. 6 y 7).

Esta unidad está cubierta en discordancia angular por la Formación Mezcalera; la edad del metamorfismo fué obtenida (Garduño, 1983) por el método geocronológico de K/Ar con 251 ± 20 m. a. que la ubican en el Pérmico Medio.

La unidad forma parte de lo que el IMP ha denominado conjunto pretotectónico Santa María del Oro dentro del Terreno Parral.

El origen de depósito de esta Formación representa facies costeras del Carbonífero desarrolladas sobre un Arco de márgen continental marino (Garduño y Zaldívar, 1983).

Esta unidad tiene posibilidades de contener oro diseminado en las milonitas y dentro de los lentes de cuarzo.

III.1.1.2.- SECUENCIA VOLCANO SEDIMENTARIA P (?) Mvs

Esta unidad se maneja de manera informal (Pineda, Clark, Carrasco, 1977). Aflora sobre el rio Los Remedios cubriendo una superficie de 30 km² en las cercanías de las minas Cerros Blancos, La Prieta y en la población de Huahuapan donde se observa constituída por pizarras negras y filitas en capas laminares con intercalaciones de volcánicas andesíticas en seudoestratos de 0.60 a 1.40 m. y capas laminares ocasionales de areniscas (Grawacas) y microconglomerados con fragmentos de pizarras y filitas con un espesor aproximado de 120 m; los cuales se muestran muy deformados y presentan el flanco normal de una antiforma; esta unidad por similitud litológica se correlaciona con la Formación San José de Gracia situada al norte de Sinaloa (Malpica, 1974) considerada de edad Paleozoico Superior (?) que posiblemente pertenezca al Terreno Guerrero (?).

Las rocas que conforman esta secuencia pertenecen a un medio ambiente de depósito sedimentario originadas durante la subsidencia. Del basamento paleozóico durante la Orogenia Sonoma en el permotriásico y asociadas a un arco continental (migración del arco hacia el este).

Las condiciones geológico-mineras del Complejo metamórfico y secuencia volcánico sedimentaria son propicias para contener mineralización ya que se tiene conocimiento de la existencia de prospectos mineros emplazados en estas rocas y asociados a la intersección de fallamiento regional como en el arroyo Los Pastores en San Lucas de Ocampo y la mina La Prieta en Bacís.

III.1.2.- JURASICO SUPERIOR CRETACICO INFERIOR SEDIMENTARIO

III.1.2.1.- FORMACIÓN MEZCALERA (JsKiAr-Lu)

Esta unidad fue definida informalmente por (PEMEX, CONCYT Y FYPSA, 1974, Martínez P. 1901); dan este nombre a una sucesión de 15 unidades litológicas

COLUMNA GEOLOGICA

CARTA DURANGO G13 - 11

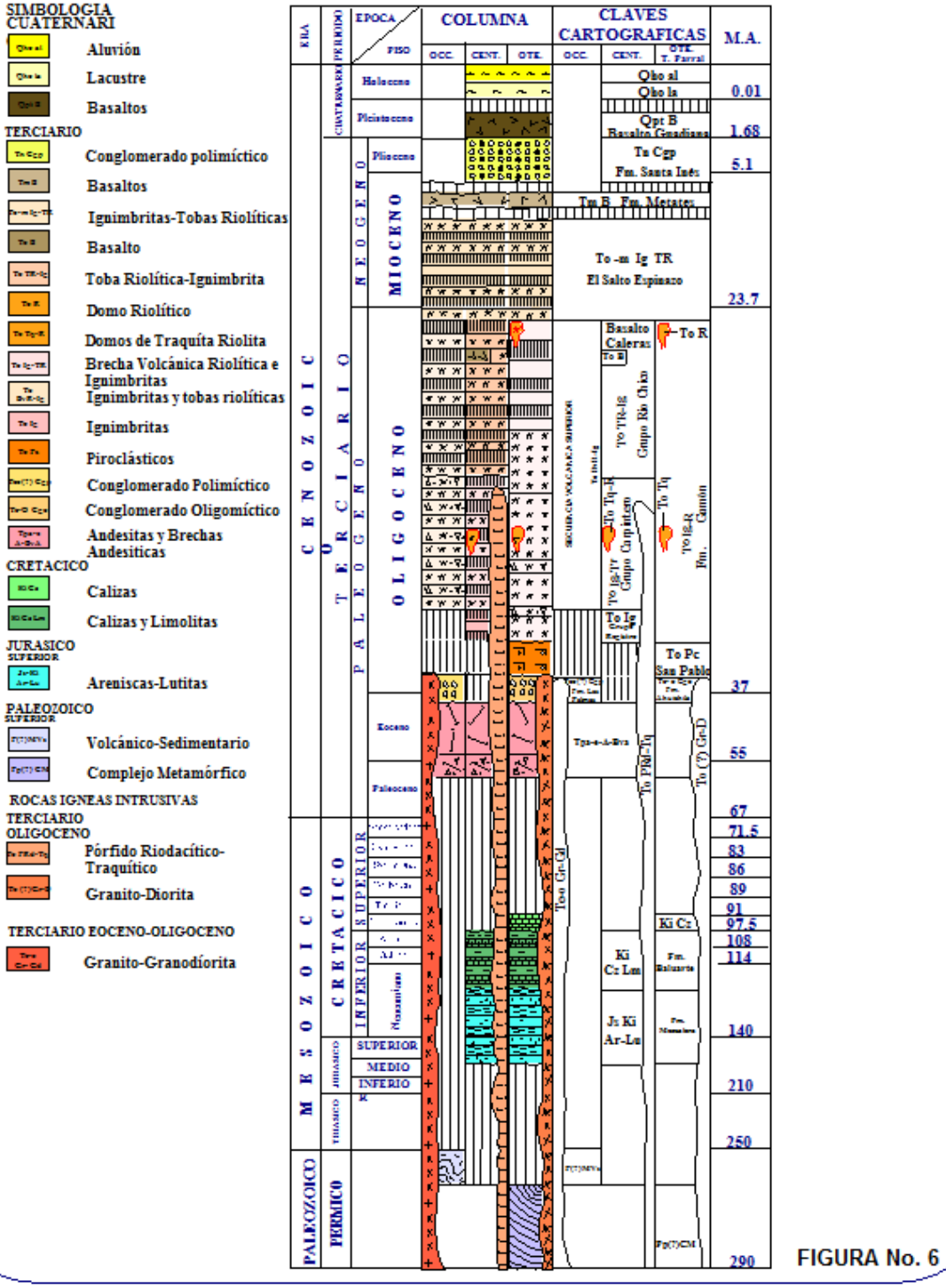


FIGURA No. 6

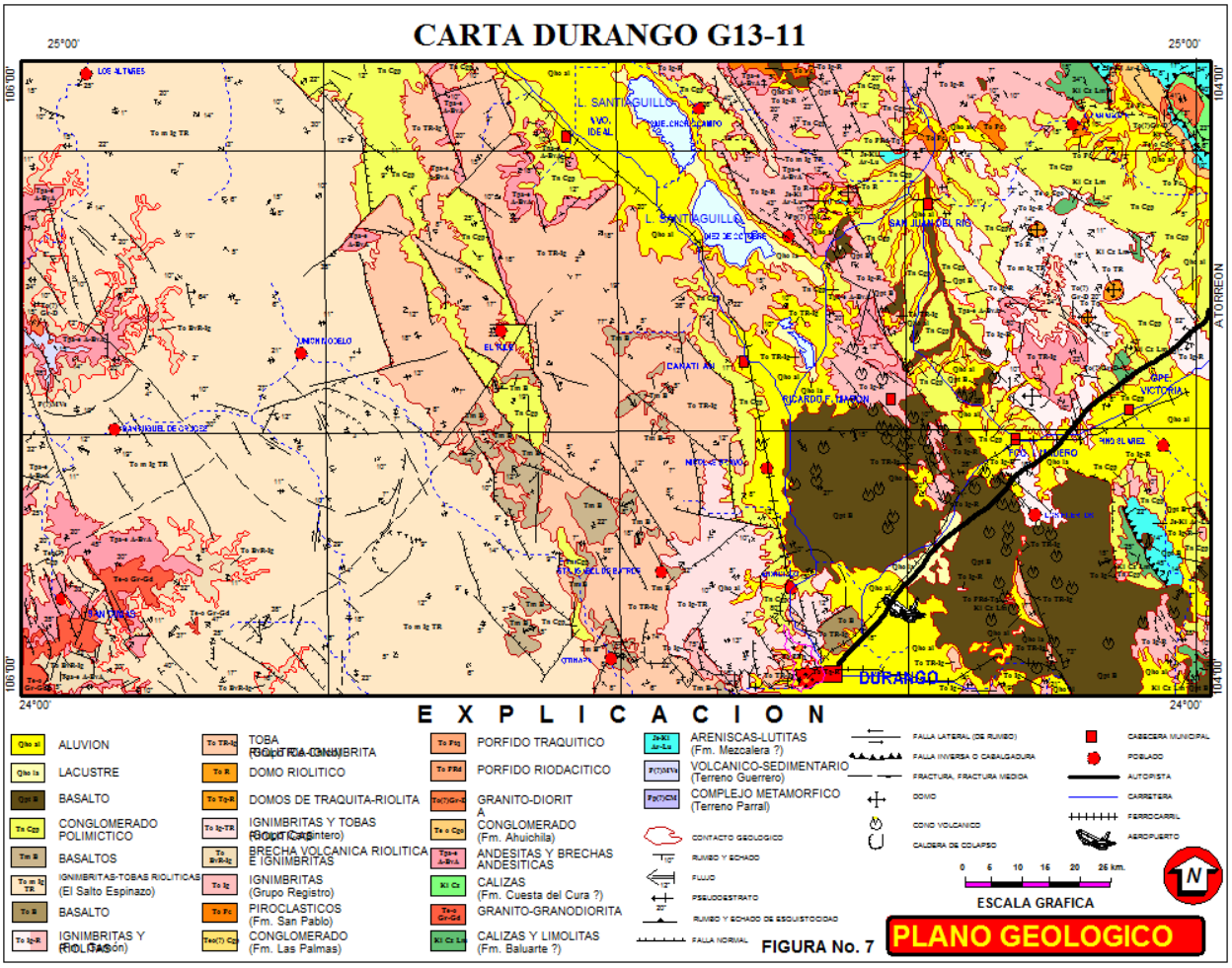


FIGURA No. 7

que afloran en el Arroyo de Mezcalera localizado en el Municipio de Valle de Zaragoza, Chihuahua; consiste de una secuencia rítmica de tipo flych constituida en su base por capas delgadas de mudstone y wackestone arcilloso interestratificado con margas; en la parte media predominan areniscas con intercalaciones de mudstone, wackestone arcilloso y lutitas y un horizonte aproximado de 80 m. de arenisca en capas gruesas, en la cima predomina mudstone y packestone arcilloso con lutitas y areniscas conglomeráticas en capas delgadas con intercalaciones de limolitas.

Esta unidad fué reconocida en las localidades del arroyo Medrano de la población Diez de Octubre; Cieneguillas y Sierra de Yerbaníz (Peñón Blanco).

En el arroyo de Medrano cercano a la población de Diez de Octubre (San Lucas de Ocampo) se observa un flych terrígeno constituido por areniscas en capas de 0.5 a 3 cms. con intercalaciones de lutitas la cual hacia su cima se hace más calcárea apareciendo capas de caliza gris oscuro biomicrítica (wackestone) en capas delgadas a medianas con intercalaciones de arenisca, y limolitas con contenido faunístico de Amonites fragmentadas (Berriasellidas).

En la sierra de Cieneguillas y específicamente en el cerro del Burro; Garduño, (1983) reporta una secuencia de calizas arenosas en estratos potentes alternando con capas de caliza medianas a delgadas intercaladas con limolitas rosas en capas delgadas las cuales se transforman en la parte superior a una alternancia de calizas y lutitas en capas delgadas con laminaciones.

En la sierra de Yerbaníz y al norte de Peñón Blanco, afloran calizas gris crema en capas delgadas a medianas alternando con capas delgadas de margas rosas, debido a que se encuentra completamente deformadas no ha sido posible determinar su espesor.

Las relaciones estratigráficas en su contacto inferior es en discordancia angular con las rocas metamórficas de San Lucas de Ocampo y su contacto con las rocas cretácicas es por cabalgamiento. Por su litología y contenido faunístico de amonites se considera que el depósito fue en facies de cuenca de plataforma externa y por lo tanto alcanza una edad del Tithoniano-Neocomiano, (Garduño, 1983), se correlaciona en Coahuila y Aldama, Chih. con las Formaciones, Carbonera, Taráises, Cupido, La Peña.

Las condiciones geológico mineras de esta formación son de interés debido a que en el área de Atotonilco las calizas y lutitas constituyen zonas de jasperoides que son una guía en la exploración minera. En el área de Peñón Blanco la Formación Mezcalera está afectada por una cabalgadura mineralizada.

III.1.3.- CRETÁCICO INFERIOR SEDIMENTARIO

III.1.3.1.- FORMACIÓN BALUARTE ? (Ki Cz Lm)

Esta formación fue reconocida por Garduño y Zaldívar (IMP. 1983) en una sección medida con un espesor de 242 m de calizas, calizas arcillosas y lutitas en La Salitrera, Dgo. (CONCYT, 1979).

En la Carta se tienen afloramientos de esta formación al noroeste de Victor Manuel Sánchez, en las áreas del Tulillo, Alamillo e Ignacio Ramírez, (cerro de Minitas), Francisco Zarco y Cieneguillas.

La litología está constituida por una secuencia rítmica de calizas delgadas color crema en estratos de 5 a 15 cms alternadas con limolitas laminares color café rojizas que afloran en forma de ventanas de erosión. En las localidades estudiadas por el IMP, consideran a la formación Baluarte como un cambio lateral de facies de cuenca carbonatada a terrígena en relación con la formación Mezcalera en las cuales se desconoce el límite que las separa de sedimentos Mezcalera y plataforma Mar Mexicano. El ambiente de depósito es de cuenca y se le asigna una edad con foraminíferos que la ubican del Albiano al Turoniano en Victor Manuel Sánchez. (Garduño, 1983).

III.1.3.2.- FORMACIÓN CUESTA DEL CURA (Ki Cz)

Imlay (1936), la describió por primera vez tomando como localidad tipo, los afloramientos de calizas delgadas ondulantes con bandas de pedernal negro que se encuentran en el flanco septentrional de la Sierra de Parras, a 6.4 km al poniente de la ciudad de Parras, Coah.

La formación Cuesta del Cura es propia del Sector Transverso de la Sierra Madre Oriental y de la Cuenca Mesozóica; aflora en el extremo superior oriente de la carta Peñón Blanco; siendo esta localidad la de mayor importancia por la presencia de un cuerpo intrusivo, existiendo mineralización en la aureola de contacto.

Esta formación se presenta en forma de un homoclinal recostado con vergencia al Noreste y afectada por cabalgaduras formando un duplex; consiste de mudstone a wackstone de color gris obscuro a negro, dispuestos en capas delgadas a medianas, que incluyen intervalos arcillosos de estructura laminar de color gris, así como bandas y nódulos de pedernal negro; es común la estratificación ondulante en las calizas con rumbo general NW - SE y buzamientos al NE y al SW, así como el rompimiento de ellas al ser afectadas por cuerpos intrusivos, presentando buzamientos fuertes hacia los flancos; su espesor varía de 70 a 300 m.

Su contacto inferior es por cabalgadura de la formación Mezcalera; el contacto superior es por discordancia angular con las andesitas y brechas andesíticas del Eoceno.

Por su contenido faunístico de: Bishopella alata, Colomiella mexicana, Microcalamoides diversus, Hedbergella Sp, Stomiosphaera conoidea, Stomiosphaera sphaerica, Thalmanninella brotzeni, Ticinella roberti, Hedbergella gorbachiKae, se ubica en el rango del Cretácico Inferior Albiano, aunque este rango puede extenderse hasta el Cenomaniano (Imlay, 1936; Levich, 1973); por su litología y asociación microfaunística de planctónicos que presenta, se interpreta que esta formación se depositó en ambientes profundos con baja circulación. Es correlacionable con las siguientes formaciones: Caliza Sierra Madre en Tabasco y el Istmo de Tehuantepec, Tamaulipas Superior y Caliza El Abra de la Cuenca de Tampico - Misantla, y la parte inferior con la formación Kiamichi, Grupo Washita Indiferenciado del Norte de México y Oriente de Texas.

Los sedimentos carbonatados de la formación Cuesta del Cura en el área de Peñón Blanco fueron afectados por un intrusivo granítico granodiorítico y el emplazamiento de sus respectivos diques, por lo que en este sitio se tiene posibilidades de localizar mineralización económica a profundidad.

III.1.4.- TERCIARIO PALEOCENO - EOCENO

III.1.4.1.- SECUENCIA VOLCANICA INFERIOR ANDESITICA Y BRECHAS ANDESITICAS (TpaeA- BvA).

Es considerada de manera informal en el área de Tayoltita por Henshaw (1953), Randal y compañía Minas de San Luis (1975), posteriormente es estudiada sobre la carretera del Mezquital, Dgo. (Keizer, 1974) y sobre la carretera a Mazatlán por McDowell y Clabaugh (1976); los primeros autores la mencionan constituida por riolitas, toba andesítica y andesitas con un espesor de 800 m; en Topia, Dgo. Lemish (en Clark y otros, 1977), reporta un espesor de 1400 m en una alternancia de andesitas y tobas en la Sierra de Registro y Sierra Colorada al Suroeste de la Cd. de Durango.

Esta secuencia aflora en la región de Tayoltita, Bacís y Santa María de Otáez, cubriendo una superficie de 200 km², 50 km² y 30 km², respectivamente; así como en el Alamito con 15 km²; Ratia 36 km², Tejámen 20 km², La Lumbre 25 km², en Coneto de Comonfort 15 km², en San Lucas de Ocampo 20 km², en Sierra de la Silla 17 km² y en San José de Avino comprende 70 km² aproximadamente.

La litología está constituida por andesitas y brechas andesíticas; megascópicamente las andesitas presentan una textura afanítica de color gris, gris claro, verde obscuro y rojiza; las brechas andesíticas están conformadas por fragmentos angulosos de andesitas y riolitas de pequeñas dimensiones de color variable con tonalidades de púrpura al gris claro.
Generalmente esta secuencia tiene la característica especial de presentarse en forma seudoestratos de 50 a 1.5 m y se encuentra aflorando en forma de ventanas estructurales debido a la tectónica y a la erosión. Se consideran espesores de hasta 700 m en la zona de Tayoltita y Bacís y espesores de 250 m en Tejámen, Alamito, Coneto de Comonfort y San Lucas de Ocampo.

La andesita fue datada por el método de K-Ar en la localidad de San Lucas de Ocampo reportando una edad de 38.8 m.a. (Damon, 1975). Se tiene otra datación en la carretera Durango - Mazatlán que arrojó una edad de 52 m.a. (McDowell y Clabaugh, 1976); por lo que la andesita queda ubicada en el Paleoceno a el Eoceno Temprano a Tardío.

La secuencia andesítica sobreyace en discordancia angular a las rocas sedimentarias cretácicas e infrayace también discordantemete a los depósitos de Conglomerado polimíctico Las Palmas en Tayoltita y al Conglomerado Oligomíctico Ahuichila en el área de Peñón Blanco, a la serie volcánica superior en Tejámen, Alamito, Ratia, Avino.

La secuencia Volcánica inferior andesítica es una roca favorable para la mineralización polimetálica principalmente de Ag, Pb, Zn, Au, Cu en la carta, por lo que todo estudio de exploración minera debe programarse considerando esta unidad litológica, y los domos de pórfido dacítico formados en ella como el localizado en Las Cruces, al norte del poblado San Agustín de Ocampo.

III.1.4.2.- CONGLOMERADO POLIMICTICO FORMACIÓN LAS PALMAS (Teo (?) Cgp)

Fue definido por Davison (1932), Henshaw (1953) y Smith y Hall (1974), al noroeste de Tayoltita y sur de esta población en la localidad de Las Palmas.

En la carta Durango aflora a 400 m al sur de Tayoltita y a 3 km al noreste de la misma población en una superficie aproximada de 2 km².

La litología está constituida por fragmentos riolíticos y andesíticos subaredondeados con diámetros menores de 2 cms y máximos a 1 m con un espesor aproximado de 30 a 60 m. Sobreyace en una marcada discordancia angular a la andesita e infrayace en forma discordante a las brechas, tobas, areniscas y limolitas de las capas rojas. Por la posición estratigráfica se le asigna una edad del Oligoceno Temprano

(Davison, 1932). Esta unidad corresponde a un depósito continental que representa un período de quietud magmática y marca una fuerte discontinuidad en la secuencia estratigráfica de la carta definiendo claramente los límites de la secuencia volcánica inferior con la superior. Esta formación no es receptora de la mineralización ya que es posmineral.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

III.1.5.- TERCIARIO EOCENO-OLIGOCENO

III.1.5.1.- GRANITO - GRANODIORITA (Teo Gr-Gd)

Los cuerpos intrusivos distribuidos en la porción occidental de la carta se localizan en el área de Tayoltita y Bacís. En estos sitios afloran intrusivos de composición granítica con diferenciación magmática a granodiorita y monzonita los cuales forman parte integral del Complejo Batolítico de Sinaloa. Estas rocas están constituidas megascópicamente por feldespatos y plagioclasas potásicas, cuarzo hornblenda y biotita con textura fanerítica, intenso diaclasamiento y en ocasiones muy alteradas por el intemperismo; físicamente presenta tonalidades que varían de gris, blanco, crema a rosáceo. En Tayoltita el cuerpo plutónico de dimensiones batolíticas (Batolito Piaxtla) ha tenido tres o cuatro eventos plutónicos.

El estudio petrográfico en sección delgada del área de Tayoltita, muestra cristales subhedrales a euhedrales de plagioclasa (20-40%); cristales subhedrales de cuarzo (7 - 20%); calcita y minerales opacos; la que se clasifica como granodiorita. Estos cuerpos intrusionan a las rocas volcanosedimentarias (Pizarras y filitas) del área de Bacís y a rocas volcánicas de tipo andesítico en Tayoltita y también en Bacís, habiéndose emplazado en su seno, mineralización de Au-Ag y en Corral de Piedra (Tayoltita) y filón de San Joaquín (Bacís) mineralización de Mo-Cu, Au-Ag en forma de stockwork respectivamente.

Por las relaciones de campo y estudios radiométricos realizados se considera que las rocas intrusivas del área han manifestado tres o cuatro eventos plutónicos como queda sustentado por las dataciones realizadas por Henry (1971) al suroeste de Tayoltita por K-Ar con 48.2 ± 0.6 m.a; 42.8 ± 0.5 m. a y 43.1 m. a. en la mina Tayoltita; en Gavilanes 30.5 ± 0.6 m. a. (Damon 1977). Al final de la actividad magmática se emplazaron diques y sills de composición riodacítica y pórfidos riolíticos que afloran en diferentes direcciones preferencialmente orientados NW - SE y en menor grado NE - SW e intrusionan a la secuencia volcanosedimentaria del área de Bacís y andesitica del distrito de Tayoltita.

En la localidad de Orión, mpio. de Santa María de Otáez, en el límite de la carta del área de Bacís, fue datado por K-Ar el granito alcalino, con una edad de 39.5 ± 0.8 m. a. (Damon, 1977).

Con los resultados de los estudios practicados a las rocas plutónicas se les asigna una edad del Eoceno - Oligoceno para Tayoltita y Bacís siendo más antiguo que en la carta Culiacán donde se le considera una edad que fluctúa del Cretácico Superior al Oligoceno (edades de 100 a 27 ma) .

III.1.6.- TERCIARIO OLIGOCENO

III.1.6.1.- CONGLOMERADO OLIGOMICTICO FORMACION AHUICHILA (Teo Cgo).

Fue descrita por Kellum (1932) y retomada por Imlay (1934) posteriormente es definida formalmente por Roger y colaboradores (1961); la localidad tipo es el Cañón de Ahuichila Zacatecas donde muestra un espesor de 280 m y se le distinguen dos miembros: El miembro inferior representado por areniscas calcáreas, areniscas arcósicas, calizas lacustres, lutitas y tobas de grano fino a medio con un espesor medio de 120 m; el miembro superior consta de un conglomerado calizo mal clasificado con clastos subredondeados de caliza, pedernal, cuarzo y limolita con tamaño de 1 a 40 cm de diámetro en una matríz limosa arcillosa.
Los afloramientos más claros se localizan en el extremo nororiental de la carta en el flanco occidental de la Sierra de Yerbanis al noroeste y sureste del poblado El Ranchito, al noroeste y sureste del poblado las Cruces en Peñón Blanco; aunque se tiene un pequeño afloramiento en las cercanías de Vicente Suárez y en el municipio de Durango; en el Flanco Occidental de la Sierra de Yerbanis, se presenta como un conglomerado de color rojizo con fragmentos subangulosos a subredondeados con fragmentos de caliza; arenisca y ocasionalmente de granito con fragmentos del tamaño de Guijas (6.4 cm a 25.6 cm) con cementante calcáreo y matríz arcillosa en bancos masivos sin estratificación y con un espesor aproximado de 70 m.

Al noroeste y sureste del Ranchito. Consiste de un conglomerado rojizo formado por fragmentos subangulosos a subredondeados de arenisca caliza, pedernal negro y escasas rocas volcánicas los fragmentos son de guijas medianas (12.3 cm) a cantos rodados (> de 25.6 cm) incluídos en una matríz arenosa con cementante calcáreo; más al oriente de esta localidad se observa en bancos masivos de color gris con fragmentos de caliza negra y abundantes fragmentos de granito en tamaños de cantos rodados (> 25.6 cm).

Al noroeste del poblado Las Cruces (SW de Jacales) se exhibe un conglomerado con fragmentos subangulosos de caliza gris oscura, arenisca y lutita en tamaños variables de guijas medianas (12.3 cm) a guijas finas (4 a 6.4 cm) interestratificadas con una toba rosada formando pequeños escarpes con espesor de 100 m.

Al sur y suroeste de Ventanas de Abajo. Muestra un conglomerado con fragmentos de guijas medianas (12.3 cm) a guijas finas (6.4 cm) de caliza, caliza con bandas de pedernal mal clasificada y pobremente cementada con una matríz limo-arenosa.

En la localidad de Vicente Suárez se presenta un conglomerado rojizo formado por guijas medianas a finas (6.4 a 12.3 cm) de fragmentos de caliza arenisca y lutitas de formas subredondeados a redondeados en una matríz limosa - arenosa, con un espesor de 60 m.

Esta unidad sobreyace en discordancia angular y erosional a la Formación Mezcalera y subyace concordantemente a la formación San Pablo; en algunos lugares está cubierta discordantemente por la formación Gamón.

La edad asignada es tentativa del

Eoceno Superior - Oligoceno Temprano, de acuerdo a la correlación con el conglomerado de Guanajuato donde C. Fries et col. 1955 encontró un vertebrado, aunque es digno de mencionar que los clásticos (tipo molasa) que se intercalan con derrames volcánicos en San Juan Tetelcingo fueron datados, dando una edad de 64 ± 2.3 m. a. (Ortega G. F. 1980), que corresponde a una edad del Cretácico Superior - Paleoceno.

Los depósitos del conglomerado Ahuichila se acumularon en cuencas endorreicas, los elementos y forma de fragmentos subangulosos, subredondeados nos sugiere que no sufrieron mucho transporte hacia la base y creciendo éste hacia su cima.

Las condiciones Geológico Mineras se muestran únicamente que en Peñón Blanco es intrusionado por el stock granítico pero no se observa mineralización.

III.1.6.2.- GRANITO - DIORITA To (?) Gr-D

Las localidades donde afloran los intrusivos del Terciario es en Peñón Blanco, oeste de Ignacio Ramírez y en la porción central de la Sierra Gamón.

El cuerpo granítico de Peñón Blanco se presenta en forma de stock con intenso diaclasamiento orientado NE - SW, estructura compacta, textura fanerítica, con minerales de feldespato potásico, plagioclasas, cuarzo y biotita. El estudio petrográfico reporta una textura holocristalina-hipidiomórfica de grano medio a grueso con una mineralogía de cuarzo, ortoclasa, microclina, biotita, hornblenda perlita, apatita, sericita clorita, hematita y limonita, clasificado como granito; otra muestra del mismo intrusivo dio ortoclasa microclina, oligoclasa, andesina, cuarzo, ferromagnesianos alterados, circón, titanita, sericita, limonita y minerales arcillosos clasificado como granito calcoalcalino. Se observa que esta roca varía de composición de granito a granodiorita.

El intrusivo de Peñón Blanco está intrusionando al flych calcareo y carbonatado de las formaciones Mezcalera, Baluarte y calizas de la formación Cuesta del Cura y al conglomerado calizo de la formación Ahuichila; a las cuales mineralizó.

Las relaciones de campo muestran que puede corresponder a un intrusivo múltiple en donde se tuvo dos períodos de intrusión, seguidos por el emplazamiento de diques de tonalita, que afectan a las mismas calizas.

En Ignacio Ramírez el intrusivo es de tipo monzonítico y está constituido por andesina, oligoclasa y microclina, biotita, hornblenda, apatita, magnetita, clorita, sericita y epidota. Se presenta en forma de stock, de estructura compacta y textura holocristalina, hipidiomórfica de grano fino, de color gris obscuro intrusiona a calizas de la Fm. Baluarte ?. La mineralización de la mina Piña fue originada por esta intrusión.

En la sierra Gamón el intrusivo se presenta como un apófisis de diorita subyaciendo a la Formación Gamón y se encuentra localizado en la zona de Maynes.

III.1.6.3.- ROCAS VOLCANOCLÁSTICAS FORMACIÓN SAN PABLO (ToPc)

Fue definida por Roldan Q. (1969) para mencionar a una secuencia de areniscas tobáceas y arcillas con intercalaciones de tobas híbridas que afloran en las cercanías de la población de San Pablo; con un espesor conocido de 100 m.

Esta unidad en su base consiste de una secuencia de areniscas en seudocapas delgadas de color amarillo claro a café rojizo; su parte media consta de capas delgadas de arcilla y alterna con tobas híbridas de color amarillo claro a pálido; está cubierta por una capa de conglomerado con calcedonia. La cima consiste de areniscas y conglomerados de color gris con estratificación gruesa que es poco resistente a la erosión y se presenta comunmente en terrazas y cerros testigos de erosión.

Las localidades donde aflora la formación San Pablo son al suroeste del poblado de Jacales; en las inmediaciones del Rancho de San José y Las Iglesias, en la formación de José María Patoni y en el área de Coneto de Comonfort.

Al suroeste de Jacales se observa una alternancia de areniscas de color gris de grano fino en capas de 20 cms y tobas híbridas en seudoestratos de 30 a 60 cms en una área de 1.5 km².

En el rancho San José presenta una alternancia de areniscas tobáceas de color rosado en seudoestratos de 20 cm de espesor con concresiones de calcita blanca y nódulos de calcedonia presentando un espesor aproximado de 25 m.

En la población de José María Patoni, sobre la carretera a Parral se exhibe como una secuencia de areniscas vulcanoclásticas con seudocapas de 20 a 60 cms con intercalaciones de tobas híbridas amarillentas con huellas de gotas de lluvia con un espesor de 60 a 80 m formando mesetas de poca elevación.

En el área de Coneto de Comonfort y especialmente cerca de Nogales la roca se presenta en seudocapas de 3 a 7 cms, color café amarillentas y silicificadas formando una anomalía de color rojizo, intercaladas con tobas finas en una área aproximada de 1 km².

Sobreyace concordantemente a la formación Ahuichila y subyace a las riolitas e ignimbritas de la formación Gamón y en algunas partes se encuentra cubierta por gravas de la formación Los Llanos; la edad se infiere por su posición estratigráfica y corresponde al Oligoceno Tardío.

Estos depósitos continentales se formaron en pequeñas cuencas cerradas a lacustres. Contemporáneo al depósito de la formación San Pablo se depositaron discordantemente las capas rojas constituidas por brechas, tobas, areniscas y limolitas rojizas, localizadas en la porción occidental de la carta.

En el área de Coneto, cerca de la población de Nogales, la secuencia vulcanoclástica de la Fm. San Pablo se encuentra sumamente silicificada por lo que en este sitio puede existir una área mineralizada.

III.1.6.4.- SECUENCIA VOLCÁNICA SUPERIOR (To BvR-Ig)

Ha sido estudiada con detalle por geólogos de la Universidad de Texas;

Swanson y otros (1978); McDowell y Keizer (1977) y Clabaugh, (1972) en las inmediaciones de Durango y sobre la carretera Durango - Mazatlán; en la Sierra de Gamón fue estudiada por Roldan Q. (1969), Lyons (1975), IMP, PEMEX (1981), BASIN, S. A. (1981) y en Coneto de Comonfort por URAMEX y BASIN, S. A. (1981) y en la zona de Barrancas en las regiones de Tayoltita por Randal (1975).

En el presente estudio está cartografiada en las zonas de Tayoltita, Bacís y Otáez en donde se tiene un espesor de 800 m. una datación radiométrica por K-Ar en las tobas riolíticas de Bacís dió 27.9 ± 0.6 m.a. (Damon, 1977) que la sitúan en el Oligoceno Superior correlacionable con el Grupo Rio Chico y discordante con las andesitas sobre las que yace.

En los alrededores de la cd. de Durango se conocen las unidades más antiguas que es el Grupo Registro, sobreyacida por los Grupos Carpintero y Rio Chico los cuales fueron definidos por Swanson (1978) y McDowell y Keizer (1977); en la cartografía levantada únicamente se manejarán las unidades por Grupo.

III.1.6.4.1.- GRUPO REGISTRO (To Ig)

En la base de la secuencia riolítica; tiene su localidad tipo en la Sierra de Registro al SW 35 km de la cd. de Durango en donde fue definida por Keizer (1974); consiste de ignimbritas vitreo-cristalinas de color gris rosáceo con grandes cavidades rellenas de pómez; Keizer (1974) mide un espesor de 230 m. En la carta aflora al oeste de microondas Nevería en una superficie de 30 km². En éstas exhibe ignimbritas vitreo cristalina de color gris rosáceo que contiene 10 a 30% de fenocristales en tamaños de 0.2 cm de los cuales dos terceras partes son sanidino y una parte de cuarzo con pequeñas cantidades de plagioclasa, ferromagnesianos y grandes cavidades de pómez, con un espesor aproximado que varía de 150 a 230 m. Las ignimbritas del Grupo Registro se presentan en forma discordante tanto en el contacto inferior con las andesitas del Eoceno como el contacto superior de la formación El Aguila del Grupo Carpintero. Fue datada por Swanson (1974) por el método K-Ar dando 31.3 m. a. que la ubican en el Oligoceno Medio.

Las Ignimbritas del Grupo Registro se formaron después del vulcanismo andesítico en relación con la colisión de la zona de subducción occidental. Las condiciones geológico - mineras de este grupo son estériles en cuanto a la mineralización.

III.1.6.4.2.- GRUPO CARPINTERO (To Ig-TR)

Fue definida por Lyons (1975), tiene su localidad tipo en el cañón del arroyo de Carpintero. Está constituida por ignimbritas brechoides y tobas riolíticas conformando un espesor de 780 m, las cuales afloran en una superficie de 600 km². Se presenta en forma discordante con respecto al Grupo Registro, y se relaciona con el desarrollo de la caldera Chupaderos. Este grupo fue datado por Swanson por el método K-Ar con un intervalo de 30.3 a 31.2 m. a. que se ubica en el Oligoceno Medio al Superior.

