

21.15



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO GEOLOGICO - MINERO  
DEL AREA EL LIMON, MPIO.  
DE COCULA, GRO.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO GEOLOGO**

P R E S E N T A :

**JULIAN NUÑEZ BENITEZ**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

"ESTUDIO GEOLOGICO - MINERO DEL AREA EL LIMON, MUNICIPIO DE COCULA, GRO."

I N D I C E

RESUMEN

I.- INTRODUCCION

I.1.-	OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	12
I.2.-	TRABAJOS PREVIOS .....	12
I.3.-	METODOS DE TRABAJO .....	14
I.3.1.-	TRABAJO DE CAMPO .....	14
I.3.2.-	TRABAJO DE GABINETE .....	15

II.- GEOGRAFIA

II.1.-	LOCALIZACION DEL AREA .....	18
II.2.-	VIAS DE ACCESO Y COMUNICACION .....	18

III.- FISIOGRAFIA

III.1.-	FISIOGRAFIA DEL AREA .....	21
III.2.-	OROGRAFIA .....	21
III.3.-	HIDROGRAFIA .....	23

IV.- GEOLOGIA REGIONAL

IV.-	ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA .....	28
IV.1.-A.-	FORMACION MORELOS .....	28
IV.1.-B.-	FORMACION CUAUTLA .....	30
IV.1.-C.-	FORMACION MEZCALA .....	32
IV.1.-D.-	ROCAS IGNEAS .....	33
IV.1.-F.-	ROCAS METAMORFICAS DE CONTACTO .....	34
IV.2.-	GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL .....	35
IV.3.-	GEOLOGIA HISTORICA .....	37

<u>V.-</u>	<u>GEOLOGIA DEL AREA EL LIMON</u>	
V.1.-	FORMACION MORELOS .....	40
V.2.-	FORMACION CUAUTLA .....	40
V.3.-	FORMACION MEZCALA .....	41
V.4.-	ROCAS IGNEAS .....	41
V.5.-	ROCAS METAMORFICAS DE CONTACTO .....	41
V.6.-	GEOLOGIA ESTRUCTURAL LOCAL .....	42
<u>VI.-</u>	<u>YACIMIENTOS MINERALES</u>	
VI.A.-	PARAGENESIS Y SUCCESION .....	46
VI.B.-	TIPOS DE ALTERACIONES .....	47
VI.C.-	MUESTREO Y ANALISIS .....	52
VI.D.-	CALCULO DE RESERVAS Y TONELAJE .....	61
VI.E.-	NATURALEZA LITOLOGICA Y ESTRATIGRAFIA DE LAS ROCAS HUESPED .....	65 67
VI.F.-	ESTRUCTURAS DE LOS YACIMIENTOS .....	69
VI.G.-	HIPOTESIS GENETICA .....	
<u>VII.-</u>	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	
VII.1.-	CONCLUSIONES .....	72
VII.2.-	RECOMENDACIONES .....	77

## B I B L I O G R A F I A

APENDICE PETROGRAFICO  
 APENDICE MINERAGRAFICO  
 APENDICE DE MICROSONDA ELECTRONICA  
 PLANOS E ILUSTRACIONES

## I.- RESUMEN

El Proyecto El Limón se derivó del Estudio Geológico Regional y Prospección Minera de la Reserva Minera Nacional Morelos, en donde se aprecian prospectos que presentan cierto interés en cuanto a su estructura y contenido de plata.

La zona de estudio se localiza aproximadamente al S 30° W, a unos 46 kilómetros de la Ciudad de Iguala, Guerrero y cuyas coordenadas geográficas son:

17° 58' 30" y 18° 00' 05" de Latitud Norte  
99° 41' 35" y 99° 43' 50" de Longitud Oeste

El área El Limón se encuentra amparada por la Asignación Minera El Limón, expediente 33-A/24 con una superficie de 568 hectáreas en la Agencia de Chilpancingo Gro., a favor del Consejo de Recursos Minerales. Fisiográficamente queda ubicada dentro de la Subprovincia de la Cuenca Balsas - Mezcala junto con la Vertiente del Sur, forman lo que se conoce la Sierra Madre del Sur.