Está formado de la base a la cima por las siguientes formaciones: El Aguila, Cacaria, Santuario, Santa Rita y Pórfidos Latíticos y Traquíticos; los cuales se describen a continuación.

FORMACIÓN EL AGUILA

La describe Lyons (1975) en los alrededores de la Presa Peña del Aguila; consiste de un depósito de ignimbritas con escasos fragmentos líticos (zona de ignimbritas) que cambia lateralmente a ignimbritas bien soldadas con cimas deleznables y abundantes fragmentos líticos (zona de núcleo), alrededor de ésta última se tienen pequeñas zonas brechoides formadas por bloques de gran tamaño en una matríz de ceniza (zona de abertura); se considera con un espesor de 250 m.

La formación El Aguila sobreyace discordantemente al Grupo Registro y fue datada por el método de K-Ar con una edad de 30.8 m. a. (Swanson, 1974) que corresponde al Oligoceno Medio.

El medio ambiente de depósito es la primera unidad eruptiva de la Caldera de Chupaderos. Las condiciones geológico mineras son favorables ya que en las inmediaciones de Morcillo se tritura la roca y se utiliza como grava.

FORMACIÓN CACARIA

Fue descrita por Lyons (1975) en la Sierra de Cacaria localizada al noroeste de la Cd. de Durango el cual la divide en miembro Leona y miembro Santa Emilia. El miembro Leona se sitúa en la mesa de La Leona, 15 km. al noroeste de la Cd. de Durango y consiste de una secuencia de ignimbritas, tobas vulcanoclásticas de 200 m. de espesor, vitreo - cristalinas, color gris rosáceo con pequeñas vetas de hematita asociadas con casiterita como en los depósitos El Mogote y San Antonio.

Miembro Santa Emilia.- Esta unidad fue descrita informalmente por Sicairos (1978) en la mina Santa Emilia para representar a los domos de traquita y riolita color gris claro a crema que intemperizan a café rojizo, textura porfídica y esferulítica, así como estructura fluídal con un espesor de 80 m. en la mina Santa Emilia, aunque puede ser mayor de 100 m. al noroeste de este sitio. Los afloramientos de los domos se localizan al noroeste, norte y poniente de la Cd. de Durango; los depósitos de fierro y jaspe de Santa Gabriela, Santa Emilia, Presa Garabitos, El Mulato, Mogote y San Antonio se asoman en el flanco del domo noroeste que es el mayor. En los flancos norte y sur del domo norte se encuentran los yacimientos de fierro San Miguel I y II y hacia el sur el yacimiento del Cerro de Mercado y el prospecto Las Tinajas. El tercer domo es el más pequeño y aflora en el cerro de Los Remedios al poniente de Durango; carece de mineralización de hierro pero contiene vetillas de estaño.

El miembro Santa Emilia sobreyace por posición estratigráfica en ciertos lugares al miembro Leona y en otros sitios a la formación El Aguila.

La formación Cacaria fue datada por el método de K-Ar con una edad de 30.7 m. a. por Swanson (1974) al noroeste de la cd. de Durango la cual se ubica dentro del Oligoceno Medio. Las condiciones geológico - mineras son de interés en esta formación, ya que estos pórfidos provocaron la mineralización de hierro y estaño en la zona de Durango.

FORMACIÓN SANTUARIO

Esta formación fue descrita por Keizer (1974) en el cerro del Santuario,

localizado al norte de la cd. de Durango y consta litológicamente de ignimbritas color gris claro a gris rosáceo con un 40 a 50% de fenocristales de cuarzo, sanidino, plagioclasas, máficos alterados y magnetita. Es similar a la ignimbrita El Aguila únicamente que la Santuario presenta fenocristales de cuarzo y feldespatos de 4 a 6 mm. El espesor en la porción norte de la formación es de 35 m, mientras que en el sur mide 100 m. La edad radiométrica obtenida por el método de K-Ar por Swanson (1974) fue de 30.3 m. a. que corresponde al Oligoceno - Medio, la cual se encuentra sobreyaciendo al miembro Santa Emilia y por lo tanto es discordante con las formaciones El Aguila y Cacaria. Esta formación se caracteriza por ser susceptible de contener mineralización de hierro.

FORMACIÓN SANTA RITA

Formación definida de manera informal por Sicairos (1978) en la localidad tipo del rancho Santa Rita, cerca de la mina Santa Gabriela. Consiste de una secuencia litológica de brechas tobáceas, con fragmentos riolíticos angulosos de 2 a 35 mm, tobas riolíticas e intercalaciones de ignimbritas en menor grado, de color café rojizo y crema con textura piroclástica cuyo máximo espesor es de 100 m cortado por un barreno en la mina Santa Gabriela.

Por la posición estratigráfica que guarda con respecto a la formación Santuario a la cual sobreyace se le asigna una edad tentativa del Oligoceno Medio.

La formación Santa Rita contiene algunos tramos oxidados y caolinizados, así como depósitos de fierro con cuarzo rojizo en fallas de bajo ángulo, como los de Santa Gabriela, Santa Emilia y Presa Garavitos I.

Cuerpos Subvolcánicos.-
Son de composición latítica a traquítica posteriores a la formación Santa Rita y se les observa intrusionando hasta la formación Santuario; tienen un alineamiento noreste - sureste; el primero aflora en el Cerro de Mercado y en el área de Tinajas, el otro se localiza al norte del Cerro de Mercado. Desde el punto de vista económico son los de mayor importancia ya que en ellos se presentan los cuerpos de hierro de grandes dimensiones del Cerro de Mercado.

III.1.6.4.3.- PORFIDOS RIODACITICOS Y TRAQUITICOS (To PRd-ptq)

Estas unidades litológicas, corresponden a cuerpos subvolcánicos localizados en la carta en el cerro El Piojo, noreste de la Cd. de Durango Mina Cerro de Mercado, área de Atotonilco y zona minera de Tejámen.

Generalmente afloran en los arroyos, y en las faldas de lomeríos de pendiente suave en forma de apófisis quedando cubiertos por formaciones volcánicas del Oligoceno.

Los cuerpos subvolcánicos varían de composición riodacítica a dacítica en el área de El Piojo y San Agustín, intrusionando a Calizas de las formaciones Mezcalera - Baluarte ? y son cubiertos por basaltos y riolitas del Grupo Carpintero y Registro; sin embargo los pórfidos traquíticos y riodacíticos del Cerro de Mercado y Tejámen intrusionaron el primero a rocas riolíticas del Grupo Carpintero y el segundo a

rocas andesíticas.

Las masas hipabisales forman importantes depósitos de mineralización económica cuando están relacionados con una roca encajonante favorable y el ambiente tectónico es propicio como se manifiesta en los lugares cartografiados en el presente estudio.

III.1.6.4.4.- GRUPO RIO CHICO (ToTR-lg)

Fue definido por Córdoba (1963) en la localidad tipo del Cañón del Rio Chico sobre el corte de la carretera Durango - Mazatlán km. 94, en donde se midió un espesor de 150 m. Está cartografiada en la porción central de la carta formando una franja orientada NW - SE desde el oeste de la cd. de Durango al oeste de Nuevo Ideal en una extensión aproximada de 3500 km².

La litología consta de ignimbritas vitreocristalinas con fragmentos pumicíticos cubiertas por derrames de basalto al que coronan ignimbritas, flujos de ceniza tobas riolíticas e ignimbritas vitreocristalina pobremente soldadas. Tiene un espesor aproximado de 618 m. y un rango de edad de 28.3 a 29.3 m. a. que se ubica en el Oligoceno Superior (Swanson, 1974).

Las unidades cartografiadas se correlacionan litológica y estratigráficamente con la localidad tipo de este grupo, suprayace discordantemente al grupo Carpintero e infrayace en forma también discordante a la secuencia del Salto - Espinazo. Las unidades litológicas de este grupo son propicias como receptoras de mineralización metálica. Las formaciones que integran al grupo son Formación Tunal, Santa María, Basalto Caleras, Garabitos, Tapias, Saltito, Mimbres y El Soldado.

Formación Tunal.- Consiste de ignimbritas vitreocristalinas fuertemente soldadas con fragmentos pumicíticos alargados, con espesores máximos de 220 m.a. lo largo del rio Tunal en la localidad del Arenal; donde fue datada por McDowell y Keizer (1977), dando 31.2 m. a. Sobreyaciendo a ésta se tiene a la formación Santa María.

Formación Santa María.- Está integrada de ignimbritas vitreas que muestran desvitrificación con un espesor de 50 m, reconocidas en la Villa de Santa María al oeste de la cd. de Durango, habiendo sido datada por Swanson (1974) por el método K-Ar, dando 28.3 m. a. donde queda ubicada en el Oligoceno Superior Mioceno. Descansando discordantemente sobre esta unidad se encuentra la formación Basalto Caleras.

Basalto Calera (ToB).- Conformado por basaltos con 50% de plagioclasa, 20% diopsida, 4% de magnetita e ilmenita y 24% de iddingsita (seudomorfo de olivino) que se observa en la matríz y con vesículas de calcita teniendo su localidad tipo en la Mesa de Caleras con un espesor máximo de 40 m. habiendo sido datada por Swanson (1974) dando 29.3 m. a. que se ubica en el Oligoceno Superior Mioceno. La cubre la formación Garabitos.

Formación Garabitos.- Formada por ignimbritas vitreocristalinas con un espesor variable de 20 a 40 m con la localidad tipo en el cerro de Garabitos al oeste de la cd. de Durango; fue datada por Swanson (1974) dando 28.7 m. a. que corresponde al Oligoceno Superior,

subyace concordantemente la formación Tapias.

Formación Tapias.- La cual consiste de flujos de ceniza poco consolidados interestratificados con tobas de caída libre teniendo como localidad tipo la población de Tapias con un espesor de 150 m y en Rio Chico de 50 m, siendo datada por Swanson (1974) dando 31.2 m. a. que la sitúan en el Oligoceno Superior; la sobreyace discordantemente la formación El Saltito.

Formación El Saltito.- Presenta ignimbritas vitreocristalinas a vitreas, con espesor en la localidad de Garabitos de 20 m, aproximadamente. Fue datada por Swanson (1974) dando 29 m. a. Coronando a ésta se encuentra la formación Mimbres.

Formación Mimbres.- Que consiste de ignimbritas vítreas a vitreocristalinas pobremente soldadas con un espesor de 40 m; la localidad tipo es el rio Mimbres al W de la cd. de Durango, (fuera de la carta) por Swanson (1974) datada en 28.9 m.a. Descansando sobre ésta se tiene a la formación El Soldado que comprende ignimbritas vitreocristalinas pobremente soldadas con espesores de 40 m. en la población del Soldado km. 40 de la carretera Durango -Mazatlán, con una datación radiométrica de 28.8 m. a.

III.1.6.5.- RIOLITAS E IGNIMBRITAS Y TOBAS RIOLITICAS DE LA FORMACIÓN GAMON (To Ig-R)

Fue propuesta por Lyons (1975) en la Sierra Gamón; él menciona que la formación Gamón está constituida por once miembros; el primero comprende flujos de riolita esferulítica correlacionable con la formación El Aguila; la segunda unidad está formada por una brecha volcánica con fragmentos de riolita, dacita, andesita y con abundantes óxidos de hierro y cuarzo; en esta unidad de roca se localizan los depósitos de hierro de Cerro de Mercado (PEMEX, 1981, Swanson, 1978). Los nueve miembros restantes no fueron definidos claramente por lo cual se agrupan como dos secuencias en la base de riolítas e ignimbritas riolíticas; y hacia la parte superior ignimbritas y tobas riolíticas las unidades litológicas cartografiadas se localizan en la mayor parte de la Sierra Gamón y al sur de Francisco I. Madero, cubriendo una superficie aproximada de 700 km² y un espesor de 1800 m. Esta formación está conformada de la base a la cima por brechas riolíticas constituidas por fragmentos angulosos de andesita, riolita y tobas riolíticas cubiertas por ignimbritas riolíticas masivas con zonas de ignimbritas brechoides y fases fluidales con intercalaciones de tobas líticas aglomeráticas con vitrófidos, las cuales son afectadas por domos de pórfidos riolíticos traquíticos y riodacíticos.

En el presente trabajo se observ que el primer miembro de la Formación Gamón que constituye la base, consiste de riolitas con estructura fluidal, y riolitas esferulíticas color rosas, a veces compacta afanítica y porfídica, ocasionalmente vitreas y con alteraciones de caolinización, oxidación y silicificación. Aflora en las localidades de La Concha, Ignacio Zaragoza, cerro La Escondida, Las Tareas, El Menudo y Cerro Colorado en un espesor aproximado de 700 m. A esta secuencia le sobreyace concordantemente la unidad de brechas y tobas riolíticas de explosión seudoestratificadas con fragmentos subangulosos líticos de riolita, andesita y tobas riolíticas en

seudocapas de 30 a 5 m en ocasiones con alteración de oxidación color rojiza con tonalidades verdosas que afloran en las localidades del Rancho El Durazno, cerro La Cachucha y el cañón El Cura y Pimiento en un espesor de 100 m. El espesor conocido de esta unidad es de 250 m.

La secuencia de rocas de esta formación suprayace discordantemente en el área a las formaciones Mezcalera, Ahuichila y San Pablo e infrayace discordantemente a la unidad de ignimbritas y tobas riolíticas del Terciario Oligoceno Mioceno (To-mTR-Ig), y a la formación Los Llanos (TplCgp). Lyons (1975) le asigna una edad tentativa del Oligoceno Medio Superior y la correlaciona equivalente en tiempo con las formaciones de la Caldera de Chupaderos (PEMEX, 1981) o sea los Grupos Carpintero y Rio Chico.

Las condiciones geológico mineras de las unidades litológicas en la zona son de interés para la mineralización metálica en la intersección de las fallas regionales, como en cañón La Virgen, El Cuerudo, Cima de la Sierra Gamón y las fallas del área La Concha, así como en los domos riolíticos y traquíticos de Ignacio Zaragoza, El Colorín y La Cieneguita; en donde el domo de Ignacio Zaragoza se asocia a estaño.

III.1.7.- TERCIARIO OLIGOCENO-MIOCENO

III.1.7.1.-IGNIMBRITAS Y TOBAS RIOLITICAS FORMACIÓN EL SALTO - ESPINAZO (TomIg-TR)

Fue definida por Waitt (1970) y reconocida por McDowell y Clabaugh (1976) sobre la carretera Durango - Mazatlán. Se encuentra distribuida en la porción occidental de la carta cubriendo una tercera parte de la carta Durango. Las unidades litológicas son ignimbritas cristalino-vítreas masivas, tobas de cenizas (tobas de cascada) y horizontes andesíticos y dacíticos con un espesor de 800 m; siendo probablemente la fuente de emisión la Caldera Doce de Mayo, definida en el presente trabajo. Las rocas expuestas sobreyacen concordantemente al Grupo Rio Chico y a la secuencia de brechas riolíticas e ignimbritas de Tayoltita, Bacís y Otáez. Los afloramientos antes descritos se correlacionan con los de la localidad tipo en donde se tiene una edad de 21.5 ± 0.5 a 27.9 ± 0.4 m.a. por K-Ar que la sitúa en el Oligoceno Mioceno (McDowell y Keizer, 1977).

La base comienza con 70 m de espesor de tobas riolíticas de color gris claro con tonalidades rosadas en seudocapas de 2 a 5 cm de espesor las cuales subyacen a andesitas de color verdoso con 80 m de espesor las que son cubiertas por tobas de caída libre (cascada) de color gris claro que intemperizan a rojizo las que son sobreyacidas por una toba riolítica masiva con espesor de 30 m. En la cima la unidad constituye 270 m de espesor con una alternancia de ignimbritas riolítas, así como tobas de caída libre con espesores variables de 30 a 70 m que contienen intercalados un horizonte andesítico de 90 m de espesor.

En la secuencia se encuentran inyecciones de vitrófidos los cuales afloran al noreste del rancho Los Lirios.

Se observa en la sección estratigráfica que hacia la base los horizontes de rocas son más potentes y en la cima delgados

Las condiciones geológico - minera de estas unidades no son propias para

contener mineralización.

En la región de Coneto de Comonfort sobreyacen discordantemente a las andesitas las siguientes formaciones informales:

Formación Ocampo.- Consiste de tobas líticas con pequeños fragmentos de rocas hipabisales y volcánicas con seudoestratificación de delgada a masiva, aflora en los flancos de la Sierra de Coneto, con un espesor aproximado de 186 m. Cubriendo a ésta se observa a la formación Alumbre.

Formación Alumbre.- La que muestra ignimbritas fluídales y vitrófidos pelíticos asociados a tobas y brechas riolíticas piroclásticas con contenido de calcedonia; su espesor varía de 50 a 100 m; le sobreyace la formación El Salto.

Formación El Salto.- Constituida en su base y cima por ignimbritas masivas con escasos fragmentos líticos, siendo más abundante en la cima, en su parte media contiene areniscas tobáceas con un espesor variable de 20 a 90 m. Subyace a la formación Yerbabuena.

Formación Yerbabuena.- Se localiza en la parte superior de la Sierra de Coneto de Comonfort. La constituyen ignimbritas rosadas, moradas y rojizas con estructura fluidal y juntas columnares, con un espesor aproximado de 75 m; descansando sobre ésta se encuentra la formación Trincheras.

Formación Trincheras.- La cual presenta tobas brechoides y aglomeráticas de composición ácida con fragmentos de bloques a bombas envueltos en una matríz de ceniza litificada; éstas se observan en la Sierra de Coneto, al norte y sur de ella; las unidades antes descritas fueron definidas informalmente por Martínez S; Murguía A. y Gómez S, (Uramex 1981); asignándoles una edad tentativa del Oligoceno.

En la cima de Sierra Gamón se tiene una área en donde afloran ignimbritas y tobas riolíticas del Terciario Medio.

III.1.7.2.- BASALTO FORMACIÓN METATES (TmB).

Fue definido informalmente por Córdoba (1960) en la localidad tipo de la mesa del Madroño cercano al poblado de Tepalcates donde sobreyace discordantemente al Grupo Rio Chico. En este sitio está representada por basaltos amigdalóides de Olivino que miden un espesor de 30 m. Esta formación está cartografiada en la porción centro sur del graben Rio Chico que se extiende desde Maymorita a Otinapa, y parte alta de la sierra del Epazote en Santa Isabel de Batres, cerro Potrerillos, Mesa Aguirre, La Cieneguita formando extensas mesas con derrames basálticos casi horizontales.

En los afloramientos de la carta está constituido por basalto amigdalóide con olivino de color verdoso amarillento presentando un color gris obscuro en superficie fresca e intemperiza en ocasiones a café rojizo, textura afanítica con estructura vesicular y orquedades rellenas de calcita, de tamaño variable de 0.3 a 1.0 cm con espesores que van de 1 a 30 m. Descansa en forma discordante sobre el Grupo Rio Chico, formación El Salto - Espinazo e infrayace también discordante a la formación Los Llanos.

Los afloramientos reconocidos en la carta se correlacionan debido a su

posición estratigráfica con los estudiados en la localidad tipo en donde fueron datados por el método de K-Ar dando una edad de 12.3 m. a. situándolos en el Mioceno Superior.

El basalto no constituye una roca encajonante para la mineralización en el área, por lo que las condiciones geológico - mineras son desfavorables.

III.1.8.- TERCIARIO PLIOCENO

III.1.8.1.-CONGLOMERADO POLIMICTICO FORMACIÓN SANTA INES (Tm Cgp)

Fue propuesto por E. de la Vega (1968) para designar a depósitos clásticos continentales que afloran al surponiente y suroriente de Cuencamé, Dgo. (fuera de la carta) con un espesor de 5 a 30 m. Consiste de una matríz de grava y arena con clastos de roca volcánica ácida subredondeados a subangulosos del tamaño de guijas finas a cantos rodados medianos que varían de no consolidados a bien cementados.

Esta unidad se cartografió en el valle de Peñón, áreas de San Juan del Rio, Francisco Zarco, flanco occidental de la fosa Santiaguillo desde norte de la cd. de Durango hasta Nuevo Ideal; también aflora en el flanco oeste de la Sierra de Coneto y en los dos extremos del graben Rio Chico, desde mesa Cuesta del Oso a San Nicolás de Arriba.

Se presenta con una expresión morfológica de una serie de lomeríos con pendiente suave a media.

La litología consta de fragmentos líticos de rocas volcánicas ácidas como tobas riolíticas, riolitas, brechas rioliticas e ignimbritas con un grado de esfericidad de subredondeado a subanguloso mal clasificados con diámetros variables de 1 a 40 cm semicompactos a cementados en una matríz arenosa constituyendo en ocasiones estratificación mientras que en otros sitios se encuentran en forma caótica. En los afloramientos se observó un espesor de 20 a 200 m y en el área se encuentra cubriendo discordantemente a las formaciones Mezcalera, Baluarte, Grupo Registro, Grupo Carpintero, Grupo Rio Chico y formación Metates e infrayace concordantemente a los basaltos Guadiana.

Por la similitud litológica y relación estratigráfica que se aprecian, estos depósitos se correlacionaron con la formación Los Llanos asignándole una edad del Plioceno Tardío.
La formación Santa Inés se depositó en condiciones de alta energía y está relacionada a un sistema de fallas regionales y abanicos aluviales que rellenan fosas tectónicas.

Las condiciones geológico - mineras de las rocas son estériles para la mineralización.

III.1.9.- CUATERNARIO PLEISTOCENO

III.1.9.1.- BASALTO FORMACIÓN GUADIANA (Qpt B).

Albritton (1958) asigna el nombre de formación Guadiana a los derrames de basaltos que afloran a 25 km al este de la cd. de Durango en el poblado del Saltito de la Constancia. Está distribuida en la carta a 21 km al norte de la cd. de Durango y se extiende al norte y este del poblado de Tuitán hasta el Rancho Las Huertas; también aflora en Francisco R. Serrano y en Adolfo López Mateos a

Ciénega de Basoco, cerca de la Coyotada; tiene una superficie aproximada de 1580 km² y fueron eruptadas por gran cantidad de conos volcánicos cuya litología está constituida megascópicamente por derrames de brecha basáltica; basalto de color obscuro en superficie fresca e intemperiza a café obscuro de textura afanítica con estructura vecicular en donde presenta olivino de color amarillo verdoso. El tamaño de las vesículas varía de 1 a 10 mm y el espesor estimado de la formación es de 9 m hasta 40 m intercalada con gravas gruesas a finas de basalto en espesores máximos de 10 m.

En la zona cartografiada los basaltos Guadiana sobreyacen discordantemente a calizas de la formación Baluarte en Francisco Zarco y Cieneguillas, a andesitas del Eoceno en San Agustín de Ocampo; al Grupo Registro en Cieneguillas, Tuitán, Ricardo Flores Magón, Diez de Octubre y Nogales; en presa del Aguila al Grupo Carpintero, en mesa Los Panuqueños a la formación Gamón y en Adolfo López Mateos, Sáuz de Arriba, Arroyo Las Canoas oeste y este de Francisco Zarco, aflora en forma concordante con la formación Los Llanos.

Estos Basaltos son cubiertos por depósitos aluviales y lacustres del Reciente.

Por la similitud litológica y posición estratigráfica los basaltos del área se correlaciona con los de la localidad tipo los que se ubican como del Pleistoceno.
Según Lyons (1975) el origen de los basaltos sucediron después del segundo colapso de la Caldera Chupaderos.

Las condiciones geológico-mineras de estas rocas no están relacionadas a la mineralización de yacimientos metálicos pero se pueden utilizar como roca ornamental o como material de revestimiento.

III.1.10.- CUATERNARIO HOLOCENO

III.1.10.1.- DEPOSITOS LACUSTRES (Qhola)

Constituyen una alternancia de arenas finas, limos y arcillas con laminaciones delgadas de 0.5 a 2 cm de espesor, semicompactados, con algunos horizontes de sales y carbonatos acumulados en los alrededores de la Laguna de Santiaguillo dentro de la cuenca del mismo nombre.

Este material se ha formado a partir de la erosión de las rocas volcánicas con su transporte y depósito hacia grandes valles.
Se le ha asignado una edad del Holoceno.

III.1.10.2.- DEPOSITOS ALUVIALES (Qhoal)

Constituyen grandes acumulaciones de material de origen fluvial, producto de la intensa erosión de las formaciones volcánicas Terciarias y Cuaternarias con su posterior transporte y depósito, lo cual ha originado la formación de extensas planicies aluviales y lacustres.

Están formando por clásticos subredondeados a redondeados con un rango granulométrico muy amplio de gravas a arcillas.

Dentro de la carta se presentan en el Valle del Guadiana al E-NE de la cd. de

Durango; en el valle de Guadalupe Victoria; y el Valle de Santiaguillo.

Su espesor en algunos sitios alcanza los 100 m, aunque localmente se presentan también pequeños depósitos de terrazas aluviales con espesores de 10 a 20 m e incluyen a todos los sedimentos no consolidados que en su base fueron depositados desde el Terciario Superior. Se le ha asignado a esta unidad una edad del Cuaternario Holoceno.

III.2.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

III.2.1.- Descripción de estructuras.-

La carta Durango se encuentra ubicada dentro de tres provincias fisiográficas (Raisz, E., 1964), que son: Mesa Central, Altiplanicie con Bolsones y Sierra Madre Occidental (Subprovincia de Meseta Lávica Riolítica).

El primer evento deformacional que se tiene registrado en la carta está representado por la Orogenia Sonoma (Dickinson, 1981), que abarcó el márgen continental cordillerano del borde occidental de Norteamérica y tuvo lugar durante el Pérmico - Triásico. Estos esfuerzos causaron según Garduño, V. y Zaldívar, J. (1983), tres fases de deformación en las rocas del basamento Paleozóico.

En el área de San Agustín de Ocampo donde se encuentra expuesto un pequeño afloramiento de dicho basamento, considerado como parte del Terreno Parral. Se midieron datos en calco y micaesquistos, filitas y cuarcitas con estratificación de S_o = N 4° W - 30° NE, foliación S_I = N 35° W - 39° NE y rumbo del plano axial S_2 = N 50° W -25° NE con plunge de 11° SE, que representan tres fases compresivas con orientaciones N 86° E, N 55° E y N 32° E, respectivamente, que se han considerado como deformación de tipo dúctil.

Por otra parte, en el área de San José de Bacís en la porción NW de la Carta, la secuencia vulcano-sedimentaria constituida por areniscas, pizarras, filitas y esquistos con intercalaciones de andesitas, consideradas probablemente como parte del Terreno Guerrero, también fue afectada por dicha Orogenia, causando por lo menos dos fases de deformacion (Garduño y Zaldívar, 1983), una orientada NW 7° SE a NE 10° SW y consideradas de tipo dúctil, evidenciadas por foliaciones de rumbos variables NE 83° SW con buzamientos de 47° al NW y de NW 80° SE, con buzamiento 55° al NE.

El segundo evento deformacional estuvo definido por la Orogenia Larámide (Guzmán de Cserna, 1963), desarrollada durante el Cretácico Tardío al Terciario Temprano (Eoceno) y que dio origen a una deformación de tipo dúctil a frágil manifestada en la porción oriental de la carta en donde las secuencias sedimentarias del Mesozóico forman parte del Cinturón de pliegues y cabalgaduras de la región nororiental de México.

En el área de Peñón Blanco en la porción Nororiental de la carta, se midieron en la zona de contacto entre los flyschs terrígenos de la formación Mezcalera y calcáreo de la formación Baluarte con las calizas de la formación Cuesta del Cura una serie de cabalgaduras de rumbo general NW 30° - 40° SE con buzamientos de 23° a 50° al SW y al NE que han sido consideradas

como una estructura de tipo duplex.

El estilo de deformación de la formación Mezcalera está representado por una serie de pliegues de tipo asimétrico que varían de cerrados a isoclinales en condon cuyo plano axial presenta una orientación NE 44° 73° SW con buzamiento al NW y vergencia al SW. Estas rocas presentan así mismo una zona de cizalla dúctil asociada a la cabalgadura principal con ancho variable de 0.5 a 2 m, metamorfismo de bajo grado y orientación de las foliaciones en el límite de la zona de cizalla de NW 50° - 70° SE con buzamientos al NE y SW respectivamente.

Por otra parte la formación Baluarte presenta pliegues de tipo asimétrico que varían de apretados a cerrados y con plano axial de orientación general NW-SE, con buzamiento al NE y vergencia hacia el NW. La composición predominantemente calcárea de estas rocas provocó que los esfuerzos que fueron sometidos se tradujeran en fallamiento que ocasionó la ruptura de pliegues como se observa en la localidad de El Tulillo al Poniente de Peñón Blanco, por lo que se considera como una deformación de tipo frágil

El estilo de deformación de la formación Cuesta del Cura en el área de Peñón Blanco está representado por una serie de pliegues asimétricos que varían de aparentado a cerrados y con rumbo predominante del plano axial de NE-SW y buzamiento al SE. Estas orientaciones se conservan en forma general aún en los micropliegues que presentan estas rocas. Por otra parte, la estratificación de esta secuencia tiene rumbos dominantes de N 20° - 30° E con buzamientos al SE y N 30° - 50° W con buzamientos al SW.

La secuencia de cabalgadura y relaciones estructurales entre las unidades sedimentarias existentes en la porción nororiental de la carta, presentan una continuidad hacia el sector suroriental de la misma.

Al noroeste de la localidad de Francisco Zarco la cabalgadura tiene un rumbo general de NW 30° SE con buzamientos de 25° a 45° al NE.

El estilo de deformación observado en esta región es semejante al del nororiente de la carta, sin embargo el plegamiento tiene rumbos variables del plano axial al NW 40° - 65° SE con buzamientos al SW y vergencia al NW.

Se observó foliación de rumbo NW 75° SE - 85° NE y estratificación de rumbo en el flysch terrígeno variable NW 70° SW con buzamientos de 20° - 38° al NW. Por lo tanto las 3 fases compresivas tendrían orientaciones de NW 20° - 80° SE, NE 15° SW y NE 25° - 50° SW, respectivamente.

El emplazamiento de cuerpos batolíticos durante el Cretácico Superior Eoceno se manifestó en la secuencia volcánica Inferior con una serie de fallas de tipo normal con orientaciones preferenciales NE 20° - 50° SW y E - W, las cuales formaron los espacios para el depósito de la mineralización de oro - plata en el área de Tayoltita y Bacís.

Por otra parte la extrusión de grandes volúmenes de flujos ignimbríticos y tobas de composición riolítica durante el Oligoceno dieron origen en la porción sur central de la carta a la Caldera de Colapso Chupaderos que presentan un diámetro aproximado de 15 km en la

zona del núcleo y de 25 km hasta su borde exterior. Paralelamente se produjo el emplazamiento de una serie de diques, apófisis y domos de composición latítica y traquítica lo cual han sido asociados con el origen de la mineralización de Hierro en Cerro de Mercado, Así mismo en la porción nororiental de la carta se formaron una serie de estructuras dómicas con diámetros de 8 km, algunos de los cuales se manifiestan en superficie como en la Sierra de Gamón con mineralización diseminada de estaño, pero con posibilidades de contener a profundidad un zoneamiento, y otros emplazados como cuerpos hipabisales, asociados a intrusivos y afectando a secuencias sedimentarias dando origen a mineralización diseminada de oro y plata como los domos de Atotonilco y San Agustín de Ocampo con gran potencial económico.

Durante el Mioceno Temprano continuó la extrusión de grandes volúmenes de material ignimbrítico que dieron origen a la caldera del Doce de Mayo, localizada en la porción centro occidental de la carta y que tiene un diámetro aproximado de 23 km en la zona del núcleo y de 28 km hasta su borde exterior.

Finalmente el tercer y último evento deformacional presente en la carta se originó durante el Plio-Cuaternario, tuvo un carácter distensivo con fallamiento normal y ha sido asociado con la apertura del Golfo de California (Clark y otros, 1980, Rangin, C., 1978), manifestándose con emisiones basálticas de composición alcalina.

En la carta el fallamiento presenta una orientación general NW-SE y N - S. El basculamiento de los bloques generalmente es hacia el oriente con desplazamientos aproximados de hasta 1000 m en la Secuencia Volcánica Inferior mientras que para la Secuencia Volcánica Superior el basculamiento de los bloques es tanto al oriente como al poniente y con desplazamientos aproximados de 200 m.

Dicho fallamiento normal presenta la carta un rumbo general NW 10° a 40° SE y un rumbo dominante NW 10° a 20° SE lo que indica que la dirección de los esfuerzos tuvo una orientación NE 70° a 80° SW y ha sido considerada como una etapa de deformación frágil, en base al comportamiento observado en las rocas de la región.

Asociado al sistema anterior se presentan una serie de fallas de tipo normal de orientación general NW - SE y con desplazamiento lateral sinestral o izquierdo. La mayor de estas estructuras se infirió con base en la interpretación de imágenes de satélite y rasgos morfológicos, en una longitud aproximada de 55 km la cual cruza a la porción occidental de la carta. Así mismo al NW de la localidad de Otinapa en la porción suroccidental de la carta se midieron tres fallas del mismo tipo y con longitudes de 6 a 12 km. En la localidad de El Carmen en la porción surcentral de la carta se midió otra falla normal con desplazamiento lateral izquierdo con una longitud aproximada de 18 km.

Se presentan además dos sistemas de fallas de desplazamiento lateral con orientaciones tanto NW-SE como NE-SW.

En la porción occidental de la carta se definió un lineamiento interpretado como una falla lateral derecha cuya traza pasa

por la localidad de Vencedores y tiene una longitud aproximada de 50 km. Dentro de esta misma porción se midieron una serie de fallas laterales izquierdas y derechas con longitudes de 4 a 6 km.

Hacia la porción centro-occidental de la carta se definieron lineamientos de orientación NE-SW que pueden ser interpretados como fallas laterales con longitudes de 15 km. hasta 50 km.

Los esfuerzos extensionales del Cenozoico dieron origen en la porción noroccidental de México a una serie de horsts y grabens conocidas como cuencas y sierras o fosas y pilares tectónicos que en el área de la carta constituyen una serie de estructuras de orientación general NW-SE definidos en la porción central por el graben Rio Chico, graben Rio Santiago, horsts Sierra El Epazote, graben Laguna de Santiaguillo y graben Guadiana; en la porción oriental se encuentran el horsts Sierra de Coneto, horsts Sierra de la Silla y el graben de San Juan Peñón Blanco y cuyas longitudes varían desde 20 hasta 70 km.

Los grabens están limitados por fallas normales en las cuales se asocian una serie de prospectos mineros orientados NW-SE como La Laja y Chinacates en el área de Tenerapa.

En la cabalgadura de Peñón Blanco se tiene mineralización diseminada de cobre, plata y oro, por lo que es una zona de interés geológico - minera.

Durante el Cuaternario se produce la reactivación de fallas antiguas que causó un basculamiento ligero de los bloques afallados y en algunas áreas estuvo asociado a la erupción de basaltos alcalinos (Basaltos Guadiana). (Henry y Aranda, 1992).

III.2.2.- Interpretación del origen de las estructuras.

El primer evento deformacional ocurrido en la carta es producto de una serie de esfuerzos de tipo compresivo, los cuales han sido asociados a la Orogenia Sonoma de edad Permo-Triásica e interpretada para gran parte de la Cordillera de Norteamérica como grandes colisiones de arcos intraoceánicos que convergieron contra la márgen pasiva de Norteamérica. (Morn, D., 1984).

Estos esfuerzos están relacionados con el plegamiento y la deformación de basculamiento metamórfico (Terreno Parral) y la secuencia vulcanosedimentaria (Terreno Guerrero (?), ambas de edad Paleozóico Tardío. (Pérmico).

Esto originó durante el Mesozóico fenómenos de subducción y magmatismo de arco paralelos al crecimiento de la corteza continental de México hacia el occidente.

Durante el Cretácico Paleogeno la litósfera oceánica de la Placa Farallón fue subductada debajo de la Placa Norteamericana originando magmatismo de arco y un segundo evento deformacional también de carácter compresivo representado por la Orogenia Laramide. (Sedlock, R. y otros, 1993).

Este evento tuvo lugar en el intervalo Cretácico Tardío - Eoceno Medio y se manifestó por un cinturón de pliegues y cabalgaduras de orientación

nor-noroeste en la porción centro y nororiental de México. Esta asociado, junto con la migración hacia el oriente de la fuente del magmatismo de arco, a la subducción de la litósfera oceánica.

La deformación de la Orogenia Laramide, plegamiento y fallamiento inverso de las secuencias sedimentarias del Jurásico Superior -Cretácico Inferior (formación Mezcalera), formación Baluarte (Cretácico Inferior) y formación Cuesta del Cura (Cretácico Superior).

Durante la mayor parte del Cenozoico continuó la subducción de la litósfera oceánica debajo de la margen occidental de México, lo cual originó una serie de esfuerzos de deformación y fallamiento de tipo extensional, manifestados con la apertura del Golfo de California y con la formación de la Provincia de Cuencas y Sierras. (Sedlock, R. y otros, 1993).

Durante el Plio-cuaternario la litósfera oceánica (Placa Farallón) desapareció completamente debajo de la Placa Americana, quedando el arco magmático del Pacífico frente al Golfo de California continuando hacia este mediante un sistema de fallas y zonas extensionales, relacionadas hacia el norte con el Sistema de San Andrés. Dicho movimiento entre esas placas originó la formación de rift Golfo de California - Sistema de San Andrés y del fallamiento en bloques, el cual dio lugar a la estructura de Sierras y Cuencas. (Demant y Robin, 1975; Félix, J. 1978).

III.3.- TECTONICA

III.3.1.- Modelo de evolución geodinámica.-

El basamento del área de estudio está representado por el denominado Terreno Parral (Coney P. J.) de edad del Paleozóico; el cual aflora de manera muy restringida al NW de la localidad de San Lucas de Ocampo y está constituido por una secuencia micaesquistos y calcoesquistos filitas y cuarcitas del Pérmico Superior ?. En la región de Bacís se reconoció un complejo metamórfico,constituido por pizarras filitas intercalaciones de andesitas y areniscas y que probablemente corresponden al Terreno Guerrero. Al parecer estas unidades se desarrollaron sobre el cratón de América del Norte, sobre el cual se originaron, debido a la presencia de grandes fallas regionales, una serie de plataformas y cuencas intracratónicas sobre las que se depositaron carbonatos y sedimentos terrígenos durante el intervalo Pensilvánico - Pérmico (González R. 1976).

Dicho cratón se encuentra limitado hacia el sur por el cinturon orogénico Apalaches-Ouachita constituido por sedimentos terrígenos deformados durante el Paleozóico, el cual según De Ford (1969) desaparece en el Norte de México, pero probablemente continúa debajo de la secuencia mesozóica en el estado de Chihuahua. Esta desaparición tuvo lugar por una curvatura en el rumbo de emplazamiento (De Cserna y otros, 1976), o bien por un truncamiento de manera abrupta provocado por las estructuras regionales que la cortan. (Zwanziger, J. A. 1978 y otros).

Dichas estructuras regionales constituyeron fallamientos normales en la porción sur del Cratón Norteamericano.

El basamento paleozóico de la región ha sufrido 3 fases de deformación

(Garduño, V. y Zaldívar, 1983), así como varios eventos de fracturamiento. Para el Basamento del Terreno Parral se determinaron tres fases compresivas de orientación NE 32° - 86° SW y para el Terreno Guerrero al menos dos fases compresivas, una de orientación variable NW 7° SE a NE 10° SW.

Durante el Triásico Temprano a Medio el Complejo metamórfico basal se rompió en varios fragmentos como consecuencia de esfuerzos tensionales, provocados por la deriva de la Placa de Norteamerica hacia el noroeste paralelamente con la subducción de la Placa del Pacífico Oriental hacia el sureste, originando en el márgen occidental de México un arco volcánico y hacia el oriente una cuenca de depósito denominada provincia del Mar Mexicano.

Durante el Triásico Tardío al Jurásico Medio los esfuerzos tensionales se intensificaron hasta provocar un nuevo rompimiento del basamento y la formación de fosas y pilares que fueron rellenados por depósitos continentales. Así mismo se inició el desplazamiento de dos grandes bloques hacia el este y noreste que emergieron posteriormente como elementos positivos en esa región y se produjo un aumento en la actividad magmática y volcánica del arco, aumentando con ello la sedimentación terrígena.

En el Jurásico Tardío el fallamiento y hundimiento progresivo continuaron activos, lo cual originó la acumulación de sedimentos carbonatados y terrígenos; los primeros derivados de las penínsulas de Coahuila y Aldama y los siguientes del arco volcánico del occidente.

Hacia el Jurásico Superior y Cretácico Inferior (Neocomiano-Aptiano) continuaron las condiciones de inestabilidad y en la porción occidental del Mar Mexicano se inició el depósito de las formaciones Mezcalera y Baluarte, constituidas por areniscas, limolitas, lutitas y calizas arcillosas.

Para el Cretácico Superior (Cenomaniano-Turoniano) tuvo lugar en la cuenca del Mar Mexicano un basculamiento general hacia el oriente debido probablemente a un cambio en el ángulo de subducción de la Placa Norteamericana que trajo como consecuencia la migración del arco volcánico hacia el este y con ello un gran período de no depósito y erosión en el área de la carta, que se manifestó hasta principios del Paleoceno.

Por otra parte el levantamiento continuo y migración del Arco Volcánico hacia el oriente provocó esfuerzos compresionales de dirección oeste - suroeste a este-noreste, que dieron origen al inicio de la deformación representada por la Orogenia Laramide que abarcó del Cretácico Tardío al Eoceno Tardío y que fue consecuencia de la subdirección de la Placa Oceánica del Pacífico Oriental debajo de la Placa Continental de Norteamerica. (Araujo M. J. Aranas, P. R.).

Durante este período de levantamiento y deformación tectónica la secuencia sedimentaria de la Formación Mezcalera sufrió plegamientos y fallamientos más intensos que las rocas depositadas sobre las plataformas debido a la mayor plasticidad de los sedimentos terrígenos con relación a los carbonatados. (Formación Baluarte). Por las relaciones estratigráficas observadas en campo entre estas dos unidades, se deduce una

falla de cabalgadura de la formación Mezcalera sobre la formación Cuesta del Cura del Cretácico Superior.

En base al sistema de fallamiento medido se obtuvo un rumbo dominante NW 30° a 40° SE, lo que evidencia que la dirección de esfuerzos fue NE 50° a 60° SW.

En el Eoceno Tardío termina la Orogenia Laramide y con ello la deformación de las secuencias sedimentarias depositadas en la cuenca del Mar Mexicano. Coney señala que el fin de este evento tectónico se debe a un cambio en el movimiento de la Placa del Pacífico Oriental con respecto a las placas Farrallón y de Norteamerica hace aproximadamente 40 a 44 m.a.

La actividad registrada de la Secuencia Volcánica Inferior se extiende desde 100 a 45 m.a. (Cretácico Superior-Eoceno Tardío).

Dicha secuencia representa probablemente una continuidad del cinturón orogénico del sur de Sinaloa a lo largo del márgen continental y continúa hacia el NW para formar un arco plutónico-volcánico continuo estando asociado también al emplazamiento de grandes cuerpos intrusivos (Batolito Piaxtla). (Mc Dowell, F. y Clabaugh, S. 1979). La Secuencia Volcánica Inferior se emplazó en un ambiente característico de arco magmático de naturaleza calcoalcalina asociado a una márgen continental. En el área de la carta está representada por andesitas y brechas andesíticas, que constituyen las rocas encajonantes de los principales Distritos y Zonas Mineras.

Según Lyons (1975) el flujo de magmas generados por la subducción de la Placa Oceánica bajo la Masa Continental originó el emplazamiento de grandes cuerpos batolíticos y la extrusión de flujos andesíticos sobre extensas zonas. Fredikson (1974) distingue varios períodos de intrusión que van de los 130 a los 20 m. a; pero la mayoría fueron de 90 a 50 m. a. (Cretácico Superior al Eoceno), (Batolito Piaxtla, intrusivos de cerro de Minitas, Atotonilco, Peñón Blanco y pórfidos de Tejámen, El Piojo y Cerro de Mercado. También consideró que existió una migración progresiva de los intrusivos hacia el oriente la cual estuvo asociada a la edad y a la composición de los mismos, siendo más jóvenes y de composición más ácida hacia el este.

La interrupción o disminución abrupta de la actividad magmática en la Sierra Madre Occidental durante el Eoceno Tardío debido a un reajuste de placas tectónicas fue seguida ésta por un período de fuerte erosión y depósito que en la porción suroeste de la carta constituyó el conglomerado volcánico Las Palmas. En el nororiente las rocas sedimentarias deformadas durante la Orogenia Laramide fueron sobreyacidas discordantemente por afloramientos aislados de conglomerados calcáreos (formación Ahuichila), que fueron depositados en cuencas tectónicas hacia las márgenes de bloques afallados, levantados durante los esfuerzos regionales de tipo extensional. (Aranda-García y otros, 1989).

La actividad volcánica de composición ácida se reactiva durante el Oligoceno Inferior Medio (28 a 30 m.a.) con la convergencia de la Placa Farallón-Norteamérica que colisiona con el sistema de expansión del Pacífico,

originando un vulcanismo calcoalcalino característico de una zona de " rift " atrás de un arco andesítico (Demant y Robin, 1975).

La reactivación del magmatismo a principios del Oligoceno es interpretada por la migración hacia el Oriente del arco volcánico continental seguida por una rápida regresión del mismo hacia la margen occidental del continente, durante el Oligoceno Tardío y el Mioceno Temprano y que ha sido considerada como la Orogenia del Terciario Medio. (Damon y otros, 1981).

Se produce entonces la extrusión de grandes volúmenes de material que constituyen potentes secuencias de rocas ignimbríticas que incluyen pequeños cuerpos hipabisales, diques y domos relacionados con estructuras volcánicas, asociadas a zonas con mineralización diseminada, así como derrames basálticos de lava, con una gran cantidad principalmente hacia la base, de intercalaciones de material vulcanoclástico. Estos niveles de terrígenos intercalados dentro de los materiales volcánicos estuvieron asociados a cuencas intra-arco, las cuales hacia la porción oriental son más características. (Formación San Pablo en el área de Peñón Blanco y capas rojas en el área de Tayoltita).

Dichos eventos originaron también en la porción sur central de la carta la Caldera de Chupaderos a la cual se asocian genéticamente las emisiones ignimbríticas y riolíticas de los grupos Registro, Carpintero y Rio Chico. Paralelamente a esta estructura, se originaron una serie de domos de composición Traquítica - Riolítica y las secuencias ignimbríticas y riolíticas de la formación Gamon en la porción nororiental de la carta.

El volcanismo calcoalcalino en la porción Occidental de la Carta está asociado a lo largo de la zona de subducción activa, lo cual indica una zona de convengencia entre la Placa Norteamericana y la Placa Farallón, sin embargo estudios más recientes indican que la falta de actividad volcánica en la Sierra Madre Occidental entre 45 y 32 m.a. no necesariamente indican que dichas Placas no estuvieron convergiendo. Algunas consideraciones teóricas demuestran que la subducción de la litosfera oceánica más joven hacia los bordes de una zona en expansión, puede producir o no cierta actividad ígnea. (De Long y Fox, 1977 en Mc Dowell, F. y Keizer, R. 1977).

Las emisiones ignimbríticas más jóvenes de este intervalo tectónico conformaron la secuencia El Salto-Espinazo cuya fuente volcánica probablemente esté definida por la caldera del Doce de Mayo localizada en la porción centrooccidental de la carta.

Se desarrolló entonces otro largo período de erosión hasta que ocurrió el siguiente evento tectónico de la región representado por la acreción de la Placa Continental de Norteamérica sobre la zona de expansión de la dorsal del Pacífico provocando el rompimiento y separación de la Península de Baja California.

En el Mioceno Tardío se produjo un marcado episodio de volcanismo basáltico de composición alcalina que ha sido asociado junto con una serie de esfuerzos distensivos que dieron origen a fallamientos normales de carácter regional y al desarrollo de la apertura del

Golfo de California (Clark y otros, 1980; Rangin, C. 1978). Este evento se ha correlacionado, en base a estudios geofísicos y geológico regionales con la existencia de una serie de yacimientos de Ag, alineados en forma general con una dirección NW-SE y que abarca desde Durango hasta Real de Angeles, Zacatecas a la cual se le conoce como Faja de Plata.

Dichos fallamientos se manifestaron en la porción Noroccidental de México como una serie de horsts y grabens que forman parte de la Provincia de Cuencas y Sierras a lo largo del margen oriental de la sierra. Los flujos de basalto están asociados con este fallamiento. El emplazamiento del Basalto Metates tuvo lugar hace 12 m.a. aproximadamente.

Durante el Plioceno los grabens que constituyeron cuencas tectónicas fueron rellenados por potentes espesores de clastos provenientes de la erosión de las rocas volcánicas (Conglomerado de la formación Los Llanos y Santa Inés).

El movimieto relativo entre las Placas Norteamérica y del Pacífico hace aproximadamente 4 m.a. (Plioceno Tardío) se manifestó con la apertura del Golfo de California y el desarrollo de su sistema dorsal. (Morán, D., 1984). Al desplazamiento de Baja California hacia el Noroeste probablemente estén asociadas las emisiones basálticas alcalinas, extrusionadas a través de fisuras y numerosos conos volcánicos, relacionados con fallas normales que continuaron con el desarrollo de horsts y grabens (sierras y cuencas). Dichas emisiones están representadas en el área de la carta por los Basaltos de la formación Guadiana del Pleistoceno, que junto con sedimentos clásticos de origen lacustre y aluvial que rellenaron dichas cuencas.

III.4.- GEOLOGÍA HISTÓRICA

La historia geológica se inicia con el depósito de areniscas, lutitas y escasas calizas del Pérmico Medio como basamento las cuales se metamorfisan a micaesquistos y calcoesquistos que fueron definidos por Garduño, (1983), sobre el arroyo de Medrano en la población Diez de Octubre (San Lucas de Ocampo).

Fue reconocida una secuencia volcanosedimentaria metamórfizada compuesta por metasedimentos de pizarras y filitas con algunas intercalaciones de andesitas, capas ocasionales de areniscas y microconglomerados con fragmentos de pizarras y filitas sobre el rio Los Remedios y el arroyo Las Truchas en la región de Bacís; quedando enmarcada en el Terreno Guerrero (?). Esta cuenca de depósito se originó durante la subsidencia del basamento paleozóico representado por el complejo metamórfico; el cual a inicios del Triásico se rompió en varios fragmentos debido a la deriva de la placa de Norteamérica hacia el noroeste y simultáneamente a la subducción de la placa del Pacífico Oriental al sureste; ésto ocasionó la formación del Arco Volcánico Tarahumara en la margen continental del occidente de México. A dicha secuencia se le ubicó en el Paleozóico Superior (?) por correlación y similitud litológica con la Formación San José de Gracia (Malpica, 1974), del norte de Sinaloa.

Aparentemente la región permaneció emergida a principios del Triásico, pero al finalizar el período; posiblemente en el

Jurásico Tardío se inicia la apertura del Golfo de México originada por la dorsal oceánica asociada a fallas transformes, provocando una transgresión del sureste que viene a cubrir a la península de Coahuila, iniciándose con ello el depósito de sedimentos de cuenca formados por arenas y limos, las cuales hacia la cima cambian a un flysch calcáreo, formando capas de caliza en estratos delgados a medianos con intercalaciones a limolitas rosas y escasas bandas de pedernal las cuales se correlacionan con las formaciones Mezcalera y Baluarte, dentro del Terreno Parral; las que se maneja de manera informal por PEMEX, CONCYT, FIPSA, (1979) y Martínez P. (1901), habiéndo sido reconocida por Garduño (1983) en las localidades Diez de Octubre, cerro El Burro en Cieneguillas, y por personal del CoReMi (1997) en Atotonilco, cerro de La Pila, km. 42 de la autopista Durango - Torreón, en cerro de Las Minitas y porción noroeste de la Sierra de Yerbaníz; por el contenido faunístico de amonites alcanza una edad del Tithoniano - Neocomiano y posiblemente hasta el Albiano (Garduño, 1983).

En la porción noroeste de la sierra de Yerbaníz se tiene una secuencia de plataforma constituida de calizas arcillosas en capas delgadas a medianas con bandas de nódulos de pedernal completamente deformadas, cuya edad, por métodos bioestratigráficos, le sugiere una edad de Albiano al Cenomaniano. (De la Vega, 1968); esta unidad está cabalgada por la formación Mezcalera.

La emisión del arco Tarahumara generó esfuerzos compresionales de oeste a suroeste y de este a noroeste, iniciando con ello el periodo de deformación de la Orogenia Laramide que actuó desde el Cretácico Tardío y finalizó en el Eoceno Coney (1983); atribuye el final de este período deformativo a un cambio en el movimiento absoluto de la placa farallón y la placa de América del norte a noroeste por una disminución del movimiento relativo entre la placa farallón y la placa de América del norte; posterior a este evento tectónico siguió otro distensivo formándose fosas y pilares como consecuencia del reacomodo del basamento, acompañada esta etapa por la erosión de las rocas deformadas que dan origen a depósitos continentales de la Formación Ahuichila (Eoceno - Oligoceno Temprano), constituida por fragmentos de caliza, areniscas y lutitas, encontrándose en forma aislada en la porción nororiental de la carta, siendo correlacionable con el Conglomerado de Guanajuato donde Fries et. al, 1975, encontró un vertebrado.

Durante el Terciario, continuó el vulcanismo que originó el desarrollo de la actual Sierra Madre Occidental. Generándose magmas de composición ácida e intermedia persistentes por el continuo avance de la placa oceánica por debajo de la placa continental con migración de cuerpos intrusivos hacia el este, mientras que Fredikson (1974) distingue otros períodos de intrusión los cuales van de los 130 a los 20 m. a., algunos otros se les registró de 90 a 50 m. a. (Cretácico Superior - Eoceno), siendo más jóvenes y de composición más ácida hacia el Oriente. Esta actividad magmática asciende a la superficie posiblemente en el Paleoceno Tardío - Eoceno, con la consiguiente erupción de grandes cantidades de lavas intermedia y ácidas y depósitos piroclásticos de la Serie Volcánica Inferior a través de toda la región.

Posiblemente durante el Eoceno Tardío, se produjo una interrupción de la actividad magmática sobre la Sierra Madre Occidental, ocasionando un reacomodo de las placas tectónicas por lo que ocurrieron eventos erosionales depositando en la porción sur occidental principalmente en la región de Tayoltita un compuesto por fragmentos andesíticos y riolíticos dando origen a un conglomerado conocido localmente como formación Las Palmas.

Posteriormente siguió un período de quietud y erosión, posiblemente durante el Oligoceno Inferior; el cual dio lugar al depósito de capas rojas continentales en la región de Tayoltita (según Clark y otros, 1977), que consisten en brechas, tobas areniscas y limolitas, mientras que en la porción oriental se depositaban rocas volcanoclásticas formadas por areniscas con intercalaciones de tobas híbridas conocida como Formación San Pablo, definida por Roldán Q. (1969), en la población de San Pablo, Dgo, también se le encuentra aflorando en las localidades de Jacales, José María Patoni, rancho San José y Coneto, la edad se infiere como del Oligoceno Tardío.

Después del período de quietud, sobrevino en el área de la Sierra Madre Occidental un gran intervalo de vulcanismo de composición riolítica, que dio origen a la Serie Volcánica Superior, durante el Oligoceno Medio - Mioceno Temprano; etapa representada por emisiones ignimbríticas extensas que cubrieron progresivamente los relieves preexistentes hasta que formaron una gran meseta a lo largo de lo que se considera actualmente la Sierra Madre Occidental; siendo un volcanismo calcoalcalino asociado a lo largo de las zonas de subducción activas, lo cual indica una zona de convergencia entre la placa Norteamericana y la placa Farallón; se considera que debido a estos eventos se originó la gran Caldera de Chupaderos a la cual se asocian genéticamente las emisiones ignimbríticas y riolíticas en las cuales han sido diferenciadas dos unidades distintas (según McDowell y Keizer, 1974); la más antigua se presenta en las inmediaciones de la cd. de Durango y está representada por los Grupos Registro, Carpintero y Rio Chico. El Grupo registro es la base de la secuencia riolítica y fue definida por Keizer (1974). Discordantemente sobre el Grupo Registro descansa una sección de rocas llamadas por Lyons Grupo Carpintero, las cuales se consideran relacionadas con el desarrollo de una gran caldera, denominada Caldera Chupaderos. El primer evento en este Grupo fue la erupción de grandes cantidades de ignimbritas de la formación Aguila (Keizer, 1974 calcula aproximadamente 6 km^3 de esta unidad), con la consiguiente formación de la Caldera Chupaderos, por colapso de la unidad, que pudo haber sucedió concurrentemente con la erupción o posterior a ésta. Inmediatamente después del colapso, la caldera fue rellenada por depósitos volcánicos de la formación Cacaria, eruptados a través de zonas de debilidad en el cuadrante suroeste de la caldera; los cuales en primer término correspondieron a emisiones ignimbríticas y tobáceas, existiendo además depósitos volcano-clásticos sobre algunas lagunas interiores de la zona calapsada; la última etapa de este evento está representada por el emplazamiento de domos traquítico - riolíticos que taparon los conductos volcánicos alimentadores de esta

secuencia. Posiblemente un poco antes o simultáneamente con esta actividad debe hacer ocurrido un levantamiento o resurgencia de una porción de la caldera, provocando que dicha formación se haya adelgazado e inclusive hasta desaparecer.

La siguiente etapa consistió en un período de quietud, durante el cual la secuencia volcánica fue erosionada extensamente, dando lugar a una topografía muy irregular; sobre la cual se depositó la nueva unidad volcánica del área correspondiente a la ignimbrita de la formación Santuario, que pudo haberse originado por reactivación de la Caldera Chupaderos, dado que es litológica y químicamente similar a la Ignimbrita Aguila.

Posterior al depósito de la formación Santuario considera Lyons que ocurrió un nuevo colapso dentro de la estructura de la Caldera Chupaderos, por lo cual se tuvo una nueva actividad volcánica dando origen a la secuencia de la formación Santa Rita, constituida por brechas tobáceas, tobas e ignimbritas, rellenando posiblemente depresiones y bajas topográficas. Probablemente durante el tiempo que ascendieron y fueron eruptadas las formaciones Santuario y Santa Rita, en una cámara magmática a profundidad, se estaba produciendo diferenciación con segregación de mineral de fierro; lo que se deduce del bajo contenido que de este mineral tiene la formación Santuario en comparación con otras unidades.

Tal vez inmediatamente después de la erupción de las rocas de la formación Santa Rita, haya habido un ascenso del magma que estaba cristalizando a profundidad; el cual no llega hasta la superficie, sino que se emplazó en una zona intermedia, en donde culminó su proceso de cristalización, dando por resultado a los pórfidos de composición latítica a traquítica mostrando una orientación de NW-SE aflorando en Cerro de Mercado y Las Tinajas; este ascenso también ocurrió a través de zonas de debilidad en el borde sur de la caldera. Posteriormente al enfriamiento y fracturamiento de los pórfidos, vino el ascenso de los líquidos residuales o soluciones hidrotermales ricas en fierro, segregadas de la fase intrusiva, las cuales fueron emplazadas, ocupando cavidades y reemplazando la roca de los pórfidos; también siguieron ascendiendo hasta llegar a la formación Santa Rita. Dando como resultado la formación de grandes depósitos dentro de los pórfidos y pequeños depósitos de fierro silicificado y con cuarzo.

El siguiente período dio paso a la depositación del Grupo Rio Chico, según Keizer (1974), las rocas que componen el Grupo Rio Chico, fueron eruptadas en un intervalo de tiempo relativamente corto, dándole edades de 29.3 y 28.3 m. a. Este Grupo comenzó con la erupción de una gruesa secuencia de ignimbritas (formación Tunal) la cual se adelgaza alrededor de la caldera Chupaderos y cubre solo parte de ella; en cambio la siguiente ignimbrita formacional Santa María cubrió una gran parte de la caldera y un área extensa al oeste y al sur de ella, por lo que Lyons (1975) considera su origen dentro de la caldera. Contemporáneamente se presenta en la porción nororiental de la carta una secuencia de rocas ignimbríticas y riolíticas pertenecientes a la formación Gamón (Sierra Gamón), las cuales son afectadas por domos de pórfido riolítico y traquítico, asignándole una edad

tentativa del Oligoceno - Mioceno. Siguiendo al depósito de la última formación de la caldera Chupaderos ocurrió la subsidencia de la zona de colapso interior y la erupción de el Basalto Caleras a lo largo de fracturas anulares que bordeaban el núcleo.

Finalmente en el Mioceno, en la porción occidental de la carta se encuentra cubriendo concordantemente al Grupo Rio Chico y a la secuencia de Brechas riolíticas e ignimbritas de la zona de Barrancas, la Formación El Salto Espinazo definida por Waitt (1970) y reconocida por McDowell y Clahuagh (1976) prolongándose hacia el área de trabajo, estando constituida por ignimbritas cristalina vitreas masivas, tobas de ceniza (tobas de cascada) y horizontes andesíticos y dacíticos, cuya fuente de emisión probablemente sea la caldera Doce de Mayo localizada en la porción noroccidental de la cd. de Durango, definida en el presente trabajo, dándole una edad del Mioceno (McDowell y Keizer, 1977).

Un largo período de erosión siguió a la erupción de las rocas volcánicas riolíticas, al que siguieron los movimientos tectónicos regionales que causaron fallamientos en bloques y el emplazamiento de los basaltos de la Formación Metates a través de fisuras asociadas con el graben de Rio Chico y de un pequeño cono volcánico ubicado al suroeste de El Mulato. Keizer (1974) obtuvo una edad de 12.3 m. a. para estas rocas; por lo que junto con el fallamiento en bloques se ubican en el Mioceno Tardío.

La etapa final de la historia geológica de la carta, durante el Plioceno los grabens que constituyeron cuencas tectónicas fueron rellenadas por materiales detríticos y clásticos producto de la intensa erosión de la secuencia volcánica superior, dando origen al Conglomerado Polimíctico formación Santa Inés correlacionable con la formación Los Llanos. El continuo movimiento relativo entre las placas Norteamericanas y del Pacífico hace aproximadamente 4 m. a. (Plioceno Tardío), se manifestó con la apertura del Golfo de California y el desarrollo de su sistema dorsal. Esta actividad tectónica, provocó grandes hundimientos de la secuencia ignimbrítica y a su vez el levantamiento de las rocas más antiguas, pero los movimientos solo les causaron ligeras inclinaciones a los depósitos de ignimbritas, que casi conservaron su estructura horizontal. Finalmente la última actividad volcánica de la región que se supone asociada con este tectonismo, ocurrió durante el Plioceno y Cuaternario (Demant y Robin, 1975) y consistió en la erupción de derrames basálticos a través de las fallas que delimitan los grabens, dando origen a los basaltos de la Formación Guadiana del Pleistoceno en conjunto con sedimentos clásticos aluviales y lacustres, rellenaron las cuencas de bloques fallados.

IV.- YACIMIENTOS MINERALES

IV.A.- YACIMIENTOS MINERALES METALICOS

Los depósitos minerales del presente estudio se dividen en yacimientos metálicos y no metálicos. Los yacimientos metálicos se agrupan, dependiendo de la ubicación fisiográfica en siete regiones mineras que son Santa María de Otáez, San Dimas, Santiago Papasquiaro, Coneto de Comonfort, Durango, Guadalupe Victoria y

Cuencamé. (Figura No. 9) y éstas a su vez en nueve Distritos Mineros, seis Zonas Mineralizadas y dos Prospectos Mineros (Figura No. 9); los cuales se clasifican de acuerdo a su génesis, hábito, tipo de mineralización y condiciones geológico mineras y tectónicas.

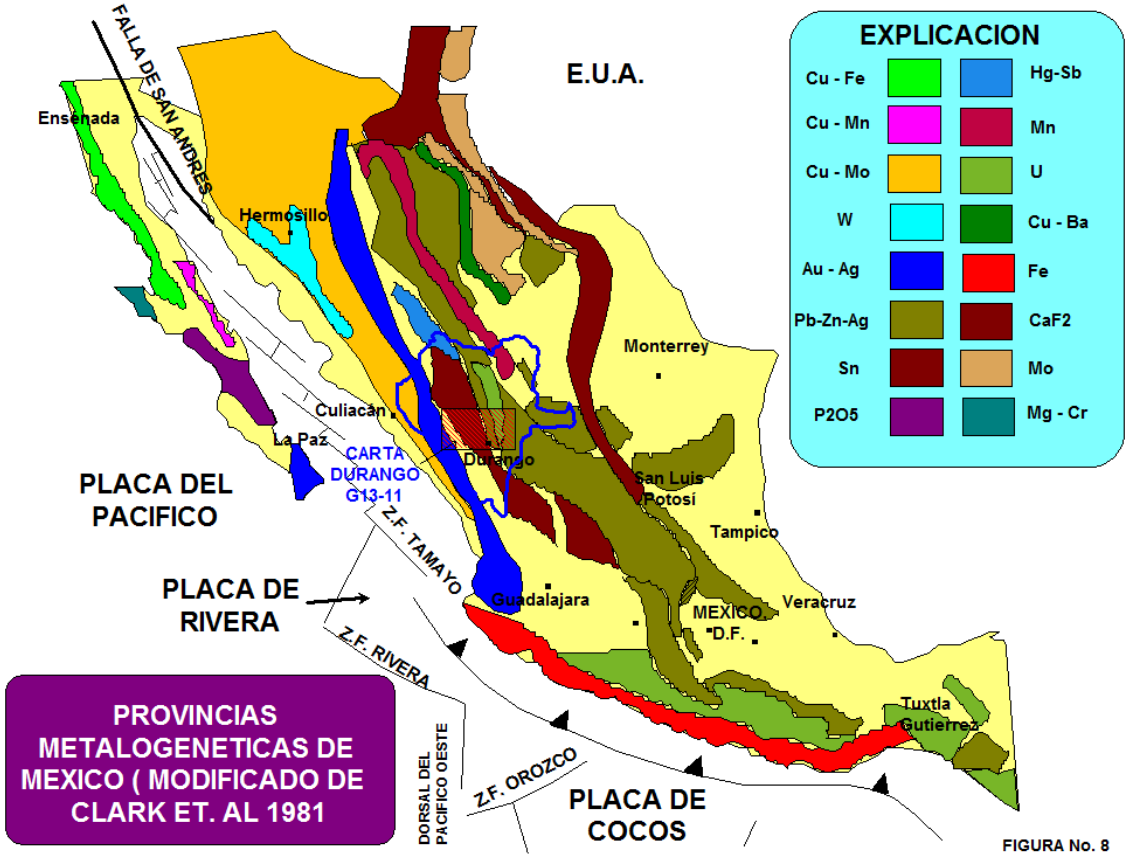


FIGURA No. 8

La carta queda comprendida dentro de cuatro fajas mineralizadas; o provincias metalogénicas (Clark et. al, 1981) de Au - Ag en la porción occidental, la de Sn en la parte central, de Pb - Zn - Ag en la parte centro oriental y la de U en el extremo oriental de la carta. (Figura No. 8).

Los distritos mineros de Tayoltita, Gavilanes, Santa María de Otáez, Bacís, Tejámen, Coneto de Comonfort, San Lucas de Ocampo y Avino son notables por su génesis hidrotermal en su fase epitermal, por lo que se ubican en el modelo genético de yacimientos de sulfidación baja, cuya roca encajonante es andesita y brecha andesítica asociada a cuerpos intrusivos de composición granítica, granodiorítica, dacítica y domos riolíticos localizados en los flancos de la sierra Madre Occidental y Mesa Central.

REGIÓN MINERA SAN DIMAS

La región minera de San Dimas se ubica en la porción oeste de la carta, en el

municipio del mismo nombre. Fisiográficamente se encuentra situado en la Provincia de la Sierra Madre Occidental, dentro de la Subprovincia de Barrancas en la cual existen yacimientos auroargentíferos de suma importancia. En la región se tienen los distritos mineros de Tayoltita y Gavilanes, los que se describen a continuación.

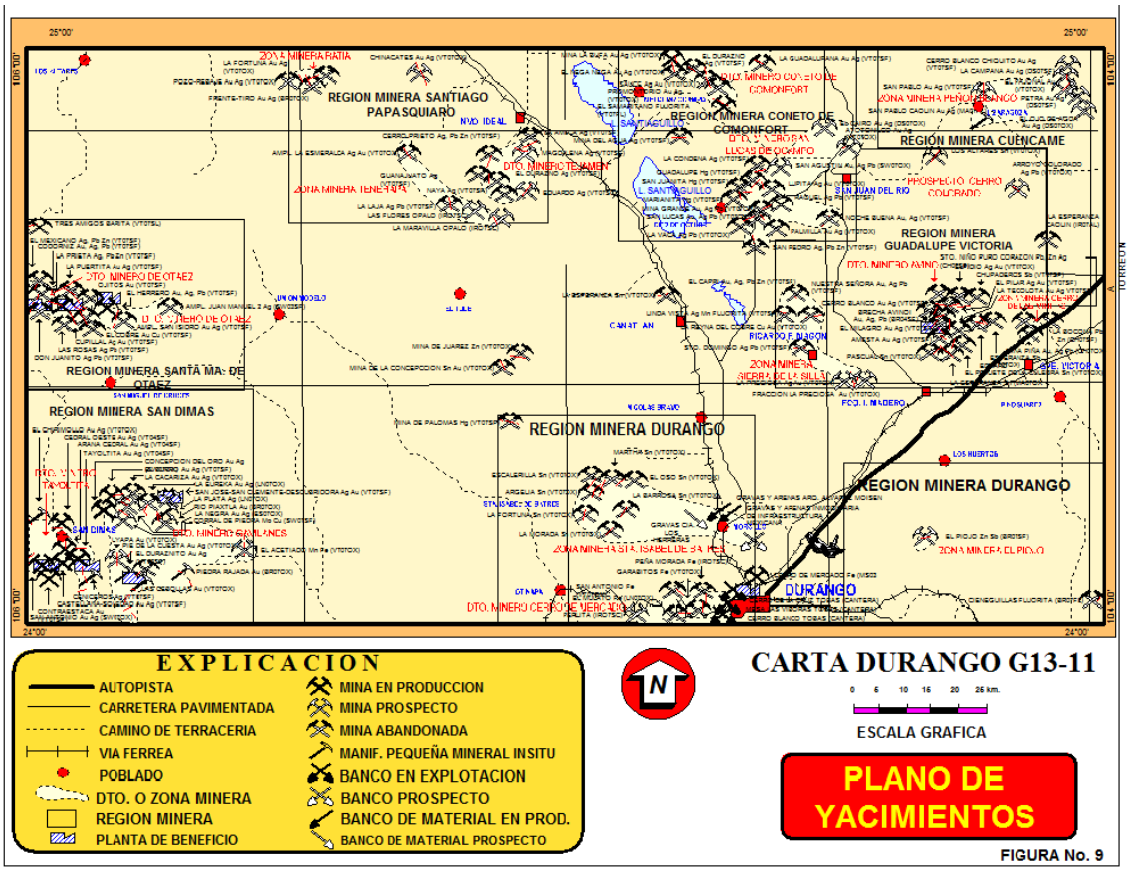


FIGURA No. 9

IV. A.1.- DISTRITO MINERO DE TAYOLTITA.

El distrito de Tayoltita está comprendido junto con el distrito de Gavilanes en la Región Minera de San Dimas, localizada en la porción sur occidental de la carta. (Figura No. 10).