El ambiente geológico es sedimentario, representado por las calizas de la Formación Morelos, Formación Cuautla y Formación Mezcala, que pertenece al Cretácico, estas fueron afectadas por cuerpos ígneos de composición granodiorítica (apófisis, sills y diques) creando en la roca afectada aureolas de metamorfismo de contacto, donde se observan mármol, skarn y hornfels respectivamente.

De acuerdo a los trabajos hechos por el C.R.M., se realizó geología de detalle, muestreo sistemático, zanjeo, limpieza de algunas obras mineras, así como el levantamiento geológico topográfico de las estructuras mineralizadas que fueron detectadas durante la prospección realizada por la Reserva Minera Nacional Morelos.

La mineralización que presenta El Área El Limón son sulfuros de: plata, plomo, zinc y cobre, así como oro diseminado; se emplaza principalmente en calizas en forma de vetas ramaladas, aunque también se presenta en los intrusivos en forma de vetas o diseminada.

La mineralización antes mencionada se determinó en muestras seleccionadas a las cuales se hicieron estudios petrográficos, minerográficos y de microsonda electrónica. Todo esto ha dado una mejor evidencia acerca del origen de los depósitos mineralizados de esta área.

## I.- INTRODUCCION

## I.- 1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente trabajo es el de definir algunos yacimientos minerales en los municipios de Zumpango del Río y Cocula en el Estado de Guerrero; este trabajo fue una consecuencia de: "El Estudio Geológico Regional y Prospección Minera de la Reserva Minera Nacional Morelos", como parte de una primera - fase de exploración que puede denominarse INVESTIGACION PRELIMINAR, la cual con siste en una revisión de los indicios directos e indirectos de los depósitos mi neralizados en la región.

En una siguiente fase llamada de prospección de indicios o conjunto de tra bajos en las áreas seleccionadas en la fase anterior, se tiene como objetivo de finir las estructuras mineralizadas; como es el caso del Area El Limón. Por tanto, el objetivo consistió en determinar la posible continuidad de los cuer- pos mineralizados conocidos y la localización de nuevas estructuras. Para - llevar a cabo tales trabajos se utilizaron las diferentes disciplinas geológi- cas así como estudios geofísicos y geoquímicos; asimismo, se revisaron las - obras directas existentes en la región.

Con las evidencias locales que se tienen, es probable que el Limón esté en condiciones de proporcionar reservas considerables de Au, Ag, Pb, Zn económica- mente explotables y abastecer de mineral a la planta de beneficio de Mozcala. Esta planta es operada por la Dirección de Minería del Estado de Guerrero; asi- mismo, puede también crear fuentes de trabajo en la región y proporcionar divi- sas para el desarrollo industrial del estado y con ello, de México.

El presente estudio viene a formar parte del programa de exploración que - realiza actualmente el Consejo de Recursos Minerales a través de la Residencia de Guerrero, dependiente de la Gerencia de Exploración. En lo sucesivo la refe- rencia a la Reserva Minera Nacional Morelos será R.M.N.M. para abreviar y hacer más sencilla la explicación.

## I.- 2 TRABAJOS PREVIOS

En el Consejo de Recursos Minerales y más precisamente en la Residencia de Guerrero, se tienen algunas descripciones de esta región que datan desde 1923

y otras quizá más antiguas; los primeros estudios formales de exploración, prospección, evaluación, etc. empezaron desde 1960 y han sido más o menos continuos hasta la actualidad.

Los primeros trabajos de prospección en la R.M.N.M., fueron efectuados en el período 1973-1974 por personal de la Residencia Guerrero; con la información recabada en esos estudios se pudo elaborar la ficha correspondiente al modelo de yacimiento.

Después, en 1979 el Consejo de Recursos Minerales inicia un proyecto llamado PIDER TELOLOAPAN 053 que ocupa parte de la porción Norte de la región cubierta por la R.M.N.M. En el desarrollo de este proyecto se visitaron y muestrearon varios prospectos; además se llevó a cabo el levantamiento geológico, - se efectuó la Geología de detalle en una superficie de 4 Km<sup>2</sup> que constituye el área de la Asignación Ampliación San Francisco (La Brígida).

Con fin de proveer de mineral a la planta de beneficio de la Dirección de Minería del Estado de Guerrero ubicada en Mezcala, el Consejo de Recursos Minerales inició en 1980 la prospección en una zona comprendida en un radio de 50 - Km a partir de Mezcala; dicho proyecto fue denominado "Área de Influencia Mezcala".