Este distrito es uno de las más antiguos e importantes del Estado en cuanto a yacimientos auroargentíferos se refiere; pues sus actividades mineras se iniciaron en 1757.

Las estructuras mineralizadas están emplazadas en roca andesítica de edad Eoceno y el modelo genético del yacimiento corresponde a la fase epitermal de baja sulfidación. Pertenece a la Provincia Metalogénica de Au - Ag.

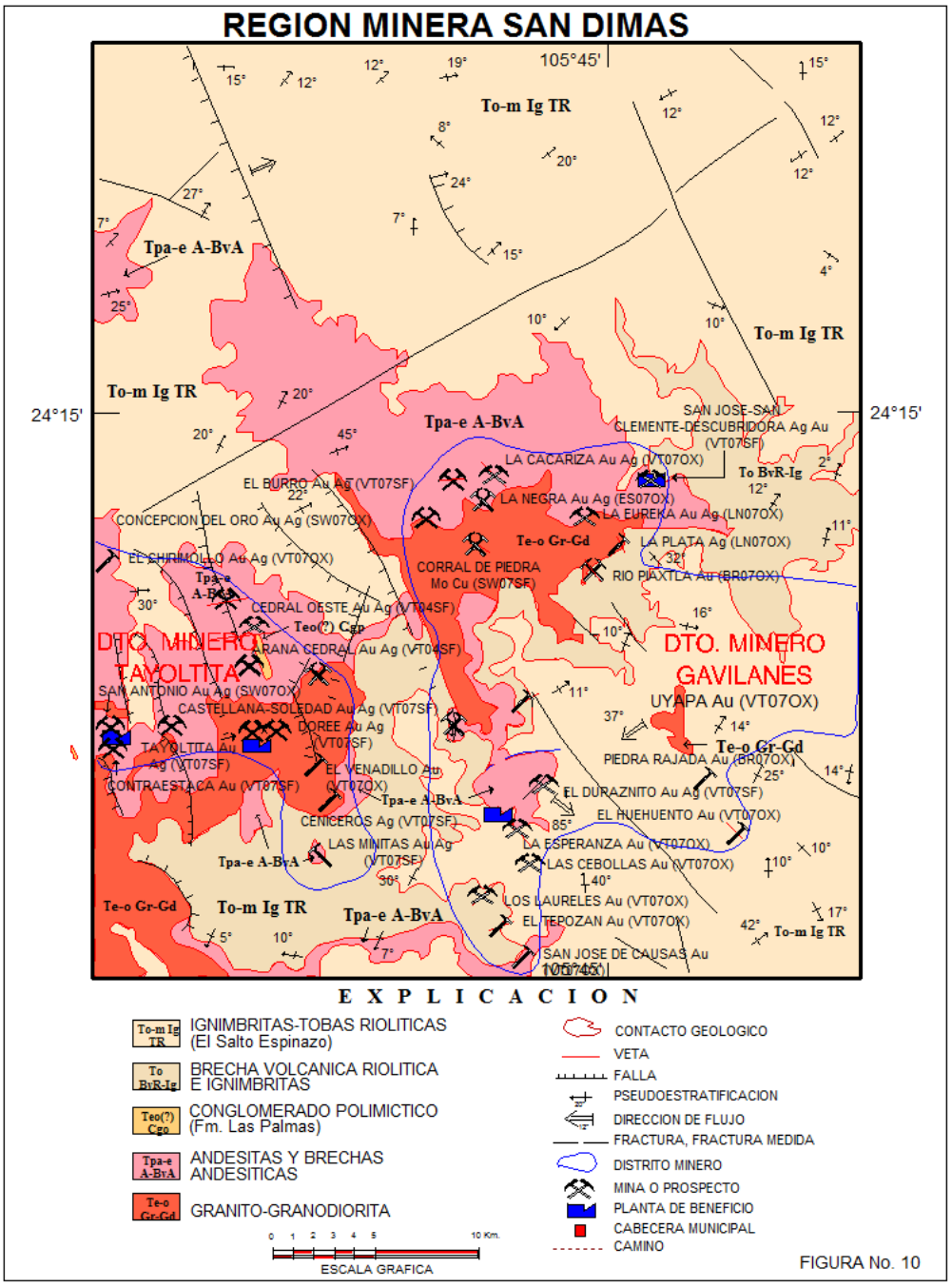


FIGURA No. 10

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

La secuencia andesítica de la Sierra Madre Occidental en la cual están emplazados los distritos de Tayoltita y Gavilanes son la andesita y brechas andesíticas de la Serie Volcánica Inferior, con espesores de hasta 700 m. cuya edad corresponde al Eoceno Temprano a Tardío por correlación de dataciones en San Lucas, Guanaceví y Mezquital; suprayaciendo discordantemente a las andesitas se depositó un conglomerado de composición riolítica y andesítica denominado localmente como Formación Las Palmas de edad Tentativa del

Oligoceno Temprano y espesor de 50 m; suprayaciendo concordantemente a los conglomerados se tiene a las capas rojas continentales constituidas por brechas, tobas, areniscas y limolitas de color rojizo, espesor de 60 m y edad del Oligoceno Tardío; el batolito Piaxtla de edad Eoceno Medio - Tardío y subsecuentes intrusiones afectó a la anterior secuencia Volcánica Inferior dando lugar a los yacimientos minerales. Coronando discordantemente a las rocas anteriores se tiene la secuencia Volcánica Superior constituida por la riolita Las Cumbres que consta de intercalaciones de tobas andesíticas, dacíticas, riolíticas e ignimbritas, cuyo espesor es de 1500 m y de edad Oligoceno.

ANTECEDENTES

En el año de 1757 se iniciaron las actividades mineras en Los Queleles, lugar cercano a Tayoltita por las familias Huizar, Rubio y Olmo, los cuales vendían su producción en la ciudad de Durango. Desde esa época a la fecha se ha seguido explotando el distrito con breves interrupciones a causa de la guerra de Independencia; en 1863 se forma The Candelaria Consolidated Mexican Mining Co., en 1890 se venden las minas: San Luis, Cinco Señores y Arana y se constituye The San Luis Mining Company, en 1940 The Mexican Candelaria Company vende sus pertenencias a The San Luis Mining Company, en 1962 esta compañía cambia su razón social a Minas de San Luis, S. A. de C. V. y crea la Compañía Minera MSL, S. A. la cual administra la unidad Tayoltita.

FORMA Y DIMENSIONES

En el distrito de Tayoltita las estructuras son vetas de tipo relleno de fisura confinadas en la andesita e intrusivo granítico y stockwork emplazadas en el granito Piaxtla.

El sistema de estructuras vetiformes tiene 2 rumbos generales, uno de NE 55° SW con inclinación de 70°, buzando al NW y el otro de NW 70° - 90 SE, inclinación de 70° buzando al NE, sus dimensiones son muy variables teniendo espesores de 0.84 - 3.0 m, longitud de 30 - 1000 m y profundidad de 30 - 1000 m.

La veta - falla Arana - Cedral es la principal estructura mineralizada del distrito de rumbo NW 27° SE; inclinación de 70°, buzando al NE, además de que se le asocia a un sistema de vetas de comportamiento lenticular imperfecto formado por las vetas San Luis con ley de 13 g/ton Au; 680 g/ton Ag y Arana con 12 g/ton Au; 660 g/ton Ag. Existen más de 100 vetas de diferentes dimensiones ligeramente perpendiculares a la veta Arana de rumbo variable de NE 17° a 75° SW con echado de 60° a 70° al NW entre las que sobresalen Cinco Señores de 11 g/ton Au, 581 g/ton Ag; Cedral con 2.8 g/ton Au, 420 g/ton Ag; Culebra 6.2 g/ton Au, 651 g/ton Ag; San Rafael 4.8 g/ton Au, 310 g/ton Ag y Candelaria 2.3 g/ton Au, 310 g/ton Ag.

En el área de Contra Estaca localizada a 7 km. al poniente de Tayoltita la mineralización es muy similar a la mina de Tayoltita, siendo las principales vetas: San Antonio de rumbo NE 35° SW, echado de 80° al SE, espesor de 1.50 m, ley 8.4 g/ton Au, 345 g/ton Ag; ubicada en el bloque San Vicente limitado al W por la falla Don Porfirio y al E por la falla Limoncito; las otras vetas son Noche

Buena, Soledad y Castellana de rumbo NE 80° SW, inclinación de 70° al NW, espesor de 1.20 m. ley 9.6 g/ton Au; 702 g/ton Ag, se ubican en el bloque Noche Buena, limitado por las fallas Limoncito y Guamuchil.

MINERALOGÍA

La mineralización es de relleno de espacios abiertos, en algunas estructuras es posible observar cierto bandeamiento que manifiesta tres etapas de mineralización que son: 1) presencia de cuarzo estéril microcristalino de color gris obscuro a verde claro pudiendo contener esfalerita, galena, calcopirita y menos oro 2) cuarzo de color blanco a gris claro con la posible presencia de clorita hidrotermal color verde obscuro y sulfuro de Cu-Pb-Zn asociado al cuarzo - rodonita, cuarzo-adularia y cuarzo-calcita. 3) cuarzo blanco estéril y bandas delgadas de cuarzo amatista con pequeñas cantidades de plata nativa, calcopirita, calcita y zeolitas.

Los minerales de mena son sulfuros complejos de plata acantita, argentita, oro nativo, electrum, esfalerita, calcopirita y galena. La ganga es cuarzo, calcita, adularia, barita y rodonita.

ALTERACIONES

Las alteraciones presentes en este distrito son:

1) Propilitización, afecta a las rocas de composición andesítica alterando las plagioclasas y los minerales máficos, formando minerales como clorita, epidota y pirita.
2) Silicificación, se presenta en zonas de color verde pálido de 0.50 m de espesor en forma de cuarzo anhedral de grano fino con minerales asociados de clorita, sericita, leucoxeno y rutilo.
3) Seritización, se forma a partir de la alteración de las plagioclasas y ortoclasas, se presenta básicamente en las rocas de composición granítico - granodiorítico y se intensifica hacia la cercanía de las vetas a tal grado que desaparece la textura original de la roca.
4) Sausuritización, constituye la alteración de las plagioclasas en una mezcla muy densa de albita, zoisita y epidota, se presenta en la andesita y el intrusivo.

GÉNESIS

En general la mineralización económica está asociada a la actividad ígnea, formando vetas auroargentíferas de origen hidrotermal - epitermal de baja sulfidación que rellenaron fracturas preexistentes emplazadas en las rocas volcánicas andesíticas e intrusivas graníticas, además de una asociación neumatolítica relacionada a múltiples eventos de cuarzo - molibdenita formando un stockwork emplazado en el intrusivo.

El estudio microtermométrico de inclusiones fluídas se concentró en el cuarzo en donde se tienen fases II y III. La fase o etapa II tiene una temperatura de formación de 250 a 290°C y una salinidad de 3.3 a 8.4%. La fase II tiene una temperatura de 250 a 310°C y una salinidad de 1.9 a 9.9% (Smith et al,

1982). La presión hidrostática de formación del yacimiento es de 400 a 1000 m de profundidad (Hass, 1971). El modelo del yacimiento es de baja sulfidación asociado a minerales de cuarzo - adularia - sericita y relacionado a fallas e intrusivos de granito - granodiorita. (Figura No. 18).

POTENCIAL

Las estructuras que más perspectivas tienen son las que se emplazan en la andesita debido a sus dimensiones de roca confinante que son espesor de 700 m, extensión lateral de hasta 5.0 km (?) y extensión longitudinal de 800 m.

En el distrito se encuentran 100 estructuras mineralizadas de las cuales las más importantes son Arana con 2,500 m de longitud y con una ley de 0.1 a 13 g/ton Au y de 1 a 702 g/ton Ag.

La veta Frontera cuenta con un potencial de 686,778 toneladas con una ley que va de 312 a 485 g/ton Ag y de 3.2 a 4.4 g/ton Au con un ancho variable de 1.9 a 3.65 m.

La mina Candelaria tiene un total de 71,620 toneladas potenciales con una ley media de 318 g/ton de Ag y 3.8 g/ton Au.

La zona de Camichin tiene un potencial de 4,838 toneladas con una ley de 350 g/ton de Ag y 6.2 g/ton Au y un ancho de 1.47 m.

La mina Castellana tiene un tonelaje potencial de 4,380 toneladas con una ley de 236 a 590 g/ton Ag y 4 a 9 g/ton Au con un espesor de 1.47 a 1.63 m de ancho.

La mina San Antonio cuenta con un potencial de 1'500,000 toneladas con una ley media de 345 g/ton de Ag y 8.4 g/ton de Au.

IV.A.2.- DISTRITO MINERO DE GAVILANES

El distrito minero de Gavilanes es notable por su génesis hidrotermal en su fase epitermal que se ubica en el modelo de yacimientos de sulfidación baja, la roca encajonante es la andesita y brecha andesítica asociada a cuerpos intrusivos de composición granito - granodiorita, ubicado en el flanco poniente de la Sierra Madre Occidental y provincia metalogenética de Au - Ag; la edad de la andesita receptora de la mineralización y constituyente de la Serie Volcánica Inferior, se considera del Eoceno. (Figura No. 10).

ANTECEDENTES

Se estima que las primeras actividades mineras en este distrito se iniciaron alrededor del año 1757 por españoles que residían en la zona, cuya principal actividad desde sus ancestros era la minería. En 1903 E. M. Brind rentó con opción a compra la Minera Gavilanes que constaba de las minas El Muerto, San Clemente y Descubridora, cuyo propietario era el Sr. Maximiliano Damm. En 1904 se formó la compañía Gavilanes Mining Milling Co. siendo el gerente John E. Bolland, cuyo capital inicial fue de $ 2,000; ese mismo año se transfieren las propiedades mineras a E. M. Brind Company, quien instaló un molino con 20 quebradoras y sus concentradoras para mineral platoso. En 1983, el Consejo de Recursos Minerales inicia el estudio de la Reserva Minera Gavilanes; en fecha reciente la compañía Minera San Luis se ha interesado en el distrito minero ya

que rehabilitó, acondicionó y desarrolló obras tales como Socavón, San Clemente, El Cuarto y El Muerto.

FORMA Y DIMENSIONES

Las principales vetas presentan un rumbo de NW 20° a 80° SE, inclinación de 42° a 75°, buzando al SW, entre los cuales tenemos las siguientes vetas: La Soledad que presenta espesor de 0.5 a 5.0 m, concentrándose la mineralización en forma de clavos y ley de 0.001 g/ton Au; 550 g/ton Ag; 0.60 % Pb, La Eureka ancho de 0.47 m 1.82 g/ton Au; 530 g/ton Ag; 3.34% Pb; 0.24% Cu; La Cacariza espesor de 0.26 m. 0.20 g/ton Au; 670 g/ton Ag; 2.24% Pb; 4.51% Cu; Descubridora ley de 0.01 g/ton Au; 210 g/ton Ag; La Víbora ley de 0.34 g/ton Au; 15 g/ton Ag; 3.0% combinado Pb-Zn; Guadalupe ley de 0.20 g/ton Au; 482 g/ton Ag y Concepción del Oro con ley de 4.72 g/ton Au y 98 g/ton Ag. Existe una estructura mineralizada en forma de stockwork en el área de Corral de Piedra con una longitud de 1,500 m y un ancho de 30 m cuya ley media de 27 muestras colectadas dió 0.0 36% de cobre y 0.75% de molibdeno.

MINERALOGÍA

Las vetas son del tipo relleno de fisura presentan una paragénesis epitermal, siendo los minerales de mena oro libre, pirargirita, argentita y galena; como minerales supergénicos se tiene azurita y malaquita. Los minerales de ganga son cuarzo, pirita y barita.

El stockwork de Corral de Piedra presenta una paragénesis hipotermal representada por molibdenita asociada a especularita y en algunas partes turmalina, como mineral supergénico tenemos la marcasita y como ganga principal es el cuarzo.

ALTERACIONES

Las alteraciones en la andesita y tobas y brrechas andesíticas son básicamente la silicificación, oxidación, propilitización y piritización.

Las alteraciones en el intrusivo granítico - granodiorita consisten en la silicificación masiva, alteración potásica de los feldespatos y seritización la cual se observa circundando a las zonas mineralizadas y propilitización baja con minerales de epidota y clorita.

GÉNESIS

Las estructuras vetiformes son de origen hidrotermal en su fase epitermal de baja sulfidación cuyas soluciones comprenden temperaturas de 50° a 200°C y presiones bajas dando lugar a filones de fisura, emplazados en la andesita y en el granito - granodiorita.

El stockwork de Corral de Piedra pertenece al tipo hipotermal en su fase hidrotermal con temperaturas de 300° a 500° C y presiones altas, las cuales debido a soluciones pneumatolíticas originaron este tipo de yacimiento; en el cual la primera etapa de mineralización consistió de marcasita y molibdenita en vetas de cuarzo, posteriormente las vetas de cuarzo post-molibdenita contienen casiterita y sulfuros de zinc. (Figura No. 18).

POTENCIAL

En el distrito se tiene un potencial de 10 vetas las cuales las más importantes son Descubridora con un tonelaje de 225,000 toneladas con una ley de 0.01 g/ton Au y 210 g/ton Ag. La veta San José - San

Marcial cuenta con 7,500 toneladas con 0.06 g/ton Au y 334 g/ton Ag. La estructura mineralizada El Cuatro tiene 590 toneladas con 3.75 g/ton Au y 247 g/ton Ag. Así mismo la veta Guadalupe presenta 68,250 toneladas con 0.2 g/ton Au y 482 g/ton Ag. Por otro lado la estructura mineralizada La Soledad contiene 24,000 toneladas con 0.01 g/ton Au y 550 g/ton Ag. Para finalizar con las principales estructuras mineralizadas se tiene la veta La Providencia con 62,500 toneladas y con una ley de 0.8 g/ton Au y 200 g/ton Ag.

REGIÓN MINERA SANTA MARIA DE OTÁEZ

La región minera de Santa María de Otáez se ubica en la porción noroeste de la carta y queda comprendida dentro del municipio del mismo nombre. Fisiográficamente corresponde a la Provincia de la Sierra Madre Occidental dentro de la Subprovincia de Barrancas.

Los distritos mineros que contienen esta región son Bacís y Santa María de Otáez que se describen enseguida. (Figura No. 10).

IV.A.3.- DISTRITO MINERO DE BACIS

El distrito minero de Bacis por su génesis hidrotermal en su fase epitermal se ubica en el modelo de yacimientos de sulfidación baja y alta, la roca encajonante es la andesita de la Serie Volcánica Inferior y las tobas riolíticas Las Cumbres de la Serie Volcánica Superior, ubicado en el flanco poniente de la Sierra Madre Occidental y provincia metalogenética de Au - Ag; la edad de las rocas receptoras de la mineralización se considera del Eoceno Temprano a Tardío y Oligoceno, respectivamente. (Figura No. 11).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

El distrito minero de Bacís consta de un basamento constituido por filitas, areniscas, meta-andesítas y micro conglomerados de esquistos y lutitas de edad Paleozoico(?), aflorando en el rio de Los Remedios; suprayace discordantemente a las andesitas de la Serie Volcánica Inferior de edad Eoceno Temprano a Tardío por correlaciones de dataciones en San Lucas, Guanaceví y El Mezquital que afloran debido a un contacto tectónico que se observa a lo largo del rio Los Remedios; coronando discordantemente a las andesitas, se tiene la Secuencia Volcánica Superior constituida en su base por brechas riolíticas e ignimbritas; hacia la cima se tiene tobas riolíticas con intercalaciones de tobas andesíticas de edad Oligoceno.

ANTECEDENTES

En 1772 bajo el virreinato de Don Antonio Bucareli y Ursúa se tiene conocimiento de la explotación del mineral de Bacís, siendo cinco minas las que se trabajaban; la más importante es El Herrero. Nuevamente se tiene conocimiento de este distrito en 1935 debido a que la compañía Bacís Gold and Silver Co. inicia operaciones y aplica tecnología de punta para ese tiempo como la energía hidroeléctrica, beneficio de mineral por cianuración y teleférico para el transporte de mineral, esta época de auge termina por problemas con el sindicato el cual opera la mina con resultados desastrosos por lo que se cierra esta mina.

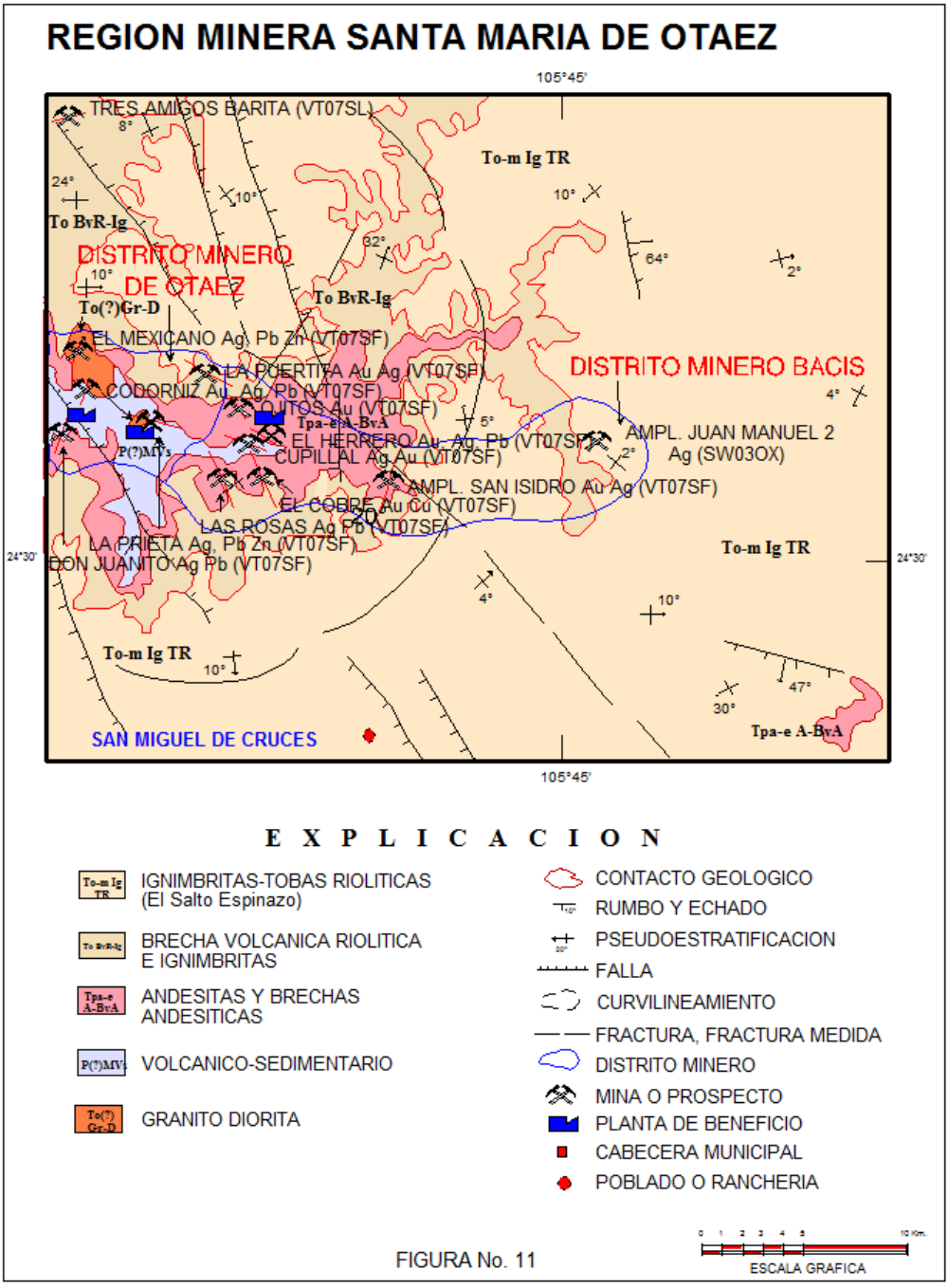


FIGURA No. 11

En 1946 reinicia actividades mineras la compañía Minas de Bacís, S. A. bajo la dirección de la familia Gutiérrez Monárrez, iniciándose nuevas etapas de modernización minera metalúrgica como las distintas etapas de ampliación en la producción - beneficio de mineral a saber 1946 - 1974 60 ton. diarias (t.d) por cianuración, 1974-1979 100 t.d., 1979-1988 350 t.d., 1988-1989 750 t.d. Minas de Bacís, S. A. de C. V. es subsidiaria de Minas Argenta, integrante del Grupo Minero de Durango, S. A. de C. V.

FORMA Y DIMENSIONES

Las estructuras mineralizadas en este

distrito son vetas emplazadas en la andesita, y toba riolítica siendo su comportamiento muy irregular en sus dimensiones y rumbo. La veta El Herrero ha sido la principal estructura del distrito minero la cual presenta un rumbo general NW 57° SE, inclinación de 65°, buzando al NE, espesores variables llegando a 18 m, longitud de más de 2.5 km profundidad de 680 m y ley media de 2.0 g/ton Au y 400 g/ton Ag; se tienen otras vetas semiparalelas como la veta 14160, Los Tajos y El Real.

MINERALOGÍA

Las estructuras vetiformes del tipo relleno de fisura presentan minerales de mena como argentita, plata nativa, electrum, oro libre y freibergita, menor porción de galena y esfalerita en ganga de cuarzo, calcita, pirita y óxidos de manganeso, clorita, calcopirita y arcillas como la montmorillonita e illita.

ALTERACIONES

Las alteraciones principales observadas en este distrito son la propilitización que afecta a las andesitas principalmente alterando las plagioclasas y los minerales máficos, formado minerales tales como la clorita asociada a la pirita; la silicificación se presenta en las andesitas en las inmediaciones con las estructuras mineralizadas, en forma de cuarzo anhedral de grano fino con minerales asociados de clorita y sericita.

GÉNESIS

Las estructuras mineralizadas están asociadas a la actividad ígnea y al tectonismo formando vetas auroargentíferas de origen hidrotermal en su fase epitermal de sulfidación baja que ocuparon fracturas preexistentes emplazadas en las rocas volcánicas de la Serie Inferior y Superior, evento geológico raro ya que no es común que la mineralización se confine en la Serie Superior constituida por tobas riolíticas. (Figura No. 18).

POTENCIAL

Actualmente se conocen seis estructuras mineralizadas denominadas Los Tajos, El Real veta 14 - 160, Brecha 14 - 180 y Madona, las cuales tienen longitudes de 500 a 1,200 m orientadas noroeste sureste. La veta más importante del distrito es El Herrero cuya longitud es 2,500 m, un espesor de 1.40 a 12 m y una profundidad de 60 m que nos da un potencial de 2,250,000 toneladas con una ley media de 2 g/ton de Au y 400 g/ton Ag.

IV.A.4.- DISTRITO MINERO DE SANTA MARIA DE OTAEZ

El distrito minero de Santa María de Otáez por su génesis hidrotermal en su fase epitermal se ubica en el modelo de yacimientos de baja sulfidación la roca encajonante es el complejo metamórfico representado por pizarras filitas y areniscas con metaandesitas intercaladas, la andesita y en menor proporción el intrusivo granítico - granodiorita; se ubica en el flanco poniente de la Sierra Madre Occidental y provincia metalogénica de Au - Ag; la edad de la roca es considerada del Pérmico, Eoceno Temprano al Oligoceno Temprano, respectivamente. (Figura No. 11).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

El distrito está constituído por rocas

volcanosedimentarias que conforman la base de la columna estratigráfica las cuales constan de pizarras negras y filitas en capas laminares con intercalaciones de rocas volcánicas andesíticas seudoestratificadas (0.60 a 1.40 m) y capas laminares de areniscas y microconglomerados con fragmentos de pizarras y filitas en un espesor de 120 m, de edad Pérmica que subyace discordantemente en el área de Huahuapan y rio de Los Remedios a andesitas y brechas andesíticas del Paleoceno-Eoceno. Sobreyacen discordantemente a las andesitas brechas volcánicas riolíticas e ignimbritas del Oligoceno las cuales son cubiertas por ignimbritas y tobas riolíticas del Oligoceno - Mioceno de la secuencia El Salto-Espinazo. La secuencia volcanosedimentaria y andesítica fue intrusionada posteriormente por un granito granodiorita de edad Eoceno-Oligoceno que mineralizó las rocas descritas como en el filón de San Joaquín, cerca del rancho Manzanillo. Posterior a la intrusión granítica se emplazaron diques de composición cuarzolatítica, andesítica y riolítica que afectaron a las rocas anteriores.

ANTECEDENTES

La información bibliográfica existente indica que la actividad minera en el distrito se inició a fines del siglo pasado, trabajando las minas de la Trinidad y Sierra Santa, las cuales suspendieron las actividades a principios del presente siglo por los problemas revolucionarios. La mina que actualmente está en operación es La Prieta.

FORMA Y DIMENSIONES

Los depósitos minerales en el distrito son vetas de forma tabular a lenticular caracterizándose por contener concentraciones o zonas de clavo ricas en minerales argentíferos y auroargentíferos. La principal estructura se ubica en la mina La Prieta cuyas dimensiones son espesor de 1.2 m, longitud de 1 km y rumbo de NW 76° SE, inclinación de 63° buzando al NE y 484 g/ton Ag; 3.38% Pb; y 7.91% Zn.

MINERALOGÍA

Las estructuras mineralizadas del tipo de relleno de fisura presentan una génesis epitermal, siendo los minerales de mena argentita, pirargirita, oro libre, galena y esfalerita en una ganga de cuarzo, pirita y trazas de barita: los minerales supergénicos son malaquita y azurita.

ALTERACIONES

Las alteraciones observadas en el distrito son: propilitización que afecta a los minerales ferromagnesianos transformándolos en clorita, serpentina y calcita características de la andesita y silicificación producto de aporte de silice en forma de cuarzo microcristalino y criptocristalino en la roca, haciéndola más resistente a la erosión; oxidación producto de la lixiviación de los sulfuros de hierro y cobre diseminado en la roca, considerándose como la alteración más importante; y la caolinización producto de la desintegración de los feldespatos potásicos originados por soluciones hidrotermales o por meteorización, detectada en el contacto andesita e intrusivo.

GÉNESIS

Por las características geológicas y de mineralogía observadas se considera que en el distrito el origen de la

mineralización es del tipo hidrotermal en su fase epitermal de baja sulfidación de temperatura baja y presión moderada (50°C a 200°C), cuyas vetas y fracturas de relleno de fisura están ligadas al pórfido granítico - granodiorítico productor de las soluciones mineralizantes. (Figura No. 18).

POTENCIAL

Existen en el distrito 25 vetas de las cuales las más importantes son La Prieta con una longitud de 750 m, un espesor de 1 m. y una profundidad de 100 m cuyo potencial aproximado es 187,500 toneladas con una ley media de 0.3 g/ton Au, 484 g/ton Ag, 3.38% Pb y 7.9% Zn. La Trinidad mide 700 m de longitud, 0.40 m de espesor y tiene una ley media de 0.5 g/ton Au, 30 g/ton Ag, 3% Pb y 2.40% Zn. Las estructuras restantes tienen un ancho que oscila de 0.10 a 3.23 m y una ley media de 0.25 a 20.20 t/ton Au y de 22 a 640 g/ton Ag. La mina La Prieta es de la Compañía Minera Romer, S. A. a la que actualmente realiza trabajos de exploración en el área.

REGIÓN MINERA SANTIAGO PAPASQUIARO

La región minera de Santiago Papasquiaro se localiza en la porción centro norte de la carta y queda comprendida dentro de la jurisdicción municipal del mismo nombre y del municipio de Nuevo Ideal. Fisiográficamente se sitúa en la Provincia de la Sierra Madre Occidental dentro de la Subprovincia de Llanuras Altas. El distrito y zonas mineras que agrupa esta región son Tejamen y las zonas mineras de Ratia y Tenerapa.

IV.A.5.- DISTRITO MINERO DE TEJAMEN

El distrito minero de Tejámen se ubica en el flanco oriente de la Sierra Madre Occidental y en la provincia metalogenética de Pb, Zn, Ag, la roca encajonante es la andesita-dacita; constituyente de la Serie Volcánica Inferior, se considera del Eoceno Temprano Tardío, por su génesis hidrotermal en su fase epitermal este yacimiento mineral se ubica en el modelo de yacimiento de sulfidación baja. (Figura No. 12).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

La secuencia geológica en la porción oriente de la Sierra Madre Occidental y en sí en este distrito consta de una andesita - dacita con alteración hidrotermal muy intensa, razón por la cual no se diferenció una sola roca, de color gris claro a rojizo, se presenta en forma de derrames lávicos y rocas piroclásticas, siendo la roca confinante de la mineralización; andesita de textura compacta fanerítica, de color gris obscuro a verdoso, presentando alternancia con tobas andesíticas piroclásticas; afectando a las anteriores rocas se tiene una dacita porfídica alterada de textura holocristalina, a estas tres unidades se les considera del Eoceno Temprano a Tardío; suprayaciendo a estas rocas se tienen las rocas volcánicas de la Serie Volcánica Superior (Grupo Rio Chico) de edad Oligoceno; sobreyaciendo a estas rocas se tiene al conglomerado polimíctico y al aluvión que cubre el valle, de edades Plioceno y Reciente, respectivamente.