Dentro del proyecto Área de Influencia Mezcala el Consejo de Recursos Minerales delimitó 5 Asignaciones en donde se llevaron a efecto trabajos de prospección, geología de detalle, barrenación y exploración directa.

Las áreas desarrolladas en el proyecto regional Área de Influencia Mezcala son las siguientes:

- 1.- Proyecto Ampliación San Francisco (1979-1980)
- 2.- Proyecto La Brígida (1981)
- 3.- Proyecto La Soberana (1981)
- 4.- Proyecto El Naranja (Nov. 1981-1982)
- 5.- Proyecto La Amarilla (Oct. 1981 - Abr. 1982)
- 6.- Proyecto El Limón (Nov. 1981-1982)

Por otra parte, el Consejo de Recursos Minerales ha efectuado a través de

la Gerencia de Exploración Geológica, estudios tanto regionales como de evaluación en zonas y minas de la R.M.N.M.

Los estudios realizados a partir de 1960 se enumeran a continuación:

- 1.- Informe de la visita efectuada a la mina El Anono propiedad de la Compañía Minera Suriana, S.A. por: Javier López Avila y Jorge Solis Vorrath. 1960
- 2.- Geología del Río Balsas entre Mezcala y Col. Altamirano, Estado de Guerrero, por: Jerjes Pantoja Alor. 1970
- 3.- Geología y Yacimiento de Oro y Cobre en Mezcala, Gro. por: Ing. Alejandro Briones y García (Informe Técnico 5.2/10 (36) Ing. Manuel Orozco Sánchez. 1970
- 4.- Geología e Inventario Minero del Municipio de Zumpango del Río, Estado de Guerrero, por: Francisco Javier Altamirano Ramírez. 1976
- 5.- Geología y Yacimientos Minerales de la Región de Teloloapan, Gro., por: José de Jesús de los Santos Montaña. 1980
- 6.- Reporte de los resultados obtenidos con métodos de P.I. y Turán, en las áreas "Atitlilco" y "San Francisco" del proyecto Valle de Iguala, Gro. (PIDER) por: Israel Hernández. 1980
- 7.- Catálogo Descriptivo de fichas de prospectos del Area Balsas, Municipios de Cocula y Zumpango del Río, Gro.; por : Ing. Mauro Aguilar Nogales. 1981
- 8.- Informe Geológico Evaluativo de los proyectos La Soberana y El Naranja (Au, Ag, Pb, Zn) Municipio de Zumpango del Río, Gro.; por: Ing. Víctor Mendoza Rojas. 1981
- 9.- Informe Final Mina La Amarilla (Proyecto La Amarilla Au, Ag y Cu) clave - 21 3 21, Municipio de Cocula, Gro.; por: Ing. Juan Carlos Cabral Ureño y Pas. - Alvaro H. Robledo Martínez. 1982
- 10.- Informe Final de proyecto El Limón (Au, Ag, Pb y Zn) Municipio de Cocula, Gro.; por: Ing. José Luis Bustos Díaz. 1983

### I.- 3 METODOS DE TRABAJO

Para fines prácticos este tema se ha dividido en trabajos de campo y trabajos de gabinete. A continuación se explican brevemente los principales métodos utilizados:

#### I.3.1.- TRABAJO DE CAMPO

- a) El método seguido para la realización de los trabajos, fue en primer -

término la obtención del plano topográfico del área El Limón. Se obtuvo a partir del plano índice del levantamiento de la cuenca alta del Rfo Balsas C.F.E. - Clasificación G-C-28-16299 Hoja 53.

b) Posteriormente se hizo el levantamiento de la geología superficial - por medio de caminamientos a través de ríos, arroyos y caminos; se visitaron las obras mineras, se verificaron contactos entre las formaciones presentes; se tomaron datos estructurales como echados, rumbo y potencia; se marcaron trazas de las estructuras mineralizadas, y se tomaron notas de guías de alteraciones en la zona de estudio. Todo esto se efectuó con apoyo en el plano topográfico.