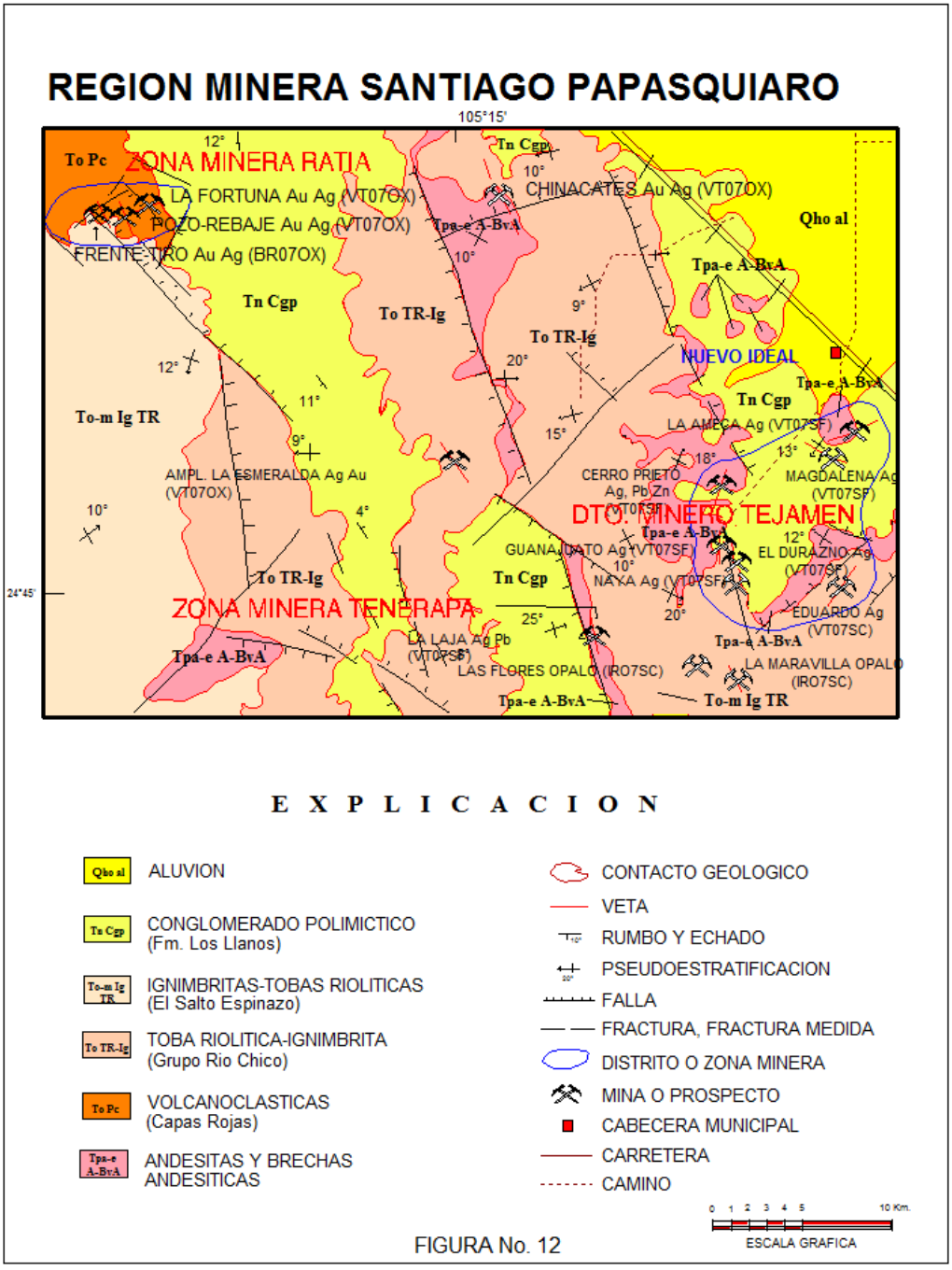


FIGURA No. 12

ANTECEDENTES

Anterior al año de 1885 se inició la explotación de este distrito a nivel gambusinaje, en el año de 1900 se forma la Compañía Minera Eureka cuyos dueños Lic. Rodrigo Gómez e Ignacio López de Nava explotaron las minas La Eureka, Melchor Ocampo, Matilde, La Fama, Providencia, instalando en 1908 una planta concentradora por cianuración de 50 ton/día, suspendiendo actividades en 1910 a causa de la revolución. En el año 1906 se formó la Cía. Minera El Duraznito, explotando la veta del mismo nombre hasta el año 1910. En la década de los 70`s se trabajó la mina Cerro Prieto con una

producción de 30 ton/día, sin que hasta la fecha se hayan desarrollado trabajos de exploración, explotación relevantes.

FORMAS Y DIMENSIONES

La forma del manto puntualmente es de forma tabular a lenticular que consiste de falla listica de rumbos NW - SW y buzamientos al NE - SE, espesor de 0.10 a 0.55 m, longitud de 550 m y profundidad de 15 m; las vetas son de forma lenticular del tipo relleno de fisura, rumbo general de N 32° E, inclinación de 50° - 85°, buzando al NW, espesor promedio de 0.70 m, longitud de 10 a 90 m y profundidad de 30 a 80 m, esta última profundidad en las minas Cerro de Larrañaga y Cerro Prieto; la ley media del manto en la mina Grande es ancho 0.30 m; Au 0.03 g/ton; Ag 209 g/ton; y la ley media de la veta en la mina Cerro Prieto es ancho 0.86 m; Ag 293 g/ton; Pb 2.17%; Zn 1.97%; es de hacer notar que estas leyes corresponden a pilares que dejaron los gambusinos por lo que se consideran de media a baja ley.

MINERALOGÍA

Los minerales de mena de acuerdo a su abundancia son galena argentífera, argentita, polibasita, esfalerita y plata nativa, los minerales de ganga son cuarzo, hematita, limonita, pirita, sericita y minerales arcillosos, ocasionalmente se observa malaquita. En este distrito la zona de óxidos profundiza 55 m en la mina Cerro Prieto.

ALTERACIONES

Las principales alteraciones en la andesita - dacita que es la roca encajonante del manto y de las vetas mineralizadas son una intensa propilitización y sericitización en superficie y una moderada oxidación en interior mina que se manifiesta a una profundidad de 55 m.

GÉNESIS

El origen de la mineralización contenida en las estructuras tipo vetas y manto (veta de bajo ángulo) se consideran hidrotermales en su fase epitermal, de sulfidación baja, que ocuparon fracturas y cavidades preexistentes en la andesita - dacita, cuyas soluciones comprenden temperaturas de 50°C a 200°C y presiones bajas. (Figura No. 18).

POTENCIAL

Se reconocieron 37 estructuras mineralizadas con una longitud conocida que oscila de 6 a 90 m, 0.14 a 1.74 m de ancho y a una profundidad de 35 m que da un potencial de 506,992 toneladas, con una ley de 0.03 a 0.92 g/ton Au y de 15 a 1,216 g/ton Ag. Las vetas principales son El Durazno con un ancho de 0.81 m y una ley media de 0.02 g/ton Au, 198 g/ton Ag; Cerro Prieto tiene un ancho de 0.86 m y una ley media de 293 g/ton Ag, 2.17% Pb y 1.97% Zn.

IV.A.6.- ZONA MINERA DE RATIA

La zona minera de Ratia se ubica en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental en los límites de la subprovincias de la Altiplanicie y Llanuras Altas y provincia metalogénica de Pb, Zn, Ag; la roca encajonante de la mineralización es la andesita de edad Eoceno aunque superficialmente se observan las capas rojas vulcanoclásticas de edad Oligoceno, por su génesis hidrotermal en su fase epitermal este yacimiento se ubica en el modelo de baja sulfuración. (Figura No.

12 y 18).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

La zona mineralizada de Ratia consta de un basamento formado por una andesita de color gris obscuro a verdoso, propilitizada, siendo esta la roca encajonante de la mineralización; superficialmente se observan las estructuras bien definidas; la edad es del Eoceno Temprano a Tardío, cuyo afloramiento están expuestos por erosión acompañados de tectonísmo que afectan a las rocas volcánicas; sobreyaciendo a éstas se tiene a unas areniscas vulcanoclásticas de color gris claro a pardo rojizo, en donde se observan clastos con cloritización en su estructura que presenta un rumbo de NW 75° SE, inclinación de 15°, buzando al NE, en esta roca se detectaron concreciones de calcita en forma tabular en la seudoestratificación; la de edad es del Oligoceno y por lo tanto es la base de la Serie Volcánica Superior; suprayaciendole se tiene un conglomerado compuesto por fragmentos de andesita y riolita; cubriendo a las rocas preexistentes se tienen riolitas, tobas riolíticas e ignimbritas; finalmente se tiene una secuencia de clásticos de origen continental que varía de gravas a conglomerados, formando lomeríos suaves de gran extensión.

ANTECEDENTES

La actividad minera en esta zona fue subsecuente a la del distrito minero de Cerro del Papantón en la época de los años 60's en que el Sr. Gobernador José Ramón Valdéz, trabajó este distrito, cuyos lotes mineros vendió a la Compañía Minera San Gregorio la cual operó un molino de 50 toneladas por día; explotando las vetas Aguileña, Mark Twain y Santa Teresa. Los escasos tipos de minado en Ratia corresponden a las fechas antes descritas y sus pocos desarrollos mineros son debido a los bajos valores reportados en superficie y sus inmediaciones.

FORMA Y DIMENSIONES

Las vetas brechoides son de forma tabular y en menor proporción lenticulares muy consistentes tanto a rumbo como en sus dimensiones, siendo muy característico en esta zona los crestones de las vetas Doña Lila 1, 2 y 3 y veta Ratia, cuyos rumbos de las vetas Doña Lila 1 y 3 es NW 19° a 53° SE, inclinación de 63° y 68°, buzando al NE, espesores de 1.39 y 1.45 m, longitudes de 630 y 1300 m, ley media de 0.10 y 0.14 g/ton Au; 1 a 2 g/ton Ag; 0.01% Pb; el rumbo de las vetas Doña Lila 2 y Ratia es N 16° a 85° E, inclinación de 75° y 70°, buzando al SE, espesor de 1.45 m, longitud de 550 m y ley media 0.75 g/ton Au; 5 g/ton Ag; 0.01% Pb.

MINERALOGÍA

La escasa mineralización detectada en las estructuras es hematita, limonita, carbonatos de cobre, pirita, calcita y algo de calcopirita en una matríz de cuarzo amorfo, la escasa mineralización de mena es reflejo de los minerales antes citados. Es de hacer notar que la descripción y muestreo fue superficial y somero pero se observa una zona de lixiviación que reporta valores de oro y plata, los cuales a profundidad pueden incrementarse.

ALTERACIONES

Las alteraciones observadas son: propilitización, caolinización y oxidación en los respaldos de las estructuras brechoides mineralizadas. Es de interés resaltar que en las areniscas vulcanoclásticas se detectaron inter-seudoestratificados una concreción de calcita muy contorcionadas de 0.80 m. de espesor.

GÉNESIS

En general la mineralización aunque no económica en superficie está relacionada a cuerpos intrusivos el cual podría ser el mismo del Cerro del Papantón no aflorante propiciando vetas de origen hidrotermal en su fase epitermal cuyas soluciones comprenden temperaturas de 50°C a 200°C y presiones bajas. (Figura No. 18).

POTENCIAL

El potencial mineralógico en esta zona minera de Ratia se localiza a profundidad, ya que las estructuras brechoides son muy uniformes en sus dimensiones de hasta 3.0 m, aunado a que la roca encajonante es la andesita. Por lo antes expuesto se define que puede existir mineralización a profundidad.

ZONA MINERA TENERAPA

La extensa zona minera de Tenerapa se ubica en el flanco oriente de la Sierra Madre Occidental y en la provincia metalogénica de Pb, Zn, Ag, la roca encajonante es andesita, tobas riolíticas e ignimbritas de edad Eoceno Temprano a Tardío y Oligoceno, respectivamente; por su génesis hidrotermal en su fase epitermal este yacimiento mineral se considera del tipo de yacimiento de sulfuración baja. (Figura No. 12 y 18).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

El contexto geológico regional está constituído litológicamente de la base a la cima por andesitas y brechas andesíticas color gris claro, con tonalidades cafes, en ocasiones masiva y alterada por soluciones hidrotermales que subyace concordantemente a tobas riolíticas y a ignimbritas que se encuentran coronando la secuencia. Las andesitas y brechas andesíticas corresponden a una edad del Paleoceno - Eoceno y las tobas riolíticas e ignimbritas son del Oligoceno. El conglomerado polimíctico Los Llanos del plioceno se encuentra rellenando el graben del rio Santiago.

ANTECEDENTES

Esta zona minera se exploró en el año de 1989 por el C.R.M. en el proyecto de Verificación de Anomalías por Zona, consistiendo de exploración aérea y posterior verificación física de las anomalías, en campo.

ROCA ENCAJONANTE

La roca encajonante de la mineralización es la andesita y brecha andesítica de edad Paleoceno Tardío Eoceno Temprano a Tardío, que se encuentra aflorando en una franja aproximada de 23 km de longitud y de 300 a 800 m de ancho.

FORMA Y DIMENSIÓN

La forma de la franja mineralizada se considera tabular, regular a rumbo, ya que se encuentra delimitada por una falla

regional de rumbo NW 20° SE, inclinación de 88° buzando al NE, espesor de 50 m y longitud de 1.3 km, y ley de 0.20 g/ton Au y 3 g/ton de Ag.

MINERALOGÍA

La mineralogía consta de carbonatos de cobre y en menor proporción, pirita y óxidos de fierro en forma de diseminados.

ALTERACIONES

Las principales alteraciones observadas son cloritización en el cuerpo mineralizado, y silicificación en los respaldos de dicho cuerpo.

GÉNESIS

El origen de la mineralización diseminada en el cuerpo de andesita, se considera hidrotermal cuyos minerales observados se encuentran en la zona de oxidación.

POTENCIAL

Potencialmente esta zona minera comprende la franja mineralizada por carbonatos de cobre en la andesita, dadas sus dimensiones de 50 m de espesor y de 1,300 m de longitud con ley de 0.20 g/ton Au y 3 g/ton Ag, la hacen atractiva para inicio de un proyecto de exploración ya que dicha franja mineralizada está controlada por una falla regional.

REGIÓN MINERA DE CONETO DE COMONFORT

La región minera de Coneto de Comonfort se ubica en la porción centro norte de la carta. Fisiográficamente se localiza en la Provincia de la Sierra Madre Occidental dentro de la Subprovincia de Llanuras Altas. Dentro de esta región se tienen a los distritos mineros Coneto de Comonfort y San Lucas de Ocampo, los que posteriormente se describen.

IV.A.7.- DISTRITO MINERO DE CONETO DE COMONFORT

El distrito minero de Coneto de Comonfort se ubica en la subprovincia fisiográfica de Altas Llanuras y provincia metalogénica de Pb, Zn, Ag, la roca encajonante de la mineralización es la andesita de la Serie Volcánica Inferior de edad Paleoceno Tardío Eoceno Temprano a Tardío, por su génesis hidrotermal en su fase epitermal este yacimiento mineral se ubica en el modelo de yacimiento de sulfidación baja. (Figura No. 13).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

El distrito minero de Coneto de Comonfort se encuentra ubicado dentro de una ventana estructural; la roca más antigua y confinante de la mineralización es la andesita de la Serie Volcánica Inferior de edad Paleoceno Tardío Eoceno Temprano a Tardío, la cual tiene un espesor superior a los 300 m esta andesita está afectada por diques de composición diorítica; suprayaciendo a las rocas anteriores se encuentran las riolitas, tobas, brechas e ignimbritas del Oligoceno, como se observa en las partes prominentes de la Sierra San Francisco, Sapioris y sur de Coneto.

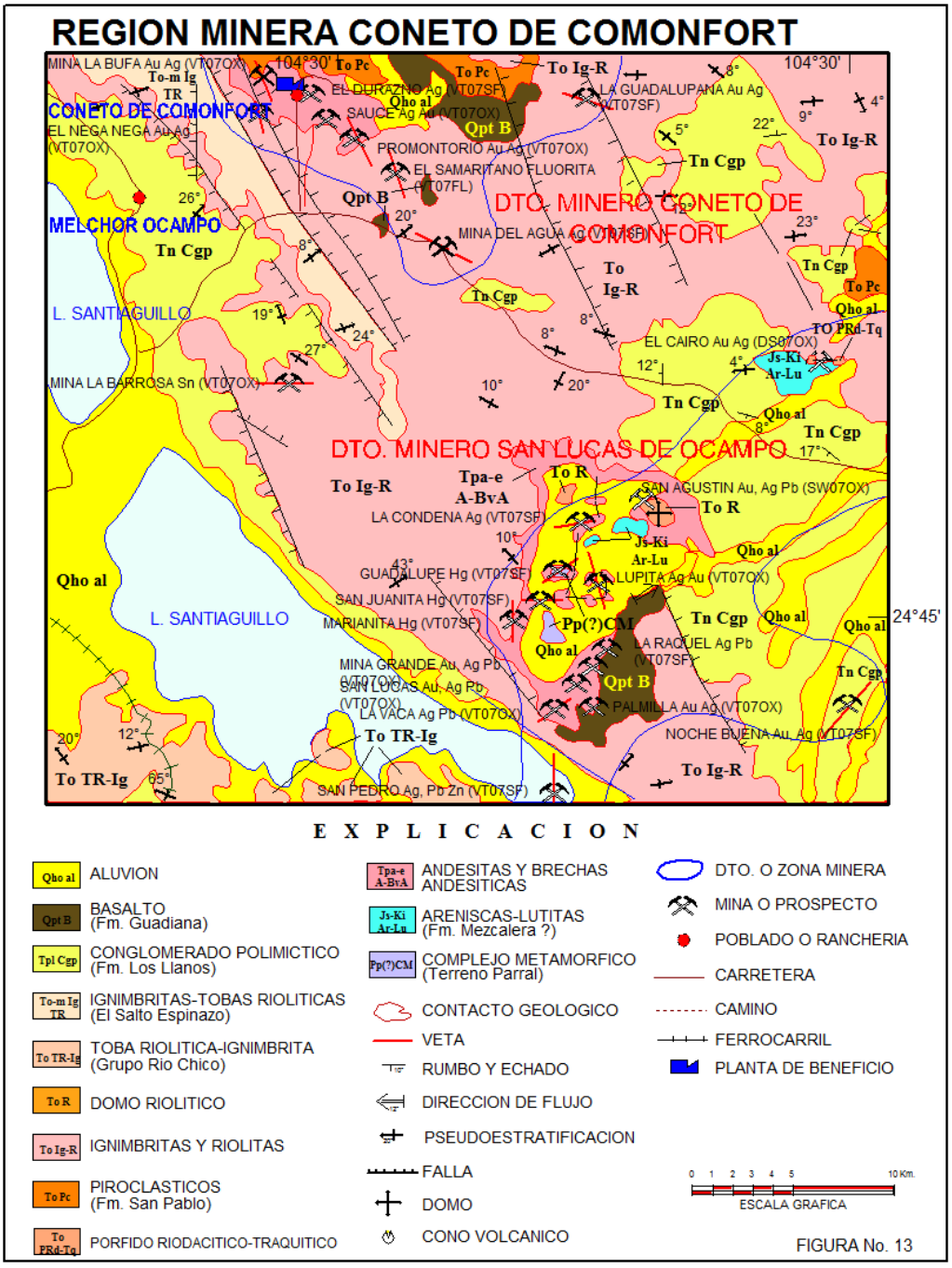


FIGURA No. 13

ANTECEDENTES

Las actividades en este distrito se iniciaron en el año de 1572 dando lugar a la fundación del Real de Coneto, la fundición de minerales de oro y plata debió de hacerse en hornos castellanos simples, posteriormente implantaron el proceso de amalgamación de patio, existiendo ruinas de la Hacienda y de una presa. Los españoles abandonaron las minas en el año de 1790 debido a la gran cantidad de agua; a fines del siglo XIX inicia operaciones una compañía extranjera la cual instaló máquinas de vapor, suspendiendo actividades en

1910 a causa de la revolución.

En los años 70's una compañía americana instaló una planta de beneficio por flotación, suspendiendo actividades en el año 1973; en 1976 inicia operaciones Cía. Minera Comonfort, S. A. y termina actividades en 1990, debido a los bajos precios de la plata, reanudando operaciones en 1997. La Cía. Minera Avino, S. A. de C. V. suspende las actividades a fines de 1997.

FORMA Y DIMENSIONES

Las estructuras mineralizadas son vetas tabulares a lenticulares; existen dos sistemas de fallas y fracturas que controlan la mineralización; el primero de rumbo NW - SE variando su inclinación de 5° - 30° al SW y el segundo de rumbo N - S con echados al poniente; las dimensiones de las principales estructuras que son veta El Sauce con espesor de 1.20 m, longitud de 800 m, profundidad de 130 m, rumbo N 50° W, inclinación de 65° buzando al SW y ley media de 4.0 g/ton Au; 387 g/ton Ag; veta Tiro Norte con espesor de 1.10 m, longitud de 650 m, profundidad de 120 m, rumbo N 10° W, inclinación de 85° buzando al NE y ley media de 2.50 g/ton Au; 250 g/ton Ag.

MINERALOGÍA

Los minerales de mena son: polibacita, pearcita, pirargirita y argentita, el oro se presenta libre además de la fluorita, galena esfalerita y proustita; los minerales de ganga son cuarzo, calcita pirita y óxidos de fierro.

ALTERACIONES

La roca encajonante en este distrito presenta diferentes tipos de alteraciones: propilitización acompañada de caolinización, las otras alteraciones en las rocas riolíticas son la silicificación y en los respaldos de las vetas oxidación y caolinización.

GÉNESIS

La mineralización de las vetas en este distrito es de origen hidrotermal, teniéndose dos eventos mineralógicos, el primero consta de la precipitación de oro y plata en las fracturas preexistentes acompañado de cuarzo como ganga considerándose como una etapa mesotermal; posteriormente y aprovechando los conductos del anterior evento, se tuvo el otro evento mineralizante consistente en la depositación de la fluorita que es una etapa epitermal. (Figura No. 18).

POTENCIAL

En el distrito se tienen 12 vetas con longitudes de 500 m a 2 km y espesor de 0.80 a 1.50 m con una profundidad estimada de 20 m, teniéndose un potencial aproximado de 2,376,000 toneladas.

IV.A.8.- DISTRITO MINERO DE SAN LUCAS DE OCAMPO

El distrito minero de San Lucas se ubica en la subprovincia de Altas Llanuras correspondiente al flanco oriente de la Sierra Madre Occidental y a la provincia metalogenética de Pb, Zn, Ag, la roca encajonante de la mineralización es la andesita de la Serie Volcánica Inferior de edad Eoceno Temprano a Tardío, por su génesis hidrotermal en su fase epitermal este yacimiento se ubica en el modelo de

yacimiento de alta sulfuración. (Figura No. 13).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

Las rocas que afloran en este distrito es la andesita de la Serie Volcánica Inferior de edad Eoceno Temprano a Tardío que tiene una potencia de 300 m y que es producto de una ventana estructural. Subyaciendo a estas rocas se tienen a lutitas, areniscas y calizas de la formación Mezcalera del Jurásico Superior Cretácico Inferior afectadas por un domo de composición pórfido dacítico del Oligoceno. Suprayaciendo a las andesitas están las tobas e ignimbritas de la Serie Volcánica Superior de edad Oligoceno, aflorando en la porción SW del área; además se tienen derrames de basalto del Pleistoceno en la porción sureste de la zona.

ANTECEDENTES

Se tiene conocimiento por parte de los descendientes de los antiguos mineros del lugar, que a fines del siglo pasado se trabajó la Mina Grande, habiéndose tenido planta de beneficio y suspendiéndose las actividades mineras al iniciar el movimiento armado de 1910.

ROCA ENCAJONANTE

La roca encajonante predominante en este distrito es la andesita de la Serie Volcánica Inferior, de edad Eoceno Temprano a Tardío, la cual tiene una potencia superior a los 300 m, en la porción SW, así como las lutitas, areniscas y calizas de la Formación. Mezcalera del Jurásico Superior-Cretácico Inferior; en la porción NE se conoce el domo de composición pórfido dacítico del Oligoceno; la roca aflorante es la toba riolítica y riolita de la Serie Volcánica Superior de edad Oligoceno.

FORMA Y DIMENSIONES

Las estructuras mineralizadas son vetas y fisuras de cuarzo de forma lenticular y fallas brechoides cuya orientación corresponde a dos sistemas, uno norte -sur con inclinación de 80° - 85° buzando al oeste, y el otro noreste con inclinación de 65° buzando al sureste como al noroeste; los espesores varían de 0.30 a 3.0 m y longitudes de 80 a 1900 m; la principal estructura es veta Grande la cual se considera la continuación de la veta Noche Buena, su rumbo es NE 45° SW, inclinación de 70°, buzando al SE, paralelamente a esta estructura se observan seis vetas las cuales se consideran sus desprendimientos. Tiene un espesor de 2.00 m y una ley media de 0.55 g/ton Au, 197 g/ton Ag y 1.59% de Pb. También existen dos domos de pórfido riodacítico con mineralización diseminada y en stockwork localizados en San Agustín de Ocampo y Atotonilco.

MINERALOGÍA

Los minerales de mena son oro libre, asociado a la calcita, argentita, pirargirita, galena argentífera y esfalerita, la ganga es cuarzo, calcita, limonita y pirita.

ALTERACIONES

Las principales alteraciones detectadas en las andesitas son la silicificación y la caolinización, y en las tobas riolíticas está presente la seritización y en los respaldos de las vetas la oxidación y caolinización.

GÉNESIS

El origen de la mineralización en este distrito es epitermal de sulfidación baja; teniéndose dos fases de mineralización: la primera una precipitación de oro y plata en las fracturas preexistentes acompañado de cuarzo como ganga, esta fase se considera como mesotermal; posteriormente se depositó la fluorita en la segunda etapa de mineralización que es considerada epitermal, como se observa en las zonas mineralizadas. (Figura No. 18).

POTENCIAL

El Consejo de Recursos Minerales en los años 1983 - 1985, cubicó 6,360 toneladas probables en zona de óxidos con una ley media de 1.36 g/ton Au; 225 g/ton Ag y 38,220 toneladas probables de sulfuros con ley media de 0.88 g/ton Au; 1,041 g/ton Ag; 5.0% Pb; 3.50% Zn.

En las inmediaciones de San Agustín de Ocampo, a 4 km al N se ubica un domo pórfido riodacítico mineralizado de 4 km de diámetro donde se observan por lo menos 6 crestones de cuarzo brechado en forma radial y tangencial de rumbo general N 40° E, inclinación de 65° buzando al NW, que dan origen a posibles zonas de stockwork y diseminado cuya mineralización es argentita, galena, esfalerita, calcita y cuarzo. Las alteraciones detectadas son sericitización, silicificación, oxidación y caolinización; el origen de la mineralización se considera hidrotermal en su fase epitermal de sulfidación alta.

Posteriormente la Cía. Canadiense Monarca realizó otro programa de barrenación durante 1997 con el cual confirmó amplias zonas de metales base y preciosos en donde la mineralización se extiende al menos a 250 m de profundidad. El barreno con mejores resultados cortó 244 m con valores de Oro 0.88 g/ton; Plata 13 g/ton y Zinc 0.25% incluyendo 47 m con valores de Oro 2.06 g/ton y Plata 30 g/ton. Los núcleos de barrenación confirmaron escencialmente una zona de mineralización previamente identificada, extendiendo la mineralización de sulfuros a una profundidad de 250 m. Tres núcleos de barrenación terminaron en dacita mineralizada y otro fue detenido en una limolita con mineralización diseminada.

REGIÓN MINERA GUADALUPE VICTORIA

Esta región minera se sitúa en la parte centro oriente de la carta. Fisiográficamente queda comprendida en el límite de las Provincias de la Sierra Madre Occidental y de la Mesa Central, Subprovincia de Llanuras Altas. en esta región se encuentra el distrito minero de Avino, Las zonas mineras de Cerro de las Minitas, sierra de La Silla y cerro Colorado.

IV.A.9.- DISTRITO MINERO DE AVINO

Este distrito minero se ubica en la provincia fisiográfica de la Mesa Central y provincia metalogenética Pb, Zn, Ag, en el municipio de Francisco I. Madero, la roca encajonante de este distrito es la andesita y toba andesítica, en menor escala la monzonita, por su génesis hidrotermal en su fase epitermal este distrito se ubica en el modelo de yacimiento de alta sulfidación (Hot spring). (Figura No. 14 y 18).



FIGURA No. 14

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

Las andesítas y tobas andesíticas de la Serie Volcánica Inferior son las rocas basales en el distrito, de edad Eoceno Temprano a Tardío, las cuales están intrusionadas por un stock de monzoníta, a su vez estas rocas fueron intrusionadas por diques de tipo latítico; sobreyaciendo a las rocas anteriores se tiene a la secuencia ácida de la formación Gamón perteneciente a la Serie Volcánica Superior de edad Oligoceno, que consta en la base riolitas e ignimbritas; en su parte superior ignimbritas y tobas riolíticas coronando a la secuencias

anteriores se tienen basaltos Guadiana del Plioceno al poniente de Avino.

ANTECEDENTES

El distrito de Avino inició sus actividades en época de la Colonia repuntando su desarrollo en 1905; en febrero de 1899 se formó la Compañía Minas de Avino; en el año de 1900 esta Compañía compró los lotes adjuntos de la Durango Copper Sindicate, Ltd. El 24 de febrero de 1903 se reorganiza la Compañía quedando como director James B. Palmer, habiendo comprado la mina Sangre de Cristo. El mineral argencuprífero era silicoso de baja ley, teniéndose que tratar por lixiviación en planta de 100 ton diarias. El 24 de octubre de 1907 se celebró la última junta de la compañía, tratando las ganancias del útimo año en 6,405 libras por concepto de embarques a fundición; en los meses de julio y agosto del mismo año se embarcaron 1,276 toneladas de mineral con un valor de 75,101 dólares.

En el año de 1900 se instaló la Compañía Lucía Mining en Pánuco de Coronado, Dgo; siendo accionista la San Luis Mining Co., operando las minas San Luis, San Gonzálo, Potosina y San Lucas, operando un molino de 50 ton/día.

ROCA ENCAJONANTE

Las andesítas y tobas andesíticas de la Serie Volcánica Inferior son la roca encajonante de la mineralización y basamento de la secuencia geológica del distrito, de edad Eoceno Temprano a Tardío; aunque también se podría considerar a la monzonita como roca encajonante al bajo de la brecha mineralizada en la zona del tajo a cielo abierto, en superficie y niveles superiores.

FORMA Y DIMENSIONES

La principal estructura en este distrito es la brecha Avino que en realidad es una zona de falla brechada mineralizada donde se distinguen tres vetas; su forma se puede considerar tabular muy irregular en su comportamiento y dimensiones, debido que al alto de la falla brechada se observan varios desprendimientos de éstas; la zona de falla se considera de comportamiento normal, cuyo rumbo general es NE 84° SW, inclinación da 45° a 80° buzando al SE; también se presenta en forma de stockwork; el espesor varia de 0.90 a 10 m; la longitud hasta de 1400 m y profundidad estimada por obras mineras de 350 m; la ley media estimada es de 1.06 g/ton Au; 118 g/ton Ag; 1% Pb; 0.8% Cu.

MINERALOGÍA

La mineralización contenida consta de argentita, calcopirita, galena, esfalerita, anglesita, cerusita, covelita y calcocita como mena y cuarzo, pirita, hematita, especularita y limonita como ganga.

ALTERACIONES

Las alteraciones observadas en el distrito son: propilitización detectándose la asociación cuarzo, clorita, epidota, calcita y pirita en los fragmentos de andesita dentro de la brecha andesítica; silicificación observándose el silice rellenando huecos e intersticios en los bordes minerales; oxidación debida al intemperismo, forma óxidos de color rojizo - amarillento a partir de los sulfuros y la caolinización debida a la alteración

de las plagioclasas, teniéndose desarrollo de caolín.

GÉNESIS

La mineralización en este distrito se considera de origen hidrotermal del tipo epitermal, formada en rangos de temperaturas entre los 50°C y 200°C, presiones bajas así como de profundidades someras, dadas sus asociaciones mineralógicas y clasificada genéticamente como de sulfidación alta. (Figura No. 18).

POTENCIAL

Se conocen seis estructuras mineralizadas con un ancho de 0.63 a 0.93 m y una ley media de 0.44 a 1.25 g/ton Au y 112 a 323 g/ton Ag.

La veta principal de todas las estructuras conocidas es la brecha Avino con una longitud de 1,400 m, espesor de 0.90 a 10 cm y una profundidad de 350 m, la cual presenta un potencial de 1'102,500 toneladas con una ley media de 1 g/ton Au, 118 g/ton Ag, 1% Pb y 0.8% Cu. Actualmente se tiene una cubicación de reservas de 2'947,041 toneladas métricas. Se tiene una planta con capacidad instalada de 1,000 t/día en donde se beneficia el mineral por trituración, molienda, flotación, filtrado y secado de concentrado.

IV.A.10.- ZONA MINERA CERRO DE LAS MINITAS

Esta zona se ubica en la provincia fisiográfica de la Mesa Central en los límites con la provincia de la Sierra Madre Occidental, y en la provincia metalogenética Pb, Zn, Ag, en el municipio de Guadalupe Victoria, Dgo; la roca encajonante son calizas y limolitas de la formación Baluarte del Cretácico Inferior a partir de la cual se forma una aureola de skarn que circunda el stock cuarzomonzonítico de edad Oligoceno Temprano; la génesis de este yacimiento es de metasomatismo de contacto asociado a hidrotermalismo. (Figura No. 14).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

Las rocas basales constan de una secuencia ritmica de areniscas y lutitas y hacia la cima cambian a calizas en estratos delgados a medianos con intercalaciones de limonitas y escasas bandas de pedernal, correlacionables con las Formaciones Mezcalera de edad Jurásico Superior Cretácico Inferior; estas rocas fueron intrusionadas, plegadas y metamorfoseadas por un stock cuarzomonzonítico con variaciones a monzonita del Oligoceno Temprano, cuyo metamorfismo de contacto originó una aureola de skarn; también se tienen diques de composición cuarzomonzonítico.

ANTECEDENTES

Esta zona minera al igual que la de Sierra de la Silla no cuenta con antecedentes de inicio y desarrollo de las antiguas obras mineras, pero dada su cercanía con el distrito minero de Avino se considera que el inicio de las primeras obras mineras fue simultáneo o más o menos en el año de 1900, teniendo su máximo movimiento minero en 1905 - 1907 y suspendidas las actividades en 1910 a causa del movimiento armado; trabajándose esporádicamente de 1970 a 1987 por los pequeños mineros Jaime Muguiro y Santiago Valdéz.

ROCA ENCAJONANTE

La roca encajonante de la mineralización es una secuencia de areniscas y lutitas; y hacia la cima calizas en estratos delgados a medianos con intercalaciones de limonitas y escasas bandas de pedernal, de edad Jurásico Superior Cretácico Inferior, correlacionable con la formación Mezcalera; siendo favorable el contacto de skarn de caliza-cuarzomonzonita para la formación y emplazamiento de las chimeneas; esta roca intrusiva es de edad Oligoceno Temprano.

FORMA Y DIMENSIONES

Los depósitos minerales explotables en la zona son chimeneas dentro de la zona de skarn, vetas en el intrusivo y las rocas sedimentarias; la forma de las estructuras mineralizadas es tabular a irregular: Las dimensiones de las vetas en el intrusivo son de poco espesor, no así en las calizas y zona de skarn cuyo espesor varía de 0.30 a 1.50 m llegando a alcanzar hasta 10 m, en las chimeneas el diámetro es de 6 a 12 m. y su profundidad de 300 a 350 m, llegando a la zona de óxidos a una profundidad de 200 m, como es el caso de las minas La Bocona y Santo Niño.

Las leyes medias en las chimeneas La Bocona y mina Piña en la zona de óxidos es de 125 g/ton Ag; 1.50 a 2.72% combinados Pb/Zn; y en las vetas espesor de 1.0 a 1.5 m, Ag 200 g/ton; Pb 6.0%; Zn 4.0%.

MINERALOGÍA

La mineralización en esta zona minera consta de una zona de óxidos detectándose cerusita, anglesita y cerargirita, y de una zona de sulfuros conteniendo argentita, galena, tetrahedrita, esfalerita y calcopirita como mena; cuarzo, pirita, granate, wollastonita, hematita y limonita, como ganga y como minerales supergénicos malaquita, cerucita, azurita y crisocola.

ALTERACIONES

La principal alteración detectada es la silicificación zona de oxidación, se presenta en masas de color ocre conteniendo cerusita, anglesita, hememorfita y cerargirita; se ha comprobado con obra minera que la oxidación profundiza hasta 200 m.

GÉNESIS

Por las características especiales de depositación este yacimiento es de origen metasomático de contacto asociado a hidrotermalismo formado a temperaturas entre los 400° a 800°C ó más altas según la clasificación de Lingren. (Figura No. 18).

POTENCIAL

En la zona Cerro de Las Minitas se encuentran tres chimeneas que son La Bocona, El Huizache y mina Piña, cuyos espesores oscilan entre 6 a 12 m con una longitud de 1,000 m y una profundidad de 325 m que presentan un potencial de 4'875,000 toneladas con una ley de 125 g/ton Ag, 1.5 a 2.7% combinado de plomo-zinc.