c) En las obras mineras visitadas fue necesario desaterrar y limpiar la mayor parte de ellas; solo así se pudo llevar a cabo los levantamientos topográficos detallados y muestreo de las minas. Para los trabajos de levantamiento - geológico - minero - topográfico se utilizó el método de la cinta métrica y brújula.

d) El muestreo efectuado tanto en interior de mina como en superficie - fue sistemático; se realizó de manera transversal a las estructuras mineralizadas, por medio de canales a lo ancho de las mismas. Las muestras fueron enviadas al laboratorio del Consejo de Recursos Minerales en la Cd. de México, y el 25% de los testigos se enviaron para comprobación al Laboratorio de Geoquímica a Chihuahua, Chih. Una vez obtenida la información y los resultados del muestreo de toda la zona de interés por parte del Consejo de Recursos Minerales se podrá confirmar los prospectos más importantes para poder ser económicamente explotables.

### I.3.2.- TRABAJO DE GABINETE

a) Consistió en el análisis y síntesis de los trabajos previos realizados en el área, con el fin de tener un programa general previo a los de campo.

b) En el gabinete se elaboraron planos, los cuales fueron apoyados en fotografías aéreas verticales escala 1:50 000 del vuelo 1970 de Cfa. Mexicana de Aerofoto con base en las cuales se elaboraron fotomosaicos escala 1:25 000 que - sirvieron como base en trabajos de campo.

Todos los datos importantes fueron vaciados a un plano planimétrico escala 1: 50 000 elaborado a partir de 4 hojas de DETENAL, en las cuales se eliminaron las curvas cada 20 m; sólo se dejaron las que se encuentran cada 100 m.

c) Se elaboraron :

Lámina de localización del área de estudio.

Lámina de Provincias Fisiográficas de la República Mexicana.

Lámina de la Hidrografía de la Cuenca del Río Balsas.

Columna Estratigráfica.

Planos: Regional, local de cada prospecto en estudio.

Secciones Geológico - Mineras.

Estudios Petrográficos, Minerográficos y Microsonda de las muestras más representativas en contenido de mineral.

## II.- GEOGRAFIA

## II.- 1 LOCALIZACION DEL AREA

El área de estudio se localiza en la porción Central Norte del Estado de Guerrero cuya capital es la Ciudad de Chilpancingo. El Estado limita al Norte con los Estados de México, Morelos y Puebla; al Oriente con los Estados de Puebla y Oaxaca; al Sur con el Estado de Oaxaca y el Océano Pacífico; al Poniente con el Estado de Michoacán y el Océano Pacífico como se muestra en la Lámina No. 1.

El área en estudio se localiza aproximadamente al S 30° W, a unos 46 Km., de la Ciudad de Iguala, Guerrero.

Geográficamente el Área El Limón queda localizada entre los paralelos: 17°-58' 30" y 18° 00' 05" de Latitud Norte y los Meridianos: 99° 41' 35" y 99° 43' 50" de Longitud Oeste de Greenwich. Cubre una superficie de 588 Hectáreas.

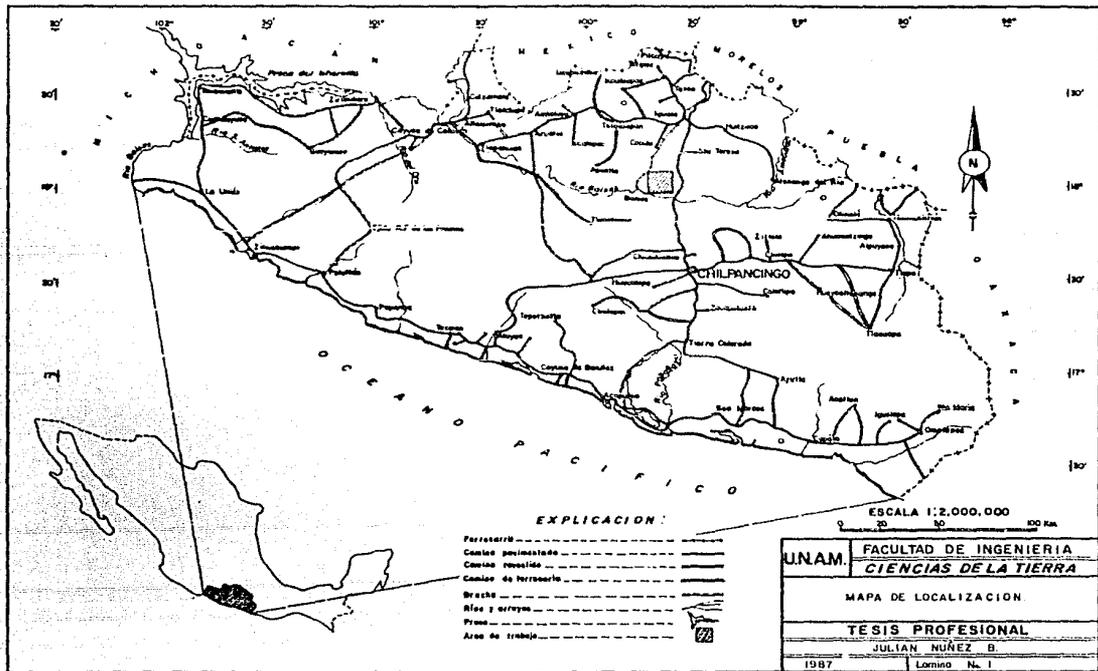
## II.- 2 VIAS DE ACCESO Y COMUNICACION

Las vías de acceso y comunicación se realizan de dos maneras:

a).- Por la carretera Federal México - Acapulco, se tiene un trazo que va de Iguala a Chilpancingo; a la altura del Km. 49, existe un lugar conocido como la Colonia Valerio Trujano; en este lugar, parte un camino de terracería hacia el NW pasando por el poblado de Atzcala y finalmente al Rancho El Limón con un recorrido de 32 km.

b).- Otra comunicación se efectúa a partir de la ciudad de Iguala, Gro., con rumbo a la Ciudad de Altamirano; aproximadamente en el Km. 8, entronca un camino de terracería hacia el SW, que pasa por los pueblos de Cocula, Atlixtlac, Acamantitla y Balsas. Apartir de Balsas, Gro., se continua hacia el Este aproximadamente a 6 Km., y se llega finalmente al Rancho El Limón con un recorrido de 64 Km.

En el área El Limón, el recorrido se hace por veredas que conducen a los distintos prospectos; dichas veredas son transitables en tiempos de secas; en los meses de agosto - noviembre se encuentra una vegetación muy espesa que hace difícil el traslado.



### III.- FISIOGRAFIA

### III.- 1 FISIOGRAFIA DEL AREA

En el estudio de las Provincias Fisiográficas de la República Mexicana, - realizado por Erwin Raisz, y preparado por la Geography Branch of the Office of Naval Research, editado en Cambridge, Mass (segunda edición, 1964) existe una delimitación de las distintas regiones del país. El área El Limón está situada en la parte centro oriental de la Subprovincia Fisiográfica de la Cuenca del Balsas-Mezcala, en su parte central; esta subprovincia, junto con la llamada Vertiente del Sur forman lo que se conoce Sierra Madre del Sur.

La cuenca Balsas-Mezcala tiene unos 600 Km de largo por unos 150 Km en sus partes más anchas; queda limitada al Norte por el Eje Neovolcánico; al Sur por la mencionada Vertiente del Sur; al Este por la Meseta de Oaxaca y al Oeste por la Meseta del Norte como se muestra en la Lámina No. 2.