IV.A.11.- ZONA MINERA SIERRA DE LA SILLA

Esta zona minera se ubica en la provincia fisiográfica de Llanuras Altas y provincia metalogenética Pb-Zn-Ag, en el

municipio de Canatlán, la roca encajonante y basamento de la zona es la andesita de la Serie Volcánica Inferior de edad Eoceno Temprano a Tardío, por su génesis hidrotermal en su fase epitermal este depósito mineral se ubica en el modelo de yacimiento de sulfuración baja. (Figura No. 14)

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

El basamento de la zona y roca encajonante de la mineralización es andesita y brechas andesíticas del Paleoceno Tardio Eoceno Tardío, la cual se encuentra intrusionada por varios apófisis porfídicos de composición riolítica; suprayaciendo a las rocas anteriores se tienen a las riolitas, ignimbritas y tobas de la Serie Volcánica Superior de edad Oligoceno, y coronando a esta secuencia se tienen coladas de basalto de olivino, eruptadas por algunos conos volcánicos que se observan en la zona.

ANTECEDENTES

De esta zona minera no se cuenta con bibliografía de las antiguas operaciones mineras, pero dada su cercanía con el distrito minero de Avino se considera que el inicio de operaciones mineras fue simultáneo o más o menos en la misma década de 1900, teniendo su máximo movimiento minero en 1905 - 1907 y suspendidas las actividades en 1910 por causas de la revolución armada. En 1979 el Consejo de Recursos Minerales realizó un estudio geológico minero en el distrito concluyendo que la mineralización es de baja ley en vetas angostas y alto contenido de óxidos de manganeso.

ROCA ENCAJONANTE

La roca encajonante es la andesita y brecha andesitica de la secuencia volcánica inferior de edad Paleoceno Tardio Eoceno Tardío, aflorando en la porción media inferior de la Sierra de la Silla, de color café claro a morado, textura fanerítica, compacta, presentando grado de fracturamiento medio.

FORMA Y DIMENSIÓN

Las estructuras mineralizadas son de forma tabular tipo vetiforme y brechas de falla; el sistema mineralizado predominante es NE 35° - 70° SW, inclinación de 75° buzando al NW, el otro sistema es NW 25° - 75° SE, inclinación de 85° - 70°, buzando al NE y SW, espesores de 0.25 - 2.20 m, longitudes de 150 a 520 m. La principal veta es Linda Vista de rumbo N 75° W, inclinación de 70°, buzando al SW, espesor de 1.20 m y ley media de 300 g/ton Ag; 0.18% Pb; Mn 4.86%; F_2Ca 69.8%.

MINEROLOGÍA

Los minerales de mena en la zona son galena argentífera, escasa calcopirita, proustita y malaquita como minerales de ganga tenemos cuarzo, calcita, hematita, pirita, pirolusita y barita, hay vetas con alto contenido de pirolusita.

ALTERACIONES

Las alteraciones detectadas son la propilitización que afecta a la andesita y brechas andesiticas alterando las plagioclasas y los minerales máficos formando minerales como la clorita, epidota y pirita; y la oxidación en los respaldos de la estructura mineralizada y en la veta misma.

GÉNESIS

La mineralización en la zona minera consiste de estructuras vetiformes y brechas de falla; es de origen hidrotermal en su etapa epitermal y mesotermal del tipo de relleno de fisuras, que en general son muy angostas y de bajas leyes.

POTENCIAL

Se conocen 10 estructuras mineralizadas con una longitud de 150 a 500 m, un ancho de 0.24 a 1.20 m y una profundidad de 123 m que arrojan un potencial de 922,500 toneladas con una ley media de 0.21 a 0.96 g/ton Au, 14 a 400 g/ton Ag y 0.12 a 8% Pb.

ZONA MINERA CERRO COLORADO

La zona minera de Cerro Colorado se ubica en la provincia fisiográfica de la Mesa Central, provincia metalogénica de Mn y en el limite regional entre las rocas volcánicas de la formación Gamón al SW y al conglomerado de la formación Santa Inés o Los Llanos al NE. Esta zona comprende los prospectos Los Altares y Arroyo Colorado, cuya roca encajonante riolitas e ignimbritas de la formación Gamón de edad Oligoceno. (Figura No. 8 y 14).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

Regionalmente en la zona se detectó un sistema de fallas regionales de rumbo N 35° - 55° W, inclinación de 50° a 75°, buzando al NE, las cuales sirven de contacto geológico escalonado entre la secuencia de rocas riolíticas, brechas riolíticas y tobas riolíticas cubiertas por ignimbritas riolíticas masivas con zonas de ignimbritas brechoides, las cuales son afectadas por domo riolíticos y traquíticos de la formación Gamón de edad Oligoceno. Suprayaciendo discordantemente y al alto de la falla regional se ubica la formación Los Llanos o Santa Inés de edad Plioceno la cual consta de depósitos clásticos. La roca basal en la zona y subyacente a las rocas volcánicas de la formación Gamón, son las areniscas, lutitas, calizas arcillosas de la formación Baluarte del Cretácico Inferior.

ANTECEDENTES

El único estudio que se tiene conocimiento en esta zona minera es el de magnetometría aérea realizado por el C.R.M. en el año de 1980; no se tiene referencia de antiguas obras mineras.

ROCA ENCAJONANTE

La roca confinante de la mineralización de estaño y`plata-plomo en los prospectos Los Altares y Arroyo Colorado respectivamente son la riolita y toba riolítica de la Formación Gamón de edad Oligoceno, muy cercano al contacto geológico con los depósitos clásticos de la Formación Los Llanos

FORMA Y DIMENSIONES

La forma de los yacimientos minerales tanto en el prospecto Los Altares como en arroyo Colorado son tabulares del tipo veta y veta-falla, de rumbo N 35° E casi perpendicular al rumbo de las fallas regionales, inclinación de 75°, buzando al SE, espesor de 0.40 m y longitud de 60 m y ley de 0.21% Sn en Los Altares; y con rumbo de N 45° W, inclinación de 50° buzando al SW, espesor de 0.50 m, longitud de 500 m y ley de 0.18 g/ton Au, 2.0 g/ton Ag en arroyo Colorado.

MINERALOGÍA

La mineralogía consta de casiterita, limonita, hematita y cuarzo en Los Altares; cuarzo, malaquita, pirita, galena y calcita en arroyo Colorado, cabe recordar que estas vetas arman en las rocas volcánicas por lo cual sus valores son bajos y sus obras mineras muy someras.

ALTERACIONES

Las alteraciones más notables en Los Altares son la oxidación, caolinización y la silicificación; en arroyo Colorado existe una fuerte oxidación y silicificación en la toba riolítica.

GÉNESIS

La mineralización estanifera de Los Altares y la de sulfuros en arroyo Colorado que arman en rocas volcánicas de la formación Gamón, se consideran de origen hidrotermal en su etapa epitermal, cuya temperatura de formación son de 50°C a 200°C y presión baja.

POTENCIAL

En esta zona minera no se puede hablar de un potencial minero debido a que las vetas arman en la roca volcánica por lo que sus espesores son reducidos y sus leyes bajas las posibilidades serán a profundidad donde pasen a las andesitas.

REGIÓN MINERA DE DURANGO

Esta región minera se encuentra ubicada en la parte centro sur de la carta y se sitúa en los límites de las Provincias Fisiográficas de la Sierra Madre Occidental y Mesa central dentro de la Subprovincia de Llanuras Altas. En esta región se tiene al distrito minero de Cerro de Mercado, a la zona minera Santa Isabel de Batres y a la zona minera El Piojo.

IV.A.12.- DISTRITO MINERO CERRO DE MERCADO

Este distrito minero se ubica en la subprovincia fisiográfica de Altas Llanuras, en los límites con la subprovincia de la Altiplanicie, y en la provincia metalogenética de Sn-Fe; la roca encajonante de los depósitos ferríferos es el pórfido latítico - traquítico principalmente y su edad se considera del Oligoceno; por su génesis magmática este yacimiento se considera de inyección magmática asociada a hidrotermalismo por lo que se ubica en el modelo de yacimiento tipo Kiruna.

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

Las rocas que afloran en el distrito son volcánicas de composición riolítica conformadas por los Grupos Registro, Carpintero y Rio Chico, que forman la Sierra Madre Occidental, de edad Oligoceno, el Grupo Carpintero fue intrusionados por un pórfido de composición latítico con variación a traquítico en forma de apófisis diques, de rumbo N-S, esta intrusión provocó fallamiento y posterior al brechamiento en las rocas del Grupo Carpintero habiéndola mineralizado; sobreyaciendo a estas rocas tenemos a la formación Metates del Mioceno constituido por basalto de olivino. (Figura No. 15).

ANTECEDENTES

El yacimiento de fierro fue descubierto en

1552 por Gines Vázquez del Mercado, fundándose la cd. de Durango. En el año de 1828 se inicia la explotación de este yacimiento para abastecer la fundición de Ferrería; a partir del año de 1890 se ceden los lotes mineros a la Cía. Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S. A. la cual los explotó del año 1915 a 1955, año en que se mecanizan las actividades mineras, laborando hasta 1975, pasando las concesiones a SIDEMEX, la cual benefició mineral hasta el mes de junio de 1986, al cerrar Fundidora Monterrey. En 1994 se reinician actividades por el Grupo Acerero del Norte con una producción de 1 millón de toneladas de concentrados anuales, los cuales son enviados a fundición a la cd. de Monclova, Coah.

ROCA ENCAJONANTE

La roca encajonante a la mineralización de fierro es el pórfido latítico con variación a traquítico la cual intrusiona a ignimbritas brechoides de la Fm. El Aguila en el yacimiento de Cerro de Mercado, no así en los prospectos Santa Emilia, El Mulato, Peña Morada y Garabitos donde la roca confinante es toba riolítica e ignimbrita del Grupo Carpintero, en forma de vetas de bajo ángulo irregulares.

FORMA Y DIMENSIONES

La forma de los yacimientos de fierro en el distrito minero son: masivos e irregulares a tabulares a profundidad, masivos e irregulares a subhorizontales (mantos) y brechas irregulares a tabulares producto del tectonísmo, cuya relación de roca - mineral es de 1:1. Por ser cuerpos mineralizados de forma muy irregular, sus dimensiones por tanto también son muy irregulares existiendo cuatro cuerpos con dimensiones supuestas de 5.0 a 65 m de espesor, 300 a 750 m de longitud y 200 de profundidad conocida.

MINERALOGÍA

Los cuerpos mineralizados están constituidos en su mayoría por martita (pseudomorfo de la magnetita) que se presenta en forma de capas o masiva y en menor grado por hematita masiva; la martita ocurre en forma de cristales octaédrictos de 10 a 15 mm, de diámetro, las variedades porosas representan menos del 10% de la magnetita residual.

Los diques o vetas están constituidos principalmente por hematita y en menor proporción por martita; en las zonas de brechas y en los respaldos el mineral predominante es la magnetita pulverulenta de grano fino (cristales de 1 mm ó menos); los minerales de ganga principales son fluor-apatito, cuarzo, calcedonia, calcita, piroxenos (diópsido-hedenbergita) y sepiolitas.

La sucesión paragenética según el orden de depósito de la mineralización es:

Hedenbergita - Diópsido clorita
Epidota - Cuarzo
Cuarzo - Apatita
Magnetita - Calcita
Hematita - Yeso

ALTERACIONES

Las principales alteraciones en el Cerro de Mercado y áreas aledañas son: Silicificación, se localiza en las porciones superiores del pórfido y hacia su roca confinante donde se observa distribuida

irrregularmente; caolinización que afecta a los feldespatos potásicos, ocurre generalmente aislada, siendo más notoria en los cuerpos de fierro secundarios confinados en la ignimbrita; cloritización ocurre en los fragmentos de las brechas mineralizadas, los cuales son de aspecto arcilloso y color verdoso

GÉNESIS

El origen de la mineralización en el yacimiento del Cerro del Mercado desde hace décadas y hasta la fecha no se ha definido con exactitud debido a las diversas hipótesis pronunciadas por sus diversos autores. En la actual recopilación y actualización de información se pronuncia que el origen de la mineralización en este yacimiento es producto de la inyección magmática asociada a procesos hidrotermales, por lo que se considera a este yacimiento como del modelo de tipo kiruna. (Figura No. 18).

POTENCIAL

La producción del año de 1920 a 1986 fue de 3.7 millones de toneladas métricas; en 1994 se reinician actividades por el Grupo Acerero del Norte con una producción anual de 1.0 millón de toneladas de concentrado, producto del proceso de 3.0 millones de toneladas de mineral, el cual es enviado a fundición a Monclova, Coah, cuya ley es 60% Fe; a la fecha se tienen estimadas 28'000,000 toneladas de reservas minerales.

IV.A.13.- ZONA MINERA SANTA ISABEL DE BATRES

Esta zona minera se ubica en la subprovincia fisiográfica de la Altiplanicie pertenece a la provincia Sierra Madre Occidental, y a su vez en la provincia metalogénica de Sn-Fe, dentro del municipio de Durango; la roca encajonante son tobas, brechas riolíticas e ignimbritas del Grupo Carpintero, así como ignimbritas y tobas rioliticas del Grupo Rio Chico de la Serie Volcánica Superior del Oligoceno; el origen de la mineralización estanífera se considera de tipo neumatolítico.

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

La roca más antigua en la zona son las unidades del Grupo Carpintero, que están íntimamente relacionadas con la caldera de Chupaderos, constituidas por ignimbritas, ignimbritas brechoides, derrames traquíticos y riolíticos, ignimbritas vitreocristalinas, brechas tobáceas y tobas, cuyo espesor es de 780 m, estas unidades están intrusionadas por pórfidos traquíticos y latíticos, de edad Oligoceno Medio a Superior; suprayaciendo discordantemente al grupo anterior se tiene a la secuencia de ignimbritas vitreocristalinas con fragmentos pumicíticos que se encuentran cubiertos por el basalto Caleras al que coronan ignimbritas, flujo de cenizas, tobas riolíticas e ignimbritas vitreocristalinas pobremente soldadas, de espesor de 620 m constituyente del Grupo Rio Chico de edad Oligoceno Superior; siendo en estos Grupos donde se alojó la mineralización de estaño. (Figura No. 15).

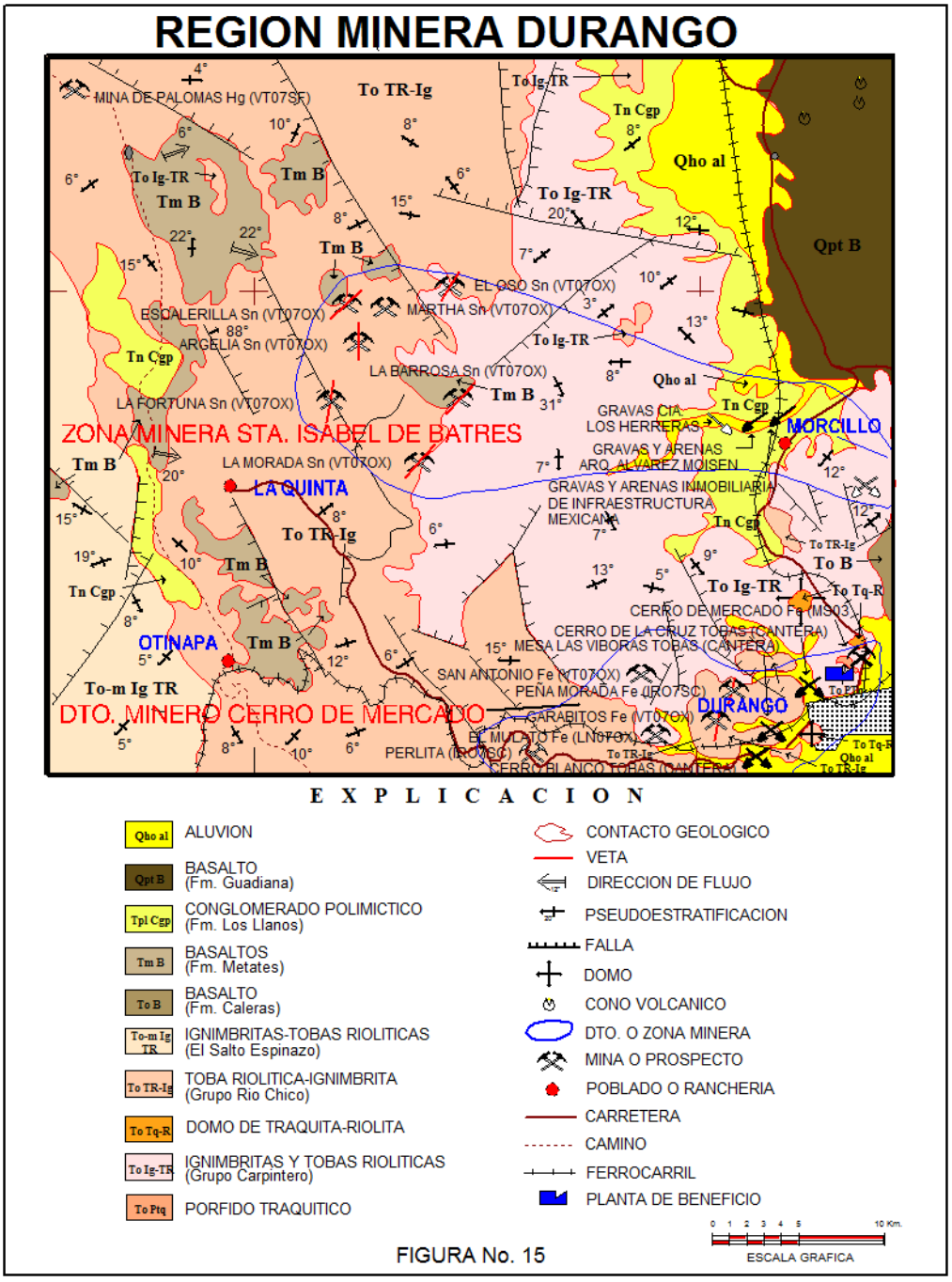


FIGURA No. 15

ANTECEDENTES

La región estanífera de Santa Isabel de Batres se comenzó a explotar en el año de 1881 por la Compañía Durango Tin Mining, de San Luis Missouri, explotando la mina El Diablo; hacia 1910 se dice trabajó en la zona una Compañía Inglesa que beneficiaba los minerales de placer por medio de concentración gravimétrica, posterior a estos trabajos en la zona solo hubo pepena a nivel gambusinaje. Por el año de 1950 una compañía americana volvió a trabajar la mina El Diablo, instalando una planta concentradora gravimétrica; en 1954 esta compañía

traspasó sus pertenencias al Sr. Tomás Moore que las explotó en pequeña escala hasta 1957.

A principios del año de 1990 el Consejo de Recursos Minerales evaluó la zona estanífera de Santa Isabel de Batres, en la cual recomiendan desaguar y rehabilitar las obras mineras a profundidad para una mejor evaluación.

ROCA ENCAJONANTE

La roca encajonante son tobas riolíticas e ignimbritas y brechas de los Grupos Carpintero y Rio Chico, de la Serie Volcánica Superior del Oligoceno Superior, de color gris blanquesino a pardo rojizo, de textura piroclástica, su mineralogía es cuarzo, feldespatos, biotita y magnetita y sus minerales secundarios arcillas, hematita y limonita.

FORMA Y DIMENSIONES

Las estructuras mineralizadas son de forma tabular del tipo brechas; el principal sistema con rumbo N 23° a 38° E, inclinación de 72° a 85°, buzando al NW, espesor de 0.40 a 0.90 m, longitud de 60 a 225 m; siendo las principales estructuras y sus leyes, El Diablo 0.21% Sn; La Fortuna 0.21% Sn; La Martha 0.35% Sn y La Barrosa 0.22% Sn.

MINERALOGÍA

La mineralización en toda la zona minera corresponde a casiterita asociada a óxidos de hierro, haciendo referencia que posiblemente las menas corresponden a casiterita neumatolítica o como estannina hidrotermal; depositadas sobre los planos de falla tanto al alto como al bajo. Dichas brechas mineralizadas están cementadas por cuarzo en su variedad calcedonia, estando muy oxidada como resultado de la alteración del fierro especular.

ALTERACIONES

Las alteraciones en las rocas volcánicas que se tienen en la zona minera son la oxidación debido a la alteración de los ferromagnesianos; caolinización por la alteración de los feldespatos, además de la silicificación en las ignimbritas.

GÉNESIS

La mineralización estanífera de Santa María de Batres está alojada en brechas y fisuras; se considera de origen hidrotermal en su fase epitermal, cuya precipitación estanífera se debe a la pérdida de presión y temperatura de los gases, cuyas temperaturas de formación son 50°C a los 200°C.

POTENCIAL

En esta zona minera no se puede hablar de un potencial debido a que la mayoría de las minas se encuentran inundadas o necesitan acondicionamiento en las partes profundas para realizar el muestreo que determinara si son de rendimiento económico.

IV.A.14.- ZONA MINERA EL PIOJO

Esta zona minera se ubica en la subprovincia fisiográfica de la Altiplanicie con Valles la cual se caracteriza por presentar extensas llanuras separadas por Sierras aisladas de rumbo NW - SE, y en la provincia metalogenética de Pb - Zn - Ag, y en la porción NE del Valle del Guadiana en la Sierra de La Pila; la roca encajonante de la mineralización es una aureola metamórfica formada por

hornfels, cuarcitas, filitas, esquistos calcáreos y brechas de cizallamiento del Cretácico Inferior, así como el stock pórfido riodacítico; este yacimiento se considera de origen pirometasomático asociado a hidrotermalismo. (Figura No. 18).

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

Las rocas basales en la zona es una secuencia rítmica de areniscas y lutitas las cuales hacia la cima cambian a caliza en estratos delgados con intercalaciones de limonitas, esta unidad se correlaciona con la formacion Mezcalera del Jurásico Superior - Cretácico Inferior; intrusionando, alterando y originando una aureola de metamorfismo se tiene un stock pórfido riodacítico y diques angulares andesíticos y dacíticos, dicha zona de metamorfismo está constituida por horfels, cuarcitas, filitas, esquistos calcáreos y brechas de cizallamiento, así como skarns en áreas muy locales, las cuales se consideran confinantes de la mineralización al igual que el stock pórfido riodacítico; sobreyaciendo discordantemente a la formación Mezcalera se tiene una secuencia de rocas volcánicas riolíticas, la cual consiste en su base de brechas riolíticas y tobas riolíticas, ignimbritas masivas, tobas líticas aglomeráticas con vitrófidos, de edad Oligoceno. (Figura No. 16).

ANTECEDENTES

El cerro de El Piojo o cerro de La Pila se empezó a explorar y explotar en el año de 1948 por pequeños mineros en la busqueda de antimonio, habiéndose trabajado esporádicamente hasta la actualidad sin llegar a producir mineral económico. El primer reporte técnico que se tiene es el de Lynos en 1975 que menciona una secuencia de calizas y lutitas alteradas en la base del cerro de La Pila; en 1976 el Consejo de Recursos Minerales menciona la presencia de intrusiones riodacíticas y riolíticas asociadas a mineralización de antimonio, zinc, plomo, plata y cobre.

ROCA ENCAJONANTE

La roca confinante de la mineralización en la zona son las rocas metamórficas, producto de la intrusión pórfido riodacítico en la secuencia de areniscas, lutitas y calizas finamente estratificadas, correlacionables con las formaciones Mezcalera del Cretácico Inferior; dichas rocas se presentan en forma de una aureola constituida por hornfels, cuarcitas, filitas, esquistos calcáreos y brechas de cizallamiento y skarn; así como el pórfido riodacítico.

FORMA Y DIMENSIONES

La forma de las estructuras mineralizadas en este yacimiento son stockwork y diseminados en el intrusivo pórfido riodacítico, así como reemplazamiento y fallas de cizallamiento en la aureola metamórfica; las dimensiones de la veta La Victoria y la franja mineralizada metamórfica son; en la veta espesor de 0.62 m, longitud de 215 m, profundidad de 44.0 m y ley media en óxidos - sulfuros de 6 a 16 g/ton Ag; 0.30 - 0.02% Pb; 4.0 - 7.7% Sb; en la franja metamórfica espesor de 29.6 m, longitud de 230 m; profundidad de 0.55 m y ley de 6.0 g/ton Ag, 0.15% Pb; 0.03% Cu; 0.47% Zn.



FIGURA No. 16

MINERALOGÍA

Los minerales observados dentro del pórfido en forma diseminada son trazas de magnetita, hematita, arsenopirita y pirrotita, en las vetillas pirrotita y argentita, en las brechas de cizallamiento se observaron los siguientes minerales: pirrotita, pirita y marmatita; detectándose además 10 p.p.m. de tierras raras como son: rutilo, esfena, zircón, parisita e ilmenita. Finalmente dentro de los esquistos calcáreos y areniscas silicificadas tenemos pirrotita, pirita y trazas de marmatita, así como estibinita.

ALTERACIONES

Las alteraciones observadas en este yacimiento son la silicificación caolinita y motmorillonita y argilización en el pórfido riodacítico y sus respaldos acompañados de algo de oxidación; en la aureola de metamorfismo se detectó recristalización, silicificación y en todo el conjunto está presente la piritización; por lo que no se descarta que este yacimiento sea de volumen en base a su diseminación, de baja ley asociada a pórfidos riodacíticos.

GÉNESIS

El origen del yacimiento se considera pirometasomático asociado a hidrotermalismo conteniendo minerales de la fase hipotermal (300°C a 500°C) en el stock riodacítico y minerales de la fase epitermal en las rocas metamórficas con temperaturas de formación de 50°C a 200°C y presiones bajas. En el presente estudio se considera como depósito de tipo skarn y posiblemente dentro del modelo de baja sulfidación. (Figura No. 18).

POTENCIAL

En la aureola metamórfica se tienen valores de Zn del 9.66% a una profundidad de 7.0 a 14.5 m y espesor de 1.38 m; y en la veta La Victoria hay valores de Sb del 4.0 y 7.7% a una profundidad de 20 a 40 m y espesor de 0.62 m. Es por eso que se perforaron 8 barrenos de diamante para conocer la continuidad de la mineralización y estructuras a profundidad (25 a 45 m); además se realizó exploración geoquímica y geofísica.

Los resultados son poco alentadores basado en los análisis de 5 barrenos de diamante, cuyos rangos de mineralización diseminada en la aureola metamórfica son: 0.0 a 0.06 g/ton Au; 4.0 a 9.0 g/ton Ag; 0.01 a 0.18% Pb; 0.03 a 0.27% Zn. En el Barreno No. 1 la veta La Victoria de 0.0 a 61.50 m cortó rangos de 0.1 a 0.4 Au; además de que fue impactada a una profundidad de 23.0 m con un espesor 2.22 m y ley de 0.03 g/ton Au; 20 g/ton Ag; 0.23% Pb; 3.54% Zn; además de que a 113.23 a 114 m se cortó un espesor de 0.50 m de esquisto calcáreo con diseminación de 7.6 gr/ton Au, viéndose que a profundidad hay posibilidades.

El potencial calculado para la veta La Victoria y la franja metamórfica con mineralización diseminada es 950,763 toneladas con las leyes antes mencionadas.

REGIÓN MINERA DE CUENCAMÉ

La región minera de Cuencamé se localiza en la parte centro noreste de la carta y se ubica fisiográficamente en la Provincia de la Mesa Central. Esta región comprende la zona minera de Peñón Blanco.

IV.A.15.- ZONA MINERA DE PEÑÓN BLANCO

Esta zona minera se localiza en la provincia fisiográfica de la Mesa Central y en la provincia metalogénica Pb-Zn-Ag, dentro del municipio de Peñón Blanco; la roca encajonante de la mineralización son las areniscas y lutitas de la formación Mezcalera, calizas de la formación Cuesta del Cura y el intrusivo granítico, de edades Jurásico Superior Cretácico Inferior y Oligoceno; por su génesis este yacimiento se considera hidrotermal en su fase mesotermal y en

el modelo de yacimiento Tipo Carlín.

AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

Las rocas más antiguas en la zona son la secuencia rítmica de tipo flysh constituida por areniscas y lutitas, las cuales hacia la cima cambian a capas de caliza en estratos delgados a medianos con intercalaciones de limolitas y escasas bandas de pedernal, en las cuales se observa mineralización diseminada, constituyente de la formación Mezcalera del Jurásico Superior Cretácico Inferior a esta formación se le considera un cambio lateral de facies de cuenca terrígena a carbonatada con la formación Baluarte; suprayaciendo discordantemente por cabalgadura de la formación Mezcalera están las calizas ondulantes consistentes de mudstone a wackstone dispuestos en capas delgadas a medianas con intervalos arcillosos de estructura laminar, así como bandas y nódulos de pedernal, de color grisáceo en sus diferentes tonalidades, constituyentes de lafFormación Cuesta del Cura del Cretácico Inferior; suprayaciendo por discordancia angular y erosional a la formación Mezcalera, tenemos al conglomerado polimíctico de la formación Ahuichila cuyos fragmentos subangulosos a subredondeados con fragmentos de caliza, arenisca, granito y escasas rocas volcánicas del tamaño de güijas (6.5 - 25.5 m), con cementante calcáreo y matríz arcillosa de color rojizo en bancos masivos y estratificados, con un espesor de 70 m del Terciario Oligoceno.

Intrusionando a las rocas anteriores se tiene el stock granítico - granodiorítico de estructura compacta, textura fanerítica, cuyos minerales son feldespatos potásico, plagioclasa, cuarzo y biotita, cerca del contacto con la roca encajonante se manifiesta metasomatismo produciendo skarn de granate y wollastonita que son silicatos cálcicos y temperatura de formación es de 400°C a 600° C y baja presión. (Figura No. 17).

ANTECEDENTES

Esta zona minera forma parte en su porción NW de la Sierra de Yerbanís en la cual se han realizado varios estudios estratigráficos principalmente como son: Geología de las Montañas que bordean el Valle de Acatita, Kelly,W. A. (1936); Resúmen de la Geología de las Hojas Nazas y Cuencamé, Dgo, De la Vega,S. E. (1963-1968) .

Estudio Geológico de Reconocimiento de la Región de Peñón blanco, Dgo. Roldan, Q. J. (1969); Estudio Geológico Minero del área del Intrusivo del Orito, Acatita, Dgo., López, M. J. (1980).

En lo referente a la actividad minera se desconoce sus antecedentes y en campo solo se detectaron pequeñas obras de exploración como catas, zanjeos y pozos de reducidas dimensiones, aunque cabe señalar que hacia la porción SW de la Sierra de Yerbanis fuera de la carta, se tiene la región minera del Orito.

ROCA ENCAJONANTE

La roca encajonante es la secuencia rítmica tipo flysh constituída por areniscas, lutitas y calizas arcillosas de la formación Mezcalera; también las calizas ondulantes de estratificación delgada a mediana de la formación Cuesta del Cura, en las cercanías y contacto con el intrusivo con finas vetillas y fracturas mineralizantes; el stock granítico también

es confinante de la mineralización en las inmediaciones con las calizas, conteniendo vetas de hematita y vetillas de cuarzo, calcita y wollastonita.

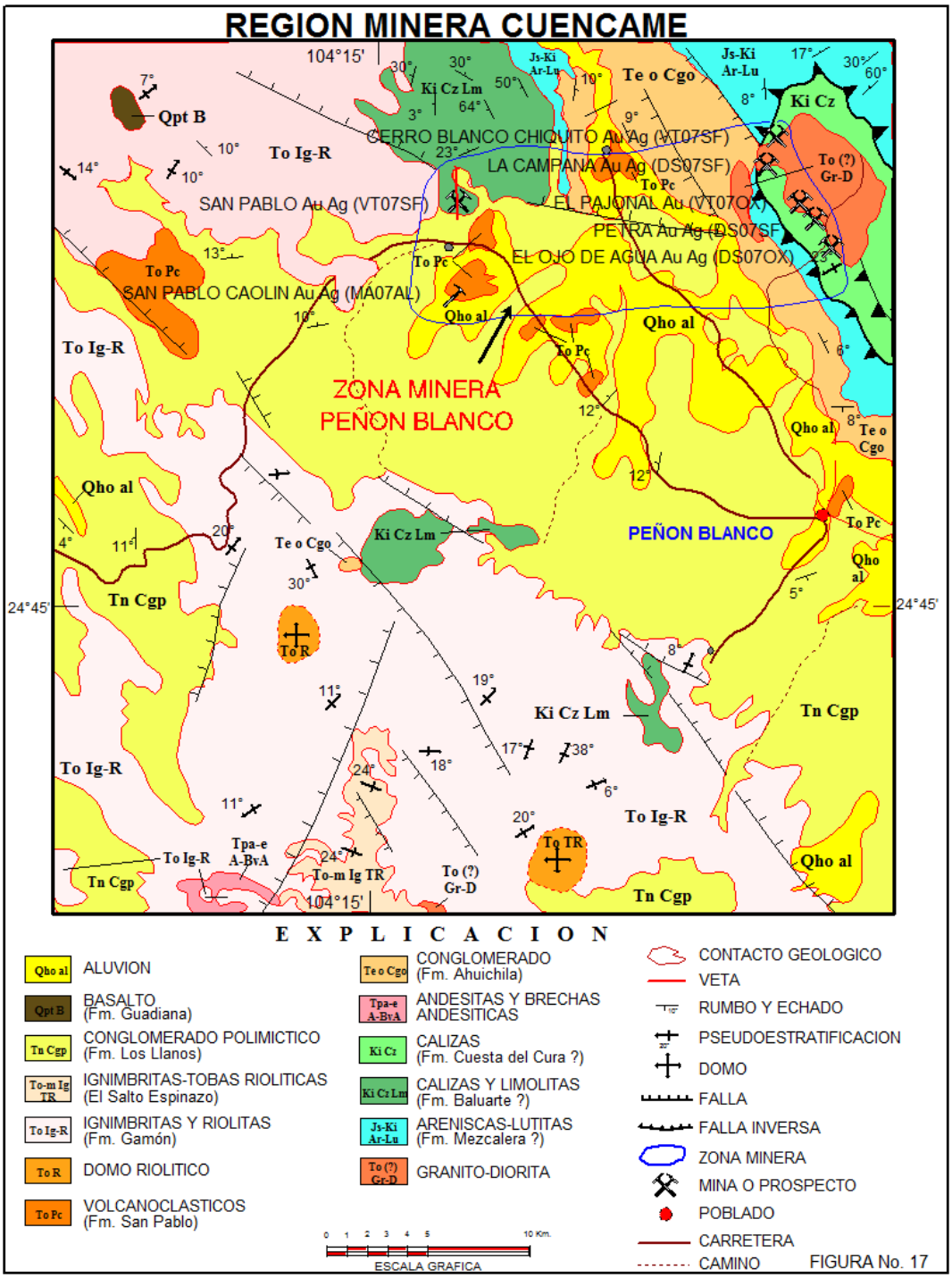


FIGURA No. 17

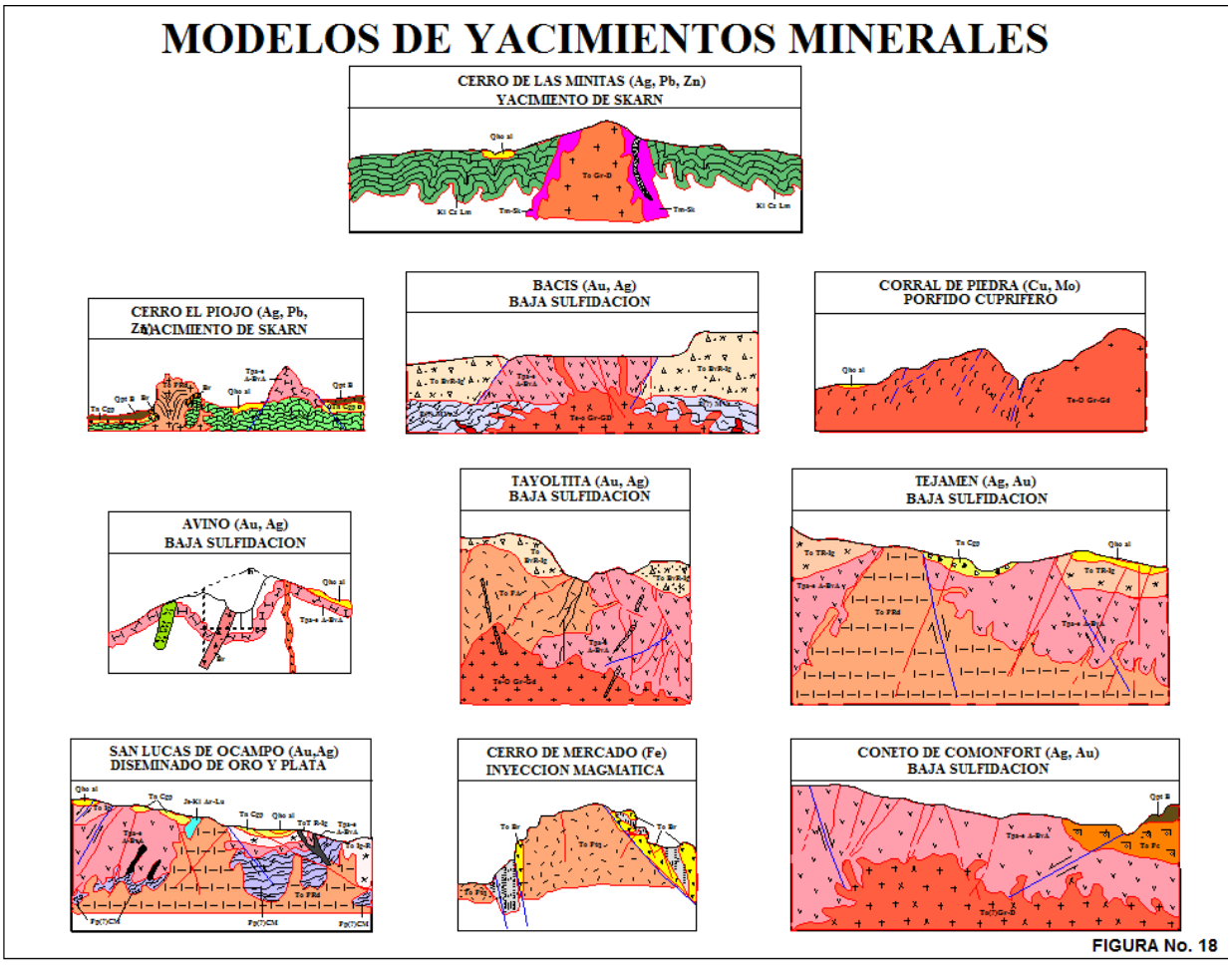


FIGURA No. 18

FORMA Y DIMENSIONES

La principal forma de mineralización detectada es la diseminación en la secuencia areniscas, lutitas y calizas arcillosas de la formación Mezcalera, que por estar cabalgando a la formación Cuesta del Cura, se observa muy deformada, razón por la cual sus dimensiones donde se tomó el muestreo son muy irregulares pero se estima que cubren una área de 1 km² por 30 m de espesor y ley de 0.12 g/ton Au; 6 g/ton Ag; 0.005% Pb; 0.02% Cu; 0.006% Zn; (Cañón Petra) las otras estructuras detectadas son de forma tabular tipo vetas, vetillas y fracturas en el intrusivo y mineralización de hierro en veta de rumbo N 64° E, inclinación de 60°, buzando al SE y dimensiones de 1.0 m de ancho, 170 m de longitud y 20 m de profundidad; las vetillas e hilillos tanto en el intrusivo como en las calizas de la formación Cuesta del Cura son muy irregulares tanto estructural como en sus contenidos minerales.