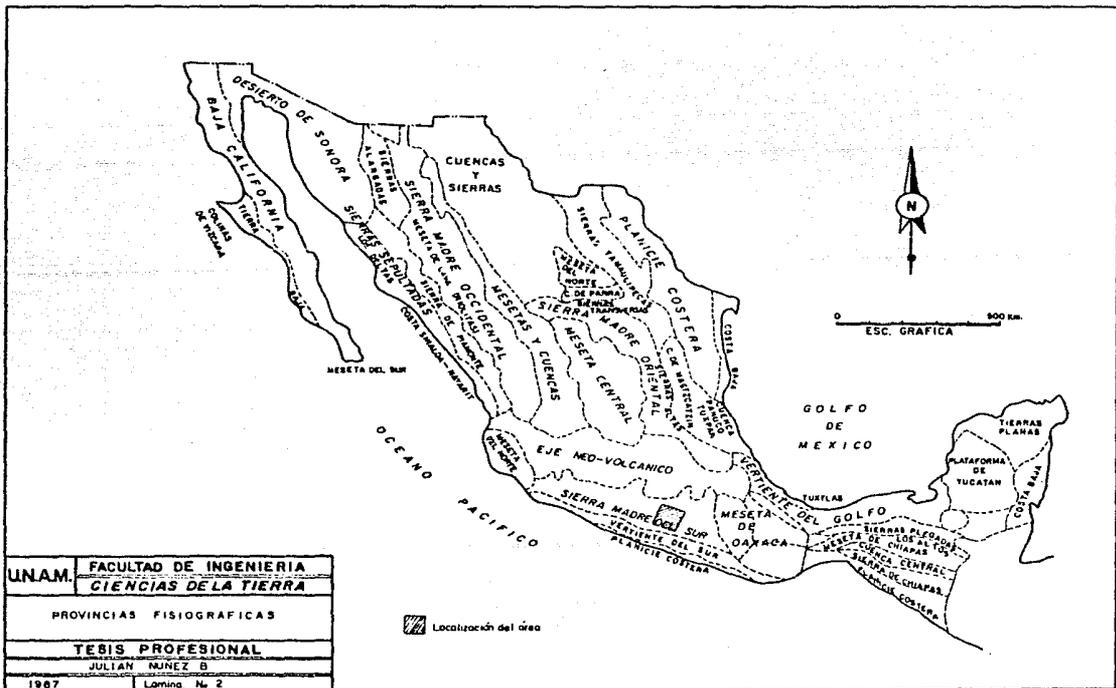
Las rocas que constituyen esta subprovincia son principalmente de edad Mesozoica, plegadas e intensamente falladas, también rocas ígneas intrusivas (Granodioritas, Monzonitas, Dioritas); rocas de metamorfismo de contacto tales como Mármoles, Skarn, Hornfles; están parcialmente cubiertas por paquetes sedimentarios y rocas extrusivas de tipo riolítica.

### III.- 2 OROGRAFIA

En el área de estudio, situada en la Sierra Madre del Sur, se encuentra una porción llamada Cerro El Limón. La topografía es desde luego montañosa, cañones entre 100 a 200 metros de profundidad como los formados por el Río Balsas.

Durante los procesos de erosión, los arroyos acarrear bloques de tamaños muy diversos y definen relieves abruptos con algunas formas subredondeadas en la parte superior, incluso, mesetas; esto indica que la región se encuentra en una etapa juvenil en el ciclo de erosión.

En el proyecto El Limón ocurren diferentes tipos de formas: De Oriente a Poniente se presentan zonas escarpadas o acantilados de rocas calizas sobre la falda del Río Balsas, cuyas pendientes oscilan entre (50° - 90°), así como las pendientes escalonadas y escabrosas de las áreas formadas por las rocas ígneas.



En la zona, las formas montañosas se encuentran a manera de conos con pendientes suaves (8° - 35°) con un contraste de mesetas de corta extensión, además con flancos cincelados en forma de 'V'.

Las causas principales del relieve que se presentan se debe a los procesos endógenos y exógenos, que actúan en combinación. Estos procesos están condicionados por factores tectónicos, climáticos, litológicos; así como la edad de los fenómenos que dieron origen en esa región.

Además cabe señalar a las alteraciones que han afectado a las rocas, que también influyen en las distintas formas superficiales descritas.

Entre las protuberancias más importantes destacan las siguientes:

C. Ocotal	2200	M. S. N. M.
C. Cucharillo	2200	M. S. N. M.
C. San Pedro	1800	M. S. N. M.
C. Cocotepetl	1700	M. S. N. M.
C. El Limón	1600	M. S. N. M.
C. Media Luna	1600	M. S. N. M.
C. Tlacotal	1200	M. S. N. M.

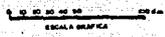
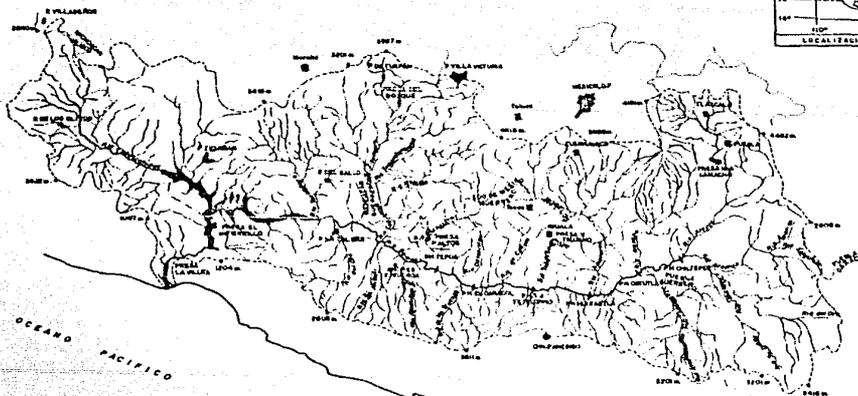
### III.- 3 HIDROGRAFIA

El sistema hidrográfico existente en el área es del tipo subdendrítico. Se forman escurrideros, los cuales fluyen hacia los arroyos que se originan por fallas y fracturas.

La corriente principal la constituye el Río Balsas, la cual corre con una dirección SE-NW en el Sur de la zona de estudio; sus afluentes principales son: al Norte los Ríos Cocula y Cuetzalá, al Este el arroyo de Atzcala y al Sur el arroyo Mazapa como se muestra en la Lámina No. 3.

La cuenca del Río Balsas es una de las más importantes unidades hidrográficas de México; se extiende por los estados de Morelos, Puebla, Oaxaca, Guerrero, México, Tlaxcala, Michoacán y Jalisco.

HIDROGRAFIA DE LA CUENCA DEL RIO BALSAS



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	Ciencias de la Tierra
HIDROGRAFIA DE LA CUENCA DEL RIO BALSAS	
TESIS PROFESIONAL	
JULIAN MUÑOZ B	
1987	Lamina N. 3

Desde su nacimiento hasta su desembocadura todos los ramales de importancia escurren al Río Balsas aumentando su caudal el cual llega al Océano Pacífico, tiene una longitud de 750 Km y su cuenca cubre una superficie total de 115,263 Km<sup>2</sup>.

#### IV.- GEOLOGIA REGIONAL

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	EDAD	GUERRERO NORTE-CENTRAL	GUERRERO CENTRO	AREA EL LIMON	
CENOZOICO	TERCIARIO	RECIENTE			ALUVION	ALUVION	ALUVION	
		PLEISTOCENO		1				
		PLIOCENO		13				
		MIOCENO		23	ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS	ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS	ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS	
		OLIGOCENO		36				
		EOCENO		58	GRUPO SA' SAS			
		PALEOCENO		63				
MESOZOICO	JURASICO	SUPERIOR	GOLFO	Maestrichtiano				
				Campaniano				
				Gastoniaense				
				Coniacense				
				Chalkense				
		INFERIOR	COAHUILA	ALBUQUERQUE	Chalkense			
					Superior			
					Medio			
					Inferior			
					Adriatico			
		SUPERIOR	SABINAS	MALLE	Barremiano			
					Hauteriviense			
					Valanginiano			
					Berriasiense			
					Tithoniano			
MED.	DOGGER	MALLE	Portlandiano					
			Kimmeridgiense					
			Oxfordiano					
			Calloviano					
			Balenense					
INF.	LIASICO	DOGGER	Bajociano					
			Adriatico					
			Toarciano					
			Pliensbachiano					
			Sinemuriense					
TRIASICO	SUPERIOR		Hellénico					
MEDIO								
INFERIOR								
AL	SUPERIOR		Carb. — Perm.					
			Sil. — Dev.					
			Comb. — Ord.					

- (1) — Millones de años. Según la escala Cronológica de Kulp (1961, p. 61)  
 (2) — Gutiérrez Zamora, 1972.  
 (3) — De Cienega Zaiton, 1965 (modificado).  
 (4) — Presente Estudio.

Lineas Verticales indican no Deposito ó Erosion.  
 Lineas Incluidas indican In-base de la columna estratigráfica conocida.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
COLUMNA ESTRATIGRAFICA.	
TESIS PROFESIONAL	
JULIAN NUÑEZ B	
1987	Lomino N. 4

#### IV.- 1.- ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA

En la región afloran los tres tipos de rocas tales como: las Sedimentarias, Igneas y metamórficas; estas últimas representadas por Marmoles, Hornfels y Skarns, como el producto de una aureola de Metamorfismo de Contacto entre las rocas Igneas y Sedimentarias.