MINERALOGÍA

Las principales especies mineralógicas son malaquita, azurita, galena argentífera, oro libre en ganga de cuarzo, limonita, hematita y especularita; en las vetas, vetillas e hilillos se tienen hematita, limonita, cuarzo, calcita, pirita, calcopirita, casiterita y wollastonita.

ALTERACIONES

Las alteraciones en la secuencia tipo flysh son la silicificación y la piritización y algo de oxidación, en el intrusivo se observa oxidación superficialmente y silicificación en roca fresca, en las calizas se detectó silicificación y argilización con algo de oxidación.

GÉNESIS

El origen de la mineralización se considera hidrotermal en su fase mesotermal, ya que en esta zona de metasomatismo se obsevan skarn de wollastonita que son silicatos cálcicos de la facie del hornfles de horblenda, cuya temperatura de formación es de 400°C a 600°C y presión baja.

POTENCIAL

En la secuencia rítmica de areniscas, lutitas y calizas arcillosas tipo flysh de la formación Mezcalera que se presenta muy deformada, razón por la cual no se ha definido su espesor, se detectó mineralización diseminada en una área de 1 km² y espesor de 30 m por lo que se podría estimar un volumen de 30 millones de m^3 con una ley de 0.12 g/ton Au; 6 g/ton Ag; 0.005% Pb; 0.002% Cu; 0.06% Zn.

IV.B.- YACIMIENTOS MINERALES NO METALICOS

Los depósitos de minerales no-metálicos que tienen más perspectivas de explotarse a corto plazo en la carta Durango son: calcita de La Plazuela, granito en la región de Peñón Blanco, perlita en San Diego de Alcalá y cerro El Temascal; basalto de la localidad de Carlos Real y Tuitán; caolín en San Pablo y La Esperanza; y los que pueden incrementar su explotación como la toba riolítica (cantera) y los materiales pétreos (arena - grava). Esta carta no abarca los yacimientos de bentonita y mármol en los cuales Durango ocupa el primer lugar a nivel nacional.

Prospecto de Calcita.- Este prospecto se ubica a 30 km al sur de Santiago Papasquiaro y consta de varias estructuras tabulares a masivas e irregulares en superficie, rumbo de N 12° W, inclinación de 53°, buzando al SE, espesor de 5.0 m, longitud de 150 m y elevación de 20 m; la roca encajonante es limolita vulcanoclástica y su origen aunque no está bien definido se considera hidrotermal - epitermal. La calcita se aprecia pura con algo de óxidos, y brechada. Se cubicaron 100,000 m^3 en el estudio regional, por lo que fácilmente se duplicaría este volúmen con un estudio a detalle.

Prospecto de Granito.- El prospecto se ubica a 20 km al N de la cabecera municipal de Peñón Blanco y consta de un intrusivo de composición granítica y textura holocristalina hipidiomórfica de grano medio de 4.5 km de diámetro, el cual se observa muy alterado (Deleznable) superficialmente dando lugar a concentraciones de arenas ricas en cuarzo, ortoclaza, microclina y biotita, las cuales alguna vez fueron explotadas; respecto a la explotación por roca dimensionable (pisos y losetas), las muestras analizadas fueron de buena calidad por sus especificaciones como: resistencia a la compresión kg/cm² 928.20, resistencia al intemperismo km/cm² 1154.22, peso específico 2.6, densidad g/cm² 2.59, módulo de ruptura kg/cm² 70.37. Se cubicaron 270 millones de m^3 previo al descapote de la explotación.

Prospecto de Perlita.- Se ubica a 80 km al N 54° W de la cd. de Durango y consta de un derrame de perlita en el flanco interior superior de una supuesta caldera volcánica semicircular cuya roca encajonante es la toba riolitica e gnimbrita del Grupo Rio Chico. Por ser este un estudio regional y dado el interés que se ha tenido últimamente por los yacimientos de perlita, se propone evaluar este prospecto y explorar los bordes de la supuesta caldera volcánica. Existe otro prospecto de perlita en el cerro El Temascal el cual se localiza a 18 km al S 83° W de la cd. de Durango y consta de un depósito de perlita de rumbo N 83° W, inclinación de 21°, buzando al NE, tiene un espesor de 200 m y una longitud de 400 m, está contenido en la toba riolítica e ignimbritas del Grupo Rio Chico.

Prospecto de Basalto.- Durango cuenta con dos grandes bancos de materiales, de basalto con una excelente infraestructura, debido a la cercanía con la cd. capital (20 y 40 km); su acceso se realiza por carretera y ferrocarril. Dichos depósitos son Carlos Real con una superficie de 570 km² y Tuitán en una área de 600 km²; el uso del basalto podría ser como revestimiento de carreteras y terracerías, mampostería, pisos y losetas para fachadas y agregados para cemento.

Prospecto de Caolín.- Este prospecto está cerca de la población de San Pablo; se ubica a 21 km al N 60° W de la población de Peñón Blanco y consta de un depósito de caolín de rumbo N 16° W con inclinación de 10° al NE, dimensiones de 3.0 m de espesor y longitud de 100 m, confinado en las areniscas vulcanoclásticas y tobas riolíticas de la Formación San Pablo, constando su mineralización de caolinita y dikita.

A 20 km al N 10° W de la población de Ignacio Ramírez se localiza un yacimiento de caolín que fue explotado y que se conoce como mina La Esperanza. Consiste de un tajo abierto, actualmente abandonado cuyas dimensiones son 100 m de longitud por 70 m de ancho por 50 m de profundidad; la roca encajonante es una riolita alterada.

Bancos de Toba riolítica (cantera).- La cd. de Durango se ubica en el límite oriental de la sierra Madre Occidental constituida por roca volcánica, la que cubre un 70% de la superficie de la carta; por lo que son inumerables las canteras donde se extrae y procesa toba riolítica, siendo las más importantes la Presa del Hielo y Garabitos, en tobas riolíticas e ignimbritas de las Formaciones Tapias y El Saltito que pertenecen al Grupo Rio Chico.

Depósitos de Materiales Pétreos (arena y grava). Los principales bancos de arena y grava que proveen a la cd. de Durango se ubican en Chupaderos, distante 15 km al norte; las compañías que explotan estos bancos son Inmobiliaria de Infraestructura, Arq. A. alvarez Moyzen y Cía. Los Herrera, con una explotación diaria de 700 m^3 y 300 m^3 respectivamente y la última en etapa de preparación.

En Abraham González también se explota arena y grava en pequeña escala.

V.- MODELOS DE YACIMIENTOS

Las técnicas modernas de exploración minera van acompañadas con el desarrollo de modelos de yacimientos los cuales son apoyados con las características de yacimientos conocidos y sus análogos, con la descripción de los procesos formacionales que dieron origen a estas características y con los criterios de diagnóstico ante la presencia del depósito mineral; para lo cual es imprescindible contar con la información geológico - minera y de laboratorio petrográficos, mineragráficos y de oclusiones fluídas de cada mina y ubicar éstas en el tipo de modelo de yacimientos que le corresponda, lo que trae consigo en ocasiones no disponer de esa información y proceder a clasificar los yacimientos de acuerdo a sus características más evidentes como en sus alteraciones y asociaciones mineralógicas.

TIPOS DE YACIMIENTO

La clasificación de los yacimientos minerales de la carta son definidos como de baja sulfidación, pórfidos cupríferos, diseminados, depósitos de skarn y yacimiento de inyección magmática tipo kiruna, considerando en cada uno de ellos las características geológicas de la roca mineralizada; la tectónica, mineralogía, alteraciones y características genéticas como es el caso de Tayoltita y Cerro de Mercado. (Figura No. 18).

YACIMIENTOS EPITERMALES DE BAJA Y ALTA SULFIDACION.-

Este tipo de yacimiento son de oro y plata; tienen la característica esencial de estar asociados con minerales de cuarzo - adularia - sericita; como roca encajonante, se tienen andesitas y brechas andesíticas, están relacionados a fallas o fracturas y a intrusivos de composición granítica y granodiorita; se consideran como de edad Terciaria.

El ejemplo más representativo de estos depósitos se tiene al yacimiento de Tayoltita que fue definido por Smith, et al (1982); constituido por la paragénesis siguiente. Según el orden de depósito de la mineralización es cuarzo, clorita, adularia, rodonita, albita, calcita, pirita, magnetita, galena, esfalerita, calcopirita, argentita, polibacita, jalpaíta, electrum, plata nativa y zeolitas.

En el presente trabajo se consideran dentro de esta misma clasificación a los depósitos minerales de Bacís, Tejámen, Coneto de Comonfort y Ratia, ya que tienen algunas características geológicas y estructurales similares, pero no se cuenta con estudios de inclusiones fluidas y mineragráficos. El modelo del yacimiento del depósito mineral de Avino es de Alta Sulfidación (Hot Spring).

YACIMIENTOS DE PÓRFIDO CUPRIFERO.-

Corral de Piedra.- Este tipo de yacimiento es de cobre y molibdeno y se localiza al oriente de Tayoltita, cerca del límite con Sinaloa y consiste de un yacimiento de forma de stockwork dentro de una granodiorita que dio origen a mineralización de molibdeno y cobre. Las alteraciones son cuarzosericita y feldespato potásico.

YACIMIENTOS DISEMINADOS DE ORO Y PLATA.-

En la carta se conocen dos tipos de depósitos diseminados de oro y plata de gran volumen y baja ley que son: San Agustín de Ocampo y Atotonilco.

En San Agustín de Ocampo la mineralización se presenta en vetas formando un stockwork diseminado y están asociadas a un domo de pórfido dacítico y a fallas regionales, la roca encajonante son andesitas del Eoceno cubiertas por riolítas del Oligoceno.

El yacimiento de Atotonilco similar al de San Agustín de Ocampo, con la diferencia de que no se observa la roca andesítica encajonante por estar cubierta por la riolíta, pero si la secuencia de lutitas, areniscas y calizas de la Fm. Mezcalera del Jurásico Superior Cretácico Inferior intrusionadas por un cuerpo subvolcánico de composición pórfido dacítico.

YACIMIENTOS DE SKARN

Este tipo de yacimiento son de plata, plomo y zinc, como ejemplo de ellos se tienen a los depósitos de Las Minitas y Cerro del Piojo.

El modelo geológico de Las Minitas se caracteriza por la presencia de calizas y limolitas de la formación Mezcalera - Baluarte (?) del Jurásico Superior del Cretácico Inferior y fueron intrusionadas por el cuerpo plutónico de tipo monzonítico del Oligoceno formando una zona de skarn en donde se concentra la mineralización de plata, plomo, zinc y oro en forma de chimeneas. Los minerales de mena asociados son galena, argentita, tetrahedrita, esfalerita y calcopirita y los minerales de alteración son grosularita, andradita, wollastonita, epidota, magnetíta, hematita, sericita y limonita.

El depósito del Cerro El Piojo, contiene mineralización de plata, plomo y antimonio en areniscas; a profundidad se incrementan los valores de oro asociadas a un intrusivo subvolcánico de tipo pórfido riodacítico que dio origen a la mineralización y que formó una aureola de skarn.

Es probable que los yacimientos de Minitas y Cerro del Piojo sean de tipo epitermal de alta sulfidación por estar relacionados a grabens en donde se tienen zonas geotermales y fallas regionales, así como la relación litológica de calizas, areniscas, riolítas y basaltos.

YACIMIENTOS DE INYECCIÓN MAGMÁTICA.-

El depósito de fierro de Cerro de Mercado se clasifica de acuerdo a su origen como de inyección magmática, en base a la presencia de stockwork y diques observados por arriba y abajo del cuerpo tabular subhorizontal, lo que con ello representa el proceso de reemplazamiento asociado con la inyección y su relación con la Caldera de Chupaderos. Existe otro cuerpo mineralizado en forma de brecha y está relacionado a tectonísmo.

Freitsch (1978), definió que este Depósito pertenece al modelo del yacimiento tipo kiruna en Suencia, debido a que presenta características mineralógicas y estructurales similares como:

a) Asociación mineralógica de magnetita - apatita con cuarzo, en este yacimiento y en kiruna skarn.

b) Asociación de cuerpos masivos y brechas hidrotermales producto de tectonismo

c) La roca encajonante es volcánica y subvolcánica.

El estudio paragenético de acuerdo al orden del depósito de los minerales es:

Hedenbergita - Diópsido Clorita

Epidota----------Cuarzo

Cuarzo----------Apatita

Magnetita----------Calcita

Hematita----------Yeso

VI.- ASPECTOS ECONÓMICOS

VI.1.- INFRAESTRUCTURA GEOLÓGICO – MINERA

Los distritos mineros de Tayoltita, Gavilanes, Bacís, Coneto de Comonfort, Avino y Cerro de Mercado cuentan cada uno con su respectiva planta de beneficio de minerales metálicos, con excepción de Gavilanes y Bacís, en donde se tienen las plantas de Contraestaca, Duraznito y La Prieta, respectivamente.

Los distritos mineros de Tejámen y Cerro de Minitas a la fecha no se ha instalado planta por estar inactivos.

Las unidades mineras de Tayoltita, Gavilanes y Bacís, tienen comunicación terrestre con la carretera Durango - Mazatlán y con la ruta del ferrocarril de la cd. de Durango - El Salto. Las minas de Coneto de Comonfort, Avino y Cerro de Mercado están bien comunicadas por carretera pavimentada y por ferrocarril, también el último Distrito.

La red ferroviaria pasa a unos cuantos kilómetros de distancia de los Distritos de Tejámen, Coneto de Comonfort y Avino.

El distrito minero de San Lucas de Ocampo y las zonas mineras de Cerro Las Minitas, Sierra de la Silla, Cerro Colorado, Peñón Blanco y El Piojo disponen de buenas vías de comunicación caminera.

En las unidades mineras de Tayoltita, Gavilanes y Bacís es común usar como medio de transporte rápido, vuelos aéreos con avionetas de Durango o Mazatlán a este lugar en donde se tienen aeropistas.

Además de los servicios de transportación en cada uno de los distritos se tienen los servicios públicos como energía eléctrica, suministro de agua, teléfono y correos.

VI.2.- MINAS EN EXPLOTACIÓN

Los distritos mineros que actualmente se encuentran en operación son Tayoltita, Bacís, Avino y Cerro de Mercado. Los distritos mineros de Coneto de Comonfort y San Lucas de Ocampo próximamente entrarán en producción.

DISTRITO MINERO DE TAYOLTITA.-

Las minas activas de este distrito son Tayoltita, Santa Rita y Castellana, pertenecientes a la Cía. Minera Minas de San Luis, localizadas en la proximidad de la población de Tayoltita; y en las que se produce oro y plata.

Las vetas que se explotan son La Arana, Capetillo, San Rafael, Cinco Señores,

Escondida, San Luis, Veta 219, Frontera, Candelaria, Culebra y Cedral. Próxima a Contraestaca está la unidad San Antonio que se abastece de mineral de las minas Candelaria, Castellana, Contraestaca, San Vicente, San Antonio y Guadalupe; la mina Noche Buena y Minitas están en rehabilitación. El sistema de explotación es tumbe sobre carga y tumbe sobre relleno de tepetate.

La producción actual en Tayoltita es de 650 toneladas metálicas por día con una ley media de 310 g/ton Ag y 2.5 g/ton Au; que se benefician mediante el sistema de cianuración por contracorriente con recuperaciones del 95 y 96%.

El producto final son barras de plata doreé con peso bruto de 32.2 kg.

Henshaw (1953), realizó una estimación de la producción total de las minas en el distrito de San Dimas considerando 140 millones de onzas de plata y 2.80 millones de onzas de oro por lo que el potencial minero del distrito es de importancia económica como queda demostrado por el gran número de estructuras mineralizadas.

DISTRITO MINERO DE BACIS.-

La unidad minera que actualmente se encuentra en producción es la mina El Herrero por oro y plata que pertenece a la Compañía Minera de Bacís.

La planta metalúrgica tiene una capacidad de producción mineral de 1400 t/día y el método utilizado es el proceso de flotación bulk beneficiando Au, Ag, Pb y Zn.

Los sistemas de explotación emplazados es tumbe sobre carga y corte y relleno.

El potencial minero en el distrito es de interés, ya que se tiene la presencia de las vetas El Real, Los Tajos, Veta 14160 y 14180 que expresan un sistema paralelo de estructuras mineralizadas. Las rocas andesíticas es otro banco de exploración para la localización de otros yacimientos minerales, en la zona.

Otra unidad minera localizada en la zona es la mina La Prieta, en donde se tiene una planta concentradora actualmente abandonada.

Esta unidad minera pertenece a la Compañía Minera Romer, S. A. y con esta fecha se encuentra en rehabilitación de obras mineras.

Los servicios públicos de comunicación más importantes en la zona es teléfono, carretera de terracería de Coyotes a Bacís, una pista de aterrizaje en Cardos, cerca de San José de Bacís y también se dispone de energía eléctrica en la población antes citada.

DISTRITO MINERO DE AVINO

La mina en operación de este distrito es la Brecha Avino, explotada a Tajo Abierto que cuenta con una planta de beneficio donde se procesan 1,050 ton/día por el método de flotación tipo bulk, beneficia minerales de plata, oro y cobre con cabezas de 155 g/ton Ag; 0.09 g/ton Au; 1% Pb y 0.14% Cu.

La unidad minera es propiedad de la Compañía Minera Mexicana de Avino, S. A.

La veta Aguila Mexicana está por iniciar la explotación; se han localizado las estructuras mineralizadas San Jorge -

Santiago, San Gonzálo, La Huizache, Potosina y Yolanda que aumentan el potencial geológico minero de la zona.

Los servicios públicos y las vías de comunicación en este distrito son excelentes, ya que cuenta con carretera pavimentada.

DISTRITO MINERO CERRO DE MERCADO

Corresponde a una mina de hierro magnético explotada por el método a cielo abierto mediante bancos de 10 metros de altura. Pertenece al Grupo Acerero del Norte.

El yacimiento está conformado por los cuerpos conocidos como Conejo, Marmaja, Mesa de Torres, Central, Oriente y Pirul.

Las leyes de la mineralización varían de 40% Fe para la brecha a 60% Fe para el mineral masivo. Se tiene a la fecha una estimación de reservas potenciales que arroja un monto de 28,000,000 de toneladas.

El mineral es procesado mediante 2 plantas de beneficio; una de preconcentrados y otra de concentración gravimétrica y magnética y de flotación en donde se tiene una producción de 6,800 toneladas por día.

La explotación de la mina tiene un movimiento de mineral de 3,000,000 toneladas anuales, 1,800,000 de ellas se alimenta a la planta concentradora para producir 1,000,000 de toneladas de concentrado con leyes de 64% de hierro.

La producción de concentrados y trozo es vendida a Altos Hornos de México y las arcillas ferrosas a Cementos de Chihuahua, S. A. y Cementos Apasco, S. A.

Los distritos mineros inactivos en la actualidad son: Gavilanes, Mina La Prieta en Bacís, Tejámen, Coneto de Comonfort y Cerro Minitas; Gavilanes y La Prieta contienen oro y plata; Tejámen, Coneto de Comonfort y Cerro de Las Minitas son principalmente de plata, oro, plomo y zinc. Las plantas de beneficio inactivas que corresponde a las minas antes mencionadas son Gavilanes con 100 ton/día que procesa Au, Ag y Pb por el método de cianuración; La Prieta cuenta con 150 ton/día beneficia Au, ag, Pb por flotación; Coneto de Comonfort de 200 ton/día y beneficia Au, Ag, Pb y Zn por flotación. Cerros Blancos procesa 20 ton/día de Au, Ag, Pb y Zn por el método de flotación y El Duraznito con 40 ton/día de donde se obtienen los minerales de Au, Ag por flotación.

Las minas activas de los yacimientos minerales no metálicos se localizan en áreas adyacentes a la cd. de Durango en donde se explotan bancos de tobas riolíticas que son utilizadas como cantera para la construcción de ornamentación que se cortan y pulen en talleres de la cd. de Durango. Existe una planta de rocas dimensionables en donde es tratada la caliza para obtener mármol por la empresa Marmoles Muguiro, S. A. localizada en la cd. de Durango.

Se localizan varios bancos de materiales como gravas y arenas en lugares cercanos a las poblaciones de Morcillo y Abraham González los cuales son usados para construcción.

VI.3.- ZONAS PROSPECTIVAS

En la carta Durango se definieron nueve zonas de interés geológico minero tomando en consideración las características geológicas de cada zona, aspectos tectónicos asociados, manifestaciones de mineralización y densidad de prospectos presentes, así como alteraciones hidrotermales relacionadas a cada yacimiento. (Figura No. 19).

ZONA TAYOLTITA.- Presenta un total de 31 vetas, de las cuales las más importantes son: Arana - Cedral, con una longitud de 800 m. y un espesor de 1.00 m, tiene un desarrollo explotado de 1,000 m, la roca huésped es andesita y granito; las alteraciones hidrotermales presentes en nueve áreas son propilitización, oxidación, silicificación, sericitización y argilización.

ZONA BACIS-OTAEZ.- Cuenta con 31 prospectos mineros de los cuales la veta El Herrero y mina La Prieta son las más importantes contando El Herrero con 2,500 m. de longitud y un espesor variable de 1.39 a 12 m. con un desarrollo de 2,400 m. de profundidad y con ley media de 2 g/ton Au y 400 g/ton Ag y la mina La Prieta con 0.30 g/ton Au y 484 gr/ton Ag en un espesor de 1.00 m.

La roca favorable para la mineralización es la andesita y cuerpos de monzonitas y las alteraciones hidrotermales son propilitización, oxidación y cloritización.

ZONA RATIA TEJAMEN.- En esta zona se reconocieron un total de 37 estructuras mineralizadas con diferentes direcciones; 13 en Tejámen y 7 en Ratia, las principales estructuras de Tejámen son Cerro Prieto, Nevárez y El Durazno y en Ratia son pozo rebaje, Lila 2 y 3. La veta Nevárez en Tejámen tiene una longitud de 700 m y un espesor de 1.08 m con ley de 0.6 g/ton Au, 207 g/ton Ag, 1.34% Pb y 1% Zn; en Ratia las tres estructuras mineralizadas tienen una longitud que oscila de 550 a 1200 m con un espesor promedio de 1.43 m. En Tejámen se tiene un desarrollo de explotación de 98 m de profundidad, las alteraciones son oxidación, silicificación y cloritización.

ZONA CONETO DE COMONFORT.- Se tienen 12 estructuras mineralizadas, una de las más importantes es El Sauce con 600 m de longitud 1.60 m de espesor y una ley de 4 g/ton Au y 387 g/ton Ag. Tiene un desarrollo de 250 m y la roca encajonante es andesita, las alteraciones hidrotermales son propilitización; caolinización y argilización.

ZONA SAN AGUSTIN DE OCAMPO.- Existen dos domos dacíticos con mineralización de oro y plata en stockwork y diseminados. El domo de San Agustín de Ocampo mide 4 km. de diámetro con valores puntuales de barrenos en 47 m de espesor de 2.06 g/ton Au y 30 g/ton Ag en óxidos y con 50 m, 4.21 g/ton Au y 46.6 g/ton Ag en sulfuros.

En Atotonilco existen alteraciones hidrotermales de silicificación y sericitización en una área de 3.6 km²; la ley de una de las vetas (Cairo) dio 1.1 g/ton Au y 39 g/ton Ag. En el domo del arroyo Los Pastores existen 4 prospectos mineros en una área aproximada de 1 km² en donde se tienen leyes de 0.2 g/ton Au y 6 g/ton Ag. La roca encajonante son esquistos y andesitas.
Las alteraciones hidrotermales son oxidación, silicificación y propilitización.

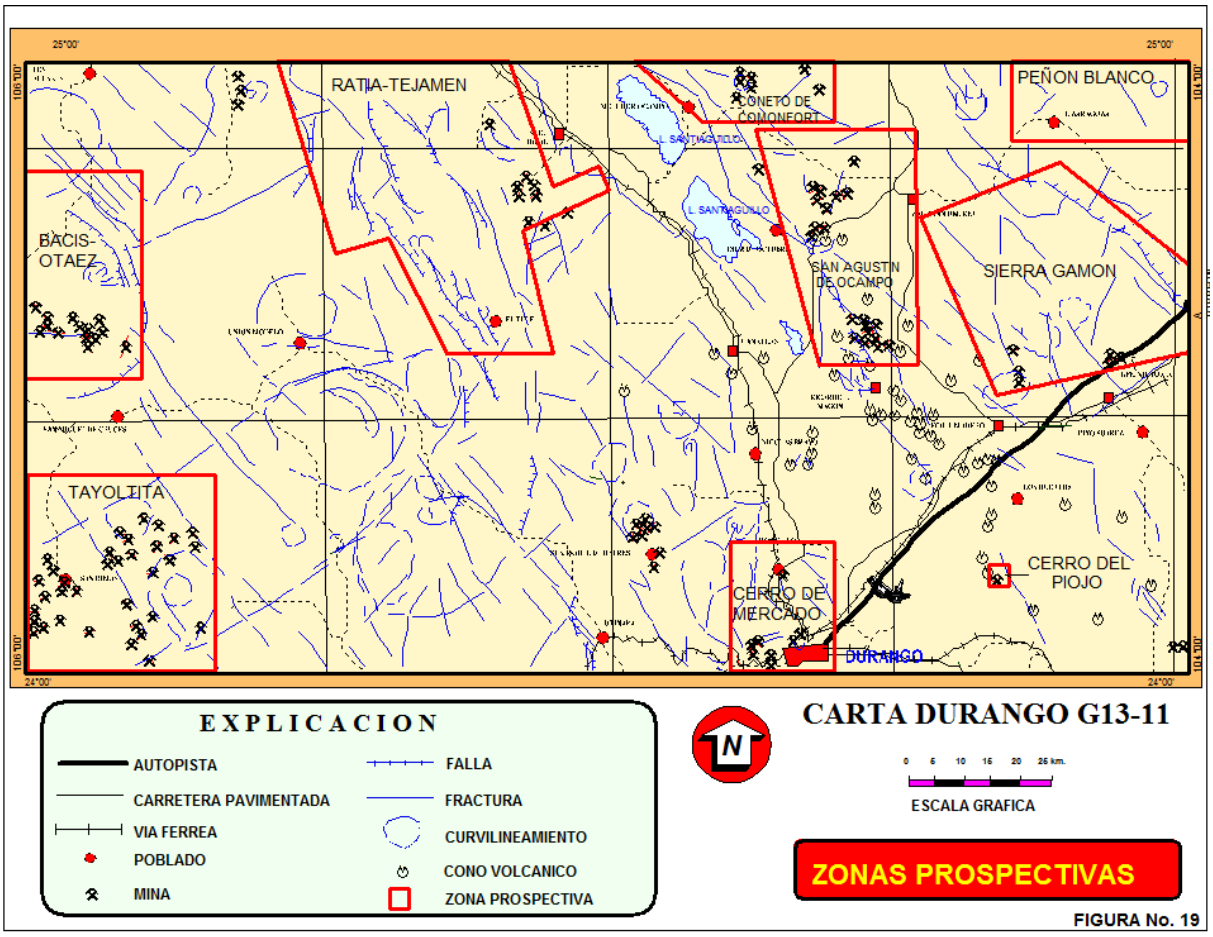


FIGURA No. 19

ZONA SIERRA GAMON.- Comprende 21 prospectos mineros dentro de la cual se encuentra La Brecha Avino y cerro de Las Minitas. La Brecha Avino es la más importante con una longitud de 4 km y 8 m de ancho, explotada a tajo abierto en una longitud de 1.2 km. La roca encajonante es andesita.

En el cerro de Las Minitas existen tres chimeneas, La Bocona, El Huizache y mina Piña, cuyos espesores oscilan entre 6 a 12 m con leyes de 125 g/ton Ag a una profundidad de 325 m y en plomo - zinc de 1.5 a 2.72%. También existen 9 estructuras vetiformes que varían de 0.30 a 1.5 m de espesor en calizas y lutitas.

Las alteraciones hidrotermales son propilítica, silicificación y caolinización.

ZONA DE PEÑÓN BLANCO.- En esta zona existe una cabalgadura con mineralización diseminada en calizas principalmente en una área aproximada de 1 km² localizada a 3 km al NE 45° SW del rancho El Porvenir. En esta zona se tienen 5 prospectos mineros que son Cerro Blanco Chiquito, La Campana, Pajonal, Petra y Ojo de Agua con indicios de oro y plata reconocidos. Las alteraciones hidrotermales son silicificación y oxidación.

La ley media de 9 muestras de esquirla son 0.077 g/ton Au y 3.6 g/ton Ag.

ZONA CERRO DE MERCADO.- Se tienen 5 cuerpos mineralizados de hierro

cuyos nombres son Tajo Abierto, Santa Emilia, Peña Morada, Garabitos y San Antonio. Las dimensiones de los cuerpos varían hasta de 200 m de largo y 150 m de ancho con una profundidad de desarrollo de 150 m de ancho con una profundidad de desarrollo de 150 m. La roca encajonante es la brecha hematizada alterada por efecto del tectonismo del pórfido latítico y traquítico. La ley media es 46.5% Fe 12.2% de $Si0_2$, 3% S y 0.8% P. Las alteraciones hidrotermales son argilización, oxidación y cloritización.

ZONA CERRO DEL PIOJO.- Existe una veta falla brechada conocida como La Victoria con rumbo NE 50° SW y echados de 66° al NW, reconocida superficialmente en 200 m con espesor de 0.66 m y explotada a una profundidad de 40 m. La ley media de 20 muestras es 13.75 g/ton Ag, 0.27% Pb y 5% Sb.
La roca encajonante son areniscas y calizas.
También se determinó que existe en esta zona, mineralización diseminada en areniscas y calizas, así como en el pórfido riodacítico. La ley media de 12 muestras de esquirla de roca es 11.15 g/ton Ag, 0.20% Pb, 1.20% Zn, 0.03% Cu y 0.14% Sb.
El Barreno No. 1 del intervalo de 0.0 m a 61.50 m cortó rangos de 0.1 a 0.4 g/ton Au; además a 113.23 a 114 m se cortó un espesor de 0.50 m de esquisto calcáreo con diseminación de 7.6 g/ton Au.

Prospecto de Basalto.- Durango cuenca con dos grandes bancos de material, de basalto con una excelente infraestructura, debido a la cercanía con la cd. Capital (20 y 40 km); su acceso se realiza por carretera y ferrocarril. Dichos depósitos son Carlos Real con una superficie de 570 km² y Tuitán en una área de 600 km²; el uso del basalto podría ser como revestimiento de carreteras y terracerías, mampostería, pisos y losetas para fachadas y agregados para cemento.

VII GEOQUÍMICA

El método de exploración geoquímica que se utilizó en el presente trabajo, fue el de sedimentos activos de arroyo (limos y arcillas), considerado como el método indirecto más eficaz, rápido y económico para estudios de reconocimiento regional y para definir áreas anómalas susceptibles de indicar un yacimiento o estar relacionadas a algún cuerpo mineralizado.

VII.1.- MUESTREO

El muestreo geoquímico regional de sedimentos de arroyo fue programado con una densidad de muestreo, de una muestra cada 54.5 km² en la carta topográfica Durango, Esc. 1:250,000 del INEGI que cubre una superficie de 22,437 km². La metodología para la ubicación de las muestras en el mapa y su recolección en el terreno consistió básicamente en lo siguiente:

a) En base al drenaje existente del área se ubicaron las muestras geoquímicas con la densidad previamente establecida, habiéndose programado 412 muestras de sedimentos de arroyo con número consecutivo (Figura No. 20).

b) La recolección de las muestras consistió básicamente en la toma de limos y arcillas del cauce activo que

contiene los sedimentos de las últimas avenidas considerándose un radio de 50 m². aguas arriba y abajo del arroyo de la ubicación de la muestra; estas muestras se tamizaron a una malla -80 y se guardaron en bolsas de papel kraft con su respectiva clave, así como se marcó el lugar donde se tomó la muestra. Igualmente se describieron las formaciones geológicas y se tomaron datos estructurales, llenándose con esto una ficha geoquímica para cada muestra. Ver fichas geoquímicas en el anexo.

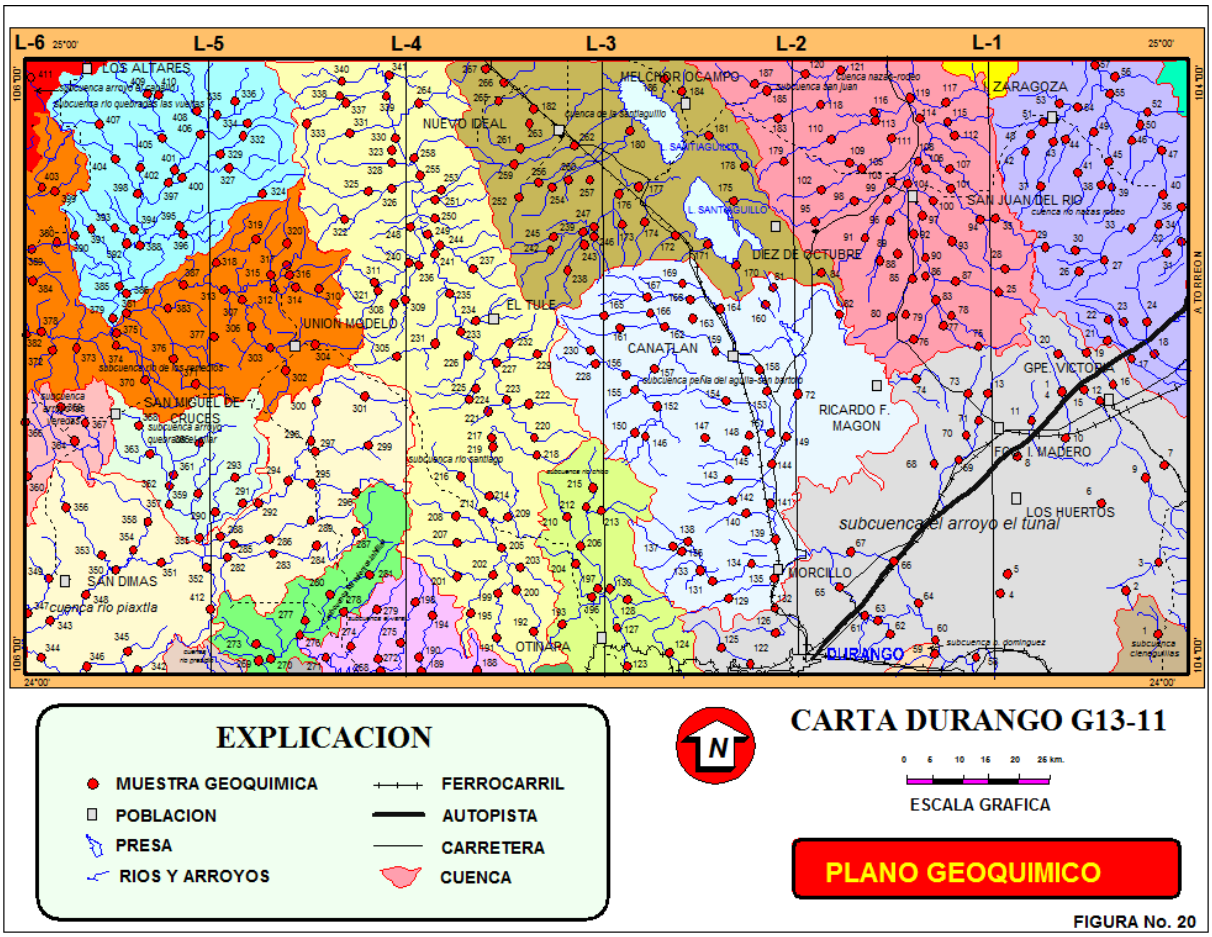


FIGURA No. 20

VII.2.- ANÁLISIS

Las muestras así obtenidas en campo se mandaron a analizar al laboratorio del Centro Experimental Oaxaca del Consejo de Recursos Minerales, por los siguientes 31 elementos: Al, Sb, As, Ba, Be, Bi, Cd, Ca, Co, Cu, Cr, Se, Sn, Sr, Fe, P, Mg, Mn, Mo, Ni, Au, Ag, Pb, K, Se, Na, Tl, Te, U, W y Zn; habiéndo sido

analizados por el método analítico de Emisión de Plasma. Los resultados del muestreo se encuentran en tomo anexo.

VII.3.- INTERPRETACIÓN

La interpretación de los resultados geoquímicos se realizó con el programa de Percentiles.

Los análisis químicos se trataron estadísticamente de acuerdo a la siguiente secuencia:

a) Captura de los resultados químicos para la base de datos del programa.
b) Análisis de frecuencias para establecer el rango y hallar el máximo, la mediana y el mínimo.
c) Se calcula la frecuencia acumulativa y la frecuencia acumulada en por ciento, ésto relacionado a la cantidad total de muestras o sea 412 muestras que es el 100%. En algunos elementos fue necesario eliminar algunos valores altos, para efectos de cálculo únicamente, repitiendo la operación tantas veces como fue necesario hasta lograr que la desviación standard correspondiera aproximadamente a 1/2 de la media.
d) Se elabora la gráfica de frecuencia acumulativa; el punto más bajo se toma como " 0 " y el máximo es el 100%; se hace una división de la curva en frecuencia relativa del 10%, 25%, 50%, 75%, 90% y 100% y se referencia el eje " X ".
e) Con el programa geoquímico utilizado se obtuvieron los Percentiles para los 31 elementos analizados, correspondientes al 10%, 25%, 50%, 75%, 90% y 95%, considerándose como valores anómalos altos del 91% al valor máximo, valores anómalos bajos del 75% al 90%, como mediana al 50% y como background del 10% al 50%.

VII.4.- RESULTADOS Y DESCRIPCIÓN DE ZONAS ANÓMALAS.

Considerando los valores anómalos resultantes y las características de trazadores geoquímicos entre sí, se elegieron los siguientes diez elementos: Sb, As, Sn, Mn, Mo, Au, Ag, Pb, U y Zn; se delimitaron zonas anómalas altas y bajas obteniéndose los siguientes resultados: (Figura No. 21).

a) El Antimonio presenta valores anómalos mayores de 1.30 ppm manifestándose una gran anomalía en toda la porción NE de la carta, dentro de las subcuencas San Juan y Nazas - Rodeo, existiendo anomalías altas aisladas de pequeñas dimensiones en una franja con orientación NW - SE con valores mayores de 4.38 ppm que están relacionadas a zonas mineras como son Coneto de Comonfort, San Agustín de Ocampo, Atotonilco, San José de Avino e Ignacio Zaragoza; existen otras anomalías también relacionadas a las zonas mineras de Tejámen, Ratia, Bacís y Tayoltita, manteniéndose el background en toda el área de la carta. Este elemento es trazador de Au, Ag, Pb, Zn y Cu.

b) El Arsénico presenta valores anómalos a partir de 8.92 ppm manifestándose principalmente en toda la porción NE de la carta con orientación, NW - SE, concentrándose los valores anómalos altos en forma amplia en las localidades de San Lucas de Ocampo - El Pípila y en Peñón Blanco, así como pequeñas

concentraciones en los contornos de la Sierra de Gamón, asociadas también a zonas mineras como Coneto de Comofort - El Pípila - San Lucas de

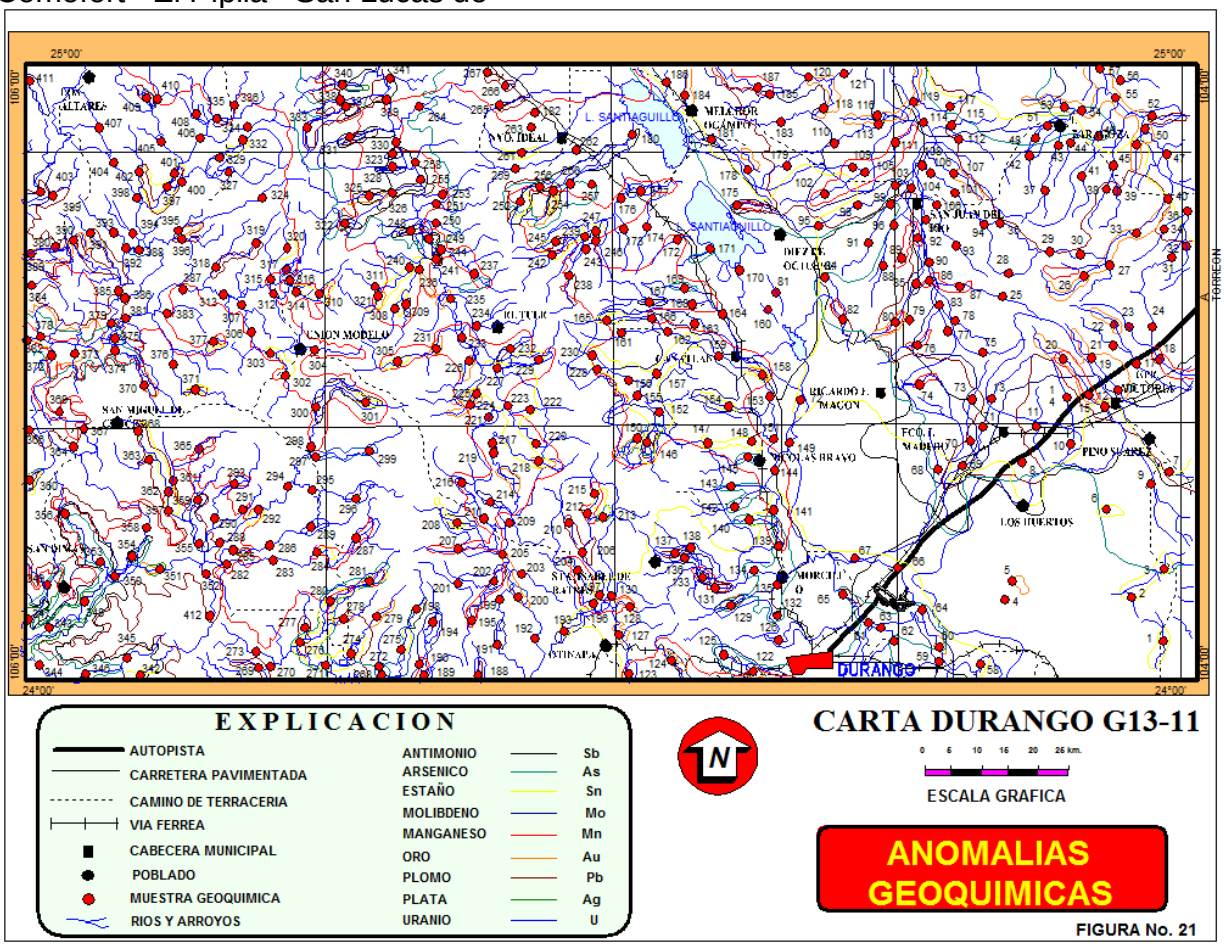


FIGURA No. 21

Ocampo, San José de Avino e Ignacio Zaragoza. En la porción Norte de la Subcuenca Rio Santiago (Graben Rio Santiago) existen otra gran concentración de valores anómalos con dimensiones de 30 km x 20 km con orientación NW - SE que tienen relación con las zonas mineras de Ratia y El Papantón, así como en el distrito minero de Tejámen; existen anomalías de menores dimensiones en las zonas de Bacís, Tayoltita, Cd. De Durango y pequeñas manifestaciones esparcidas en el centro de la carta en la secuencia volcánica superior. Este elemento es trazador de Au, pero tiene relación con el Antimonio, ya que las zonas anómalas son similares.

c) El Estaño presenta valores anómalos a partir de 1.21 ppm, manifestándose ampliamente en toda la porción NE de la carta (4,000 km²), concentrándose los valores anómalos altos en las localidades de Coneto de Comonfort y en la falda Oeste de la Sierra de Gamón. Otra gran zona anómala se presenta en los contornos de la ciudad de Durango con dimensiones de aproximadamente,

1500 km², así como otras anomalías de menores dimensiones distribuidas en toda la porción occidental de la carta principalmente en la Sierra El Epazote y en el graben Rio Chico compuestos por la secuencia volcánica superior. En la porción NE de la carta, este elemento tiene estrecha relación con el Sb y As, pues los valores anómalos conforman la misma anomalía.

d) El Manganeso tiene valores anómalos a partir de 607.52 ppm conformando grandes anomalías sobre la falda NE de la Sierra El Epazote, a lo largo del graben Rio Chico - Rio Santiago y en las porciones NW y SW de la carta, así como pequeñas anomalías esparcidas en toda la porción NE. Este elemento es trazador de Au, Ag, Pb, Zn y Cu.

e) El Molibdeno presenta valores anómalos a partir de 1.16 ppm conformando una gran anomalía en toda la porción NE de la carta de aproximadamente 2,000 km² y otras de menores dimensiones en la porción central y sobre el Rio Piaxtla, existiendo concentraciones de valores anómalos altos en la porción central de la Sierra El Epazote y sobre el Rio Los Remedios. Este elemento es trazador de Cu, W, Sn, Pb y Zn.

f) El Oro tiene valores anómalos a partir de 0.006 ppm y presenta pequeñas anomalías aisladas y esparcidas en toda el área de la carta presentando mayor concentración sobre el graben Rio Chico - Rio Santiago y en la porción NE de la carta. Este elemento es trazador de As, Ag, Sb y Hg.

g) La Plata se manifiesta muy pobremente debido a que el 90% de las muestras reportaron valores idénticos haciendo difícil definir los valores anómalos; las anomalías presentes son pequeñas y se localizan sobre el Rio Piaxtla, Rio Los Remedios, Ratia y Coneto de Comonfort, siendo los valores anómalos a partir de 1.21 ppm. Este elemento es trazador de Au, Pb, Zn, Cu, Sb y Mg.

h) El Plomo presenta valores anómalos desde 26.16 ppm manifestándoseampliamente en las porciones NE, SW y límite centro - occidental de la carta, existiendo concentración de valores anómalos altos relacionados a distritos mineros como Coneto de Comonfort, San José de Avino y Cerro de Minas en la porción NE, Tayoltita en la porción SW y San José de Bacís, Cerros Blancos y La Trinidad en la porción centro - occidental; existen pequeñas anomalías esparcidas en toda la porción occidental de la carta. Este elemento es trazador de Ag, Fe, Zn, Cu y Sb, aunque también tiene relación con el As y Mo presentando anomalías similares principalmente en las porciones NE y SW de la carta.

i) El Uranio presenta valores anómalos desde 3.49 ppm. conformando anomalías de 25 km. y 40 km. de longitud sobre el graben Rio Chico, y una gran anomalía de aproximadamente 3,000 km² que abarca parte de las porciones central y NE de la carta, concentrándose los valores anómalos altos en los contornos de la Sierra de Gamón, así como al NE de la Laguna de Santiaguillo; existen anomalías pequeñas distribuidas en toda la porción occidental de la carta. Este elemento es trazador deAs, P, Se,

Pb, Cu, Co, Ag y Au, aunque en la porción NE de la carta tiene relación con el Sn y Sb.

j) El Zinc presenta valores anómalos a partir de 83.42 ppm conformando dos anomalías de importancia localizadas sobre el Rio Piaxtla y sobre el Rio Los Remedios, ambas ligadas a zonas mineras de importancia como son Tayoltita y San José de Bacís, respectivamente; existen otras anomalías pequeñas distribuidas en toda el área de la carta. Este elemento es trazador de Cu, Pb, Ag, Au, Sb y As.

VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los dominios geológicos estudiados que integran la Carta Durango corresponde a la parte centro - sur del Estado donde se han reconocido los terrenos Estratotectónicos como lo son: El Terreno Parral; constituido por micaesquistos y calcoesquistos localizados en el arroyo de Medrano en San Lucas de Ocampo, el cual fue definido por Garduño y Zaldívar (1983) y posteriormente fue propuesto por Coney at. al (en prensa) con datación radiométrica de K/Ar dando una edad de 251 ± 20 m.a. que lo sitúan en el Permico Medio.

En la región de Bacís sobre el rio Los Remedios y arroyo Las Truchas se reconoció una secuencia vulcano-sedimentaria que probablemente pertenezca al Terreno Guerrero (?) representada por pizarras, filitas, microconglomerados con fragmentos de pizarras, filitas e intercalaciones de volcánicos andesíticos; los cuales por similitud litológica se correlacionan con la unidad de San José de Gracia del norte de Sinaloa de edad Paleozoico Superior (Malpica, 1974).

En San Lucas de Ocampo cubre a la secuencia metamórfica del Terreno Parral un flych terrigeno de lutitas y areniscas el cual hacia la cima se hace más carbonatado debido a la presencia de calizas en estratos delgados a medianos con intercalaciones de limolitas y bandas de pedernal que pertenecen a las Formaciones Mezcalera y Baluarte del Jurásico Superior Cretácico Inferior; el cual está presente dentro del Terreno Parral y Terreno Sierra Madre; a este último pertenecen estas unidades; aunque en la sierra de Yerbaniz se tiene a la Plataforma Mar Mexicano (Terreno Coahuila), representado por la Formación Cuesta del Cura, que está constituida por calizas y limolitas con nódulos y bandas de pedernal con fósiles del Albiano al Cenomaniano, (De la Vega, 1968).

Las andesitas y brechas andesíticas sobreyacen discordantemente a las formaciones Cretácicas y pertenecen al Conjunto Petrotectónico Cananea, según Garduño y Zaldivar (1982) y que está relacionado al Arco Volcánico Laramidico de la Costa Oeste de México (Campiano - Eoceno de 80 a 50 m.a.); se reconocieron espesores de 250 m. a 700 m. en la región de Altiplanicie y en la Meseta Lávica Riolítica en la región de Barrancas, respectivamente; con datación de 38.8 m.a. en San Lucas de Ocampo (Damon, 1975) y fuera de la carta sobre la carretera Durango - Mazatlán con 52 m.a. (McDowell y Clabaugh, 1976) con una edad de Eoceno Temprano a Tardio, representando al conjunto Petrotectónico Ahuichila post Laramídico cubriendo discordantemente a la secuencia

andesítica se depositó en la región de Tayoltita el Conglomerado con fragmentos de riolita y andesita de la Formación Las Palmas (Davison, 1932, Henshaw, 1953 y Smith y Hall, 1974) y en la región de Peñón Blanco el Conglomerado Ahuichila constituido por fragmentos de calizas, areniscas, lutitas ocasionalmente granito en una matríz arcillosa y cementante calcáreo.

Dentro de este conjunto también se incluyen las capas rojas continentales que consisten de brechas, tobas, areniscas y limolitas de tonalidad rojiza (según Clark y otros, 1977) en Peñón Blanco cubren a la Formación Ahuichila areniscas con intercalaciones de tobas hibridas y conglomerados con calcedonia de la Formación San Pablo; la edad de estas unidades va Eoceno Superior al Oligoceno Temprano.

Intrusionan a las unidades antes descritas en Tayoltita granitos con variaciones a granodiorita; y en Bacís; granito a monzonitas que forman parte del Batolito de Sinaloa con dataciones en Tayoltita de 48.2, 42.8 y 37.9 ± 1.8 m.a. (Henry 1971), Damon 1977 en Gavilanes 30.5 ± 0.6 m.a. Eoceno Tardio - Oligoceno Temprano (Damon 1977), que pertenecen al Conjunto Petrotectónico Cananea (Garduño y Zaldivar 1982) más tarde Coney et. al (en prensa) lo utiliza en sentido más amplio para determinar rocas del arco volcánico Laramidico en la Costa Oeste de México.

En la porción centro y oriente de la hoja en el distrito minero de Avino y las zonas mineras de Minitas y Peñón Blanco se tiene monzonitas; en la sierra de Gamón, apófisis de diorita y en Peñón Blanco; el granito de Cerro Blanco el cual es afectado por otro granito más joven en su parte noroeste la edad de estos intrusivos es más jóven debido a sus relaciones estratigráficas ya que intrusiona a la Formación Ahuichila del Eoceno Tardio - Oligoceno Temprano por lo cual se consideran del Oligoceno Temprano a Tardio, estos cuerpos intrusivos están afectados por diques andesíticos dacíticos, riolíticos y latíticos.

Coronando a las unidades de roca antes descritas se tiene la secuencia volcánica superior cuya distribución es amplia ocupan un 60% de la Carta Durango y pertenecen Conjunto Petrotectónico Tarahumara (Garduño y Zaldivar, 1982) y que representan la evolución de un Arco Magmático de borde continental en el Occidente de México durante el Terciario Medio, formando grandes mesetas donde se han diferenciado dos unidades distintas (McDowell y Leizer, 1974) la más antigua se presenta en las inmediaciones de Durango y está representada por los Grupos Registro, Carpintero y Rio Chico; El Grupo Registro es la base de la secuencia riolítica, fue reconocida al SW a 35 km de la cd. de Durango y al Oeste de microondas Nevería consiste de ignimbritas vitreocristalinas con grandes cavidades de pómez y espesores de 150 a 230 m; fue datada por Swanson, (1974) con el método K/Ar dando 31.3 m.a. que la sitúa en el Oligoceno Medio. Cubriendo al Grupo Registro se tiene al Grupo Carpintero que está íntimamente relacionado a la Caldera de Chupaderos; estando constituida en el núcleo por ignimbrias con porciones brechoides con grandes bloques (bombas), la zona de aperura consiste de ignimbritas brechoides con material retrabajado, asociado a domos riolíticos a traquíticos, así como apófisis de pórfidos traquíticos, latíticos que afloran en Cerro del

Mercado y Las Tinajas; la edad de este Grupo es de 30.3 a 31.2 m.a. que lo sitúa en el Oligoceno Medio Superior, cubre discordantemente a esta secuencia el Grupo Rio Chico que consiste de ignimbritas vitreocristalinas con fragmentos pumicíticos cubierto por derrames de basalto caleras al que coronan ignimbritas, flujo de ceniza, tobas riolíticas e ignimbritas vitreocristalinas pobremente soldadas con un espesor de 618 m y una edad de 28.3 a 29.3 m.a. que da Oligoceno Superior (Swanson, 1974).

En la región de Barrancas se reconocieron dos unidades de rocas volcánicas en la base, una secuencia de ignimbritas con tobas riolíticas y brechas riolíticas con un espesor de 700 m; la cual está sobreyacida por las ignimbritas cristalino vítreas masivas; tobas de ceniza con intercalaciones de horizontes andesíticos y dacíticos con un espesor de 800 m siendo la fuente de emisión la caldera Doce de Mayo. La primera unidad se correlaciona con el Grupo Rio Chico; ya que la región de Otinapa, González Ortega, Quegrada Santa Rosa y La Plazuela se observa que el Grupo Rio Chico se mete por debajo de la Formación El Salto - Espinazo, las edades obtenidas para esta unidad son sobre la carretera Durango - Mazatlán donde tienen edades de 21.5 ± 0.5 a 27.9 ± 0.4 m.a. que la sitúan en el Oligoceno Superior Mioceno en la región de Bacís y una datación de una toba riolítica en el contacto de esta unidad con la unidad inferior de 27.9 ± 0.6 m.a. que la ubica Oligoceno Superior.

Finalmente en la porción centro - oriente en la Sierra de Gamón y Coneto de Comonfort; sobreyacen a las andesitas; en la primera se tiene a la Formación Gamón la cual consiste de riolitas e ignimbritas en la base hacia la cima predominan ignimbritas y tobas riolíticas; ambas con intercalaciones de brechas riolíticas con un espesor de m. en la región de Coneto de Comonfort se tienen ignimbritas fluidales, asociadas a tobas y brechas riolíticas cubiertas por ignimbritas masivas y hacia la cima ignimbritas brechoides aglomeráticas con un espesor total de 521 m. (Martínez S, Murguía A. y Gómez S; Uramex 1981).

El Conjunto Petrotectónico Tarahumara está separado en su parte superior por un hiatus en el intervalo de 28 a 12.3 m.a. cuando presenta la actividad basáltica de la Formación Metates de 12.3 m. a. (Swanson y otros, 1978); ubicandolo en el Mioceno Superior la cual se presenta en la porción centro - sur de la sierra del Epazote y Valle del Guadiana. Finalmente el Cuaternario; éste representado por basaltos con intercalaciones de gravas con fragmentos de basalto al que se le denomina Formación Guadiana (Arbriton, 1958); también define los depósitos aluviales y lacustres más recientes como son gravas, arenas, limos y arcillas con zonas humicas como Formación Pueblito, la cual se correlaciona con los depósitos lacustres de la Laguna de Santiaguillo y San Bartolo; que es cubierto por aluvión del reciente.

RECOMENDACIONES

Es conveniente tomar muestras de roca para análisis de oclusiones fluidas de cada yacimiento importante para conocer la paragénesis y temperaturas de formación.

Existen algunas localidades de

yacimientos no metálicos en la carta, por lo que es menester realzar en cada uno de ellos trabajos a detalle y con ello definir los cuerpos minerales.

En la exploración geológico - minera se recomienda efectuar estudios en las zonas donde aflora la unidad litológica de tipo andesítico del Eoceno como al norte de Tayoltita, área de la mina La Prieta, norte de Otáez, Tenerapa, Ratia, noroeste de Tejámen y zona de Avino.

Varias de las estructuras mineralizadas están relacionadas a fallas regionales en donde es factible localizar depósitos minerales de interés económico por lo que es menester realizar estudios a semidetalle en esos sitios como en la zona de Tenerapa, Ratia, San Lucas de Ocampo y arroyo Colorado.

Se ha confirmado en trabajos de campo que la mineralización se asocia a cuerpos intrusivos de composición granítica y granodiorítica como también a cuerpos subvolcánicos, de tipo dacítico por lo que es importante prospectar los domos en las áreas de San Agustín de Ocampo, Ignacio Zaragoza y en la Sierra de Gamón, así como los intrusivos de Bacís, Tayoltita, El Piojo, cerro Las Minitas y Peñón Blanco. En algunas de estas áreas existen minas abandonadas y otras que se están explorando obteniendo minerales de interés de oro, plata y cobre.

La intersección de fallas regionales y fracturas son propicias para localizar depósitos minerales de gran volúmen y baja ley por lo que se sugiere realizar exploraciones en el área de San Lucas de Ocampo, Ventanas de Arriba y en la Cabalgadura de Peñón Blanco.

Se recomienda explorar los lugares donde se presentan estructuras de cabalgaduras porque a menudo son conductos propicios para localizar un criadero mineral ya que es una zona de cizalla de gran profundidad por donde fluyen las soluciones mineralizantes que se emplazan en forma diseminada.

Es importante tener una visión general del yacimiento mineral a explorar y de la mineralización que se puede encontrar a profundidad, lográndose ello únicamente con la aplicación de los modelos de yacimientos por lo que se considera este de suma importancia para realizar el estudio geológico minero.

BIBLIOGRAFIA

1.- Aguilar O.J.D. (1978)Estudio Geológico y Evaluación de la Región de Camichin Distrito de San Dimas, Estado de Durango, México. Tésis de la Universidad de San Luis Potosí.

2.- Basin, S.A.SARH (1981) Estudio Geológico de la zona de Peñón Blanco, en el Estado de Durango.

3.- Carrasco C.M.L. (1980) Carta de Provincias Metalogenéticas del estado de Durango.

4.- Carrasco C.M.L. (1982).Estudio Geológico Económico del Fundo La Victoria localizado en el falda sureste del Cerro del Piojo, Mpio. de Durango. (CoReMi).

5.- Camacho J.M. (1991) Visita de Reconocimiento Geológico – Minero del Fundo Buenavista, Mpio. de Coneto de Comonfort Estado de Durango dependencia CoReMi.

6.- Clarke M, Spencer R.T.(1988) Hydrotermal evolutión Of The formation of de Silver Gold Veins in the Tayoltita Mine San Dimas District, Mex. Publicación Economic Geology Vol. 83 p.p. 1830 - 1940.

7.- Cisneros R.J.R.(1993) Cocientes Métalicos y Potencial Geológico de la veta La Frontera mina Tayoltita Distrito de San Dimas.

8.- Cruz P.R. (1977) Estudio Geológico Minero de la Sierra de La Pila Mpio. de Durango, estado de Durango, Tésis del I.P.N.S. ESIA.

9.- Cruz. P.R. (1984) Visita de Reconocimiento Geológico – Minero al fundo El Duraznito del Oro, ubicado al Oeste del Rancho El Duraznito, Mpio. de San Dimas Estado de Durango, dependencia CoReMi.

10.- Cruz P.R. (1987) Visita de Reconocimiento Geológico – Minero del fundo La Guadalupana, ubicado en el Ejido del Pipila, Mpio. de Coneto de Comonfort Estado de Durango dependencia CoReMi.

11.- Cruz P.R. (1988) Visita de Reconocimiento Geológico Minero del fundo La Esperanza, ubicado en el Ejido El Pipila, Mpio. de Coneto de Comonfort estado de Durango, Dependencia CoReMi.

12.- Cruz P.R. (1993) Visita de Reconocimiento Geológico Minero a los fundos La Palma y Palo Blanco, ubicados al oeste de Francisco Javier Leyva, Mpio. de Santiago Papasquiaro estado de Durango, Dependencia CoReMi.

13.- Enciso de la Vega Informe de Tayoltita, publicado en Geomimet.

14.- Farfan A; Williams (1982) Plano Fotogeológico de la Sierra de cacaria Mpio, de Canatlán, Durango.

15.- Fotogeología y estudios (1970) Estudio fotogeológico y reconocimiento de campo de la porción occidental del área Proformex en el estado de Durango.

16.- Felix. S.J.M. (1978) Estudio Geológico económico de los depósitos ferríferos aledaños a la Cd. de Durango.

Tesís profesional IPN-ESIA.

17.- Flores A.G. García P.L. (1997) Carta Geológico minera y geoquímica de Tayoltita, clave 13-C87 Dependencia CoReMi.

18.- Galo G.L. (1979) Estudio geológico y recursos minerales en el distrito minero de la Sierra Cerro de la Silla, Mpio. de Canatlán, Dgo. Dependencia CoReMi.

19.- Garduño M.V.H.Y. Zaldivar R.J. Estudio tectónico estructural de Durango, (1981) Zacatecas proyecto c+ 1163 del Instituto Mexicano del Petroleo.

20.- Herrera M.I. (1984) Reconocimiento geológico del fundo minero El Negro José, ubicado en el faldero norte del Cerro de San José, Mpio. de Panuco de Coronado, estado de Durango. dependencia CoReMi.

21.- Herrera M.I. (1986 Visita de Reconocimiento geológico minero al fundo La Reyna de Cobre, ubicado en la porción norte de la Sierra de la Silla, Mpio. de Panuco de

Coronado, estado de Durango. Dependencia CoReMi.

22.-Herrera M.I. (1987) Visita de Reconocimiento geológico minero al fundo Lindavista, ubicado en terrenos del Ejido Ocotán, Mpio. de Canatlán estado de Durango. Dependencia CoReMi.

23.- Kenneth E, Nemeth (1976) Petrografía del grupo volcánico inferior en el distrito de Tayoltita en San Dimas Durango, para Universidad Texas en Austin.

24.- López M.J.J. (1984) Visita de Reconocimiento geológico minero al fundo Las Rosas y San Dimas. Dependencia CoReMi.

25.- López M.J.J. (1984) Estudio geológico minero de reconocimiento de los lotes San Castro, Santa Lucinda y Beatríz; localizados en el Cerro de Las Huacayas, Mpio. de Santa María de Otáez, estado de Durango. Dependencia CoReMi.

26.- López E.J. (1984) Estudio geológico minero de los yacimientos de fierro de la porción oeste de la Cd. de Durango. Dependencia CoReMi.

27.-López E.J. (1985) Reconocimiento geológico minero del fundo San Gonzalo, Yolanda, Ampliación La Potosina, localizados en el distrito minero de San José de Avino. Dependencia CoReMi.

28.- López E.J. (1986) Estudio geológico minero de la reserva nacional Gavilanes, Mpio. de San Dimas estado de Durango. Dependencia CoReMi.

29.- López M.J.J. (1985) Resultado de la explotación con barrenación de diamante y obra directa con la reserva nacional San Agustin de Ocampo, Mpio. De San Juan del Río, Edo de Durango.

30.- López M.J.J. (1988) Visita de Reconocimiento geológico minero al fundo El Acetiado, ubicado en terrenos del ejido El Acetiado, Mpio. de San Dimas Estado de Durango. Dependencia CoReMi.

31.- López E.J. (1988) Informe del contrato de servicios de exploración con obra minera del fundo Mina Piña, ubicado en el Cerro de los Minitas, Mpio. de Guadalupe Victoria, estado de Durango. Dependencia CoReMi.

32.- Martínez, G.L.M. (INEDITO) Reporte de prácticas a la Cía. Minera Minas de San Luis, S.A. de C.V. (Industrias LuisMin), unidad Tayoltita Durango.

33.- Ocejo P.T. (1985) Reconocimiento geológico minero del lote Dulces Nombres en el municipio de Coneto de Comonfort, estado de Durango.

34.- Payán G.R. (1986) Visita de Reconocimiento geológico minero al fundo minero El Capricho, localizado en la falda NE del Cerro de la Silla, Mpio. De Canatlán estado de Durango. Dependencia CoReMi.

35.- Pouliot H.C. Maughan (1900) Información minera de la zona de Gavilanes.

36.-Rivera A.R. (1976 Estudio geológico y evaluación de la mina La Candelaria, distrito minero de San Dimas, estado de Durango.

37.- Rodríguez R.M. (1977) Estudio geológico minero de la mina Castellana, distrito minero de San Dimas Durango;

tesís de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

38.- Rodríguez F.V. (1983) Reconocimiento por estaño en áreas aluvionares aledañas a La Laguna de Santiaguillo, Mpio. de Canatlán, estado de Durango. Dependencia CoReMi.

39.- Sáenz R.R. (1980) Estudio geológico y evaluación preliminar del distrito minero de san Lucas de Ocampo. Dependencia CoReMi.

40.-Sanchez M.G. Chavez P.H. San Antonio una nueva unidad de Corporación Industrias San Luis.

41.- Smith D. Miltall. D. (1974) Geología de la mina Tayoltita Durango México.

42.- Smith D. Albison T, Sawkins F. Estudios Geológicos y de inclusiones fluidas (1982) del depósito de veta de oro y plata, de Tayoltita, Durango, Mex.

43.- S.P.P. INEGI (1988) Carta geológica de Durango clave G13-11.

44.- Uramex (INEDITO) Plano de litoestratigrafía a semidetalle y localización de barrenos realizados en la Sierra de Coneto de Comonfort a escala 1:50,000.

45.- Uramex (INEDITO) Carta geológica de Peñón Blanco con clave G13-D53 a escala 1:50,000.

46.- Uramex (INEDITO) Geología de la porción oriental de la hoja Canatlán clave G13-D61 escala 1:50,000.

47.- Uramex (INEDITO) Carta geológica Donato Guerra clave G13-D62.

48.- Uramex (INEDITO Carta geológica Ignacio Ramírez clave G13-D63.

49.- Uramex (INEDITO) Carta geológica Guadalupe Victoria clave G13-D73 a escala 1:50,000.