A continuación se describen en orden cronológico, las rocas que afloran en el área de estudio.

##### IV. 1. A.- FORMACION MORELOS

###### DEFINICION

C. Fries Jr (1960, p. 44) propuso el nombre de la F. Morelos, para una potente sucesión de calizas y dolomitas que afloran en muchos lugares de los Estados de Morelos, México y Guerrero.

###### LITOLOGIA Y ESPESOR

El mismo autor considera que la F. Morelos está constituida por dos miembros: uno superior formado por capas carbonatadas y otro inferior formado por anhidrita y yeso. De estos miembros, el inferior no se ha podido reconocer en la región. Por tanto, se desconoce si se encuentra en el subsuelo el miembro inferior o si la F. Morelos descansa sobre Formaciones sedimentarias más antiguas como son las Formaciones Acahuizotla, Xochicalco y Acuitlapan.

La unidad se caracteriza por calizas de color gris claro, gris a negro paruzco, con aspecto moteado en algunas zonas. Las capas presentan una orientación preferencial NW-SE y echados que oscilan de 15° - 25° SW; los espesores de los estratos varían de 30 cm. hasta 2 metros. Las capas en ocasiones contienen nódulos, lentes y masas irregulares de pedernal que suelen presentarse en los planos de estratificación; además, existen agregados de este mismo material distribuidos aleatoriamente; son de color negro y blanco.

La formación presenta fragmentos de fósiles silicificados bastante abundantes. La textura de la caliza es variable desde micrítica a rudácea; la más -

común es la psamítica. Algunos horizontes son bastante fosilíferos; representan biostromas de gasterópodos, ostras, etc.

La unidad Morelos se encuentra expuesta al intemperismo de tal manera que da lugar a que se formen capas de caliche. En ocasiones llegan a ser tan potentes que la propia formación está enmascarada totalmente en la parte superior de los montes y laderas; por tanto, sus mejores afloramientos están en los lechos de ríos y arroyos.

En la parte superior, la F. Morelos subyace concordantemente a la F. Cuautla. En la mayoría de los casos subyace discordantemente a la F. Mezcala debido al no depósito (hiatus) de la F. Cuautla; o tal vez descansa discordantemente sobre el Esquistos taxco.

En la zona de estudio, la base de la Formación Morelos no se encuentra expuesta pero su espesor ha sido medido por brigadas de PEMEX (Tarango, 1973) en zonas cercanas, se han medido espesores mayores a 1000 metros; Fries (1960) considera que en la parte central del Estado de Morelos llega a tener un espesor de más de 900 metros.

#### DISTRIBUCION

La formación Morelos es la que se encuentra más ampliamente distribuida y abarca más del 55% de la superficie de la R.M.N.M. Cubre la porción central y oriente de la misma, a través de una franja que se orienta casi N-S, en varios afloramientos aislados.

#### EDAD Y CORRELACION

De los estudios realizados por Fries (1960, p. 57) en microfósiles y macrofósiles, la F. Morelos queda ubicada dentro del Albiano-Cenomaniano. En los estudios realizados por PEMEX, la microfauna que presenta consta de foraminíferos, caprífnidos y gasterópodos los cuales tienen un rango de edad desde el Aptiano Superior-Albiano Cenomaniano.

Por su posición estratigráfica y litológica, la Formación Morelos se corre

laciona con depósitos de plataforma en la parte centro-oriental de México como son las formaciones El Abra y El Doctor, Fries (1960, p. 58).

#### IV. 1. B.- FORMACION CUAUTLA

##### DEFINICION

C. Fries Jr (1960, p. 60) designó con este nombre a la unidad de calizas expuestas en las serranías bajas situadas hacia el poniente de Cuautla, Morelos.

##### LITOLOGIA Y ESPESOR

Según Fries la Formación consta de tres tipos de rocas, que son: (1) una sucesión gruesa de capas calizas de estratificación mediana a gruesa del tipo de banco calcáreo o de bahemita; (2) una sucesión más delgada de capas calizas laminadas de estratificación delgada a mediana y; (3) una sucesión de muy delgada de capas de calizas clásticas de estratificación delgada a mediana.

En la región, la Formación está constituida de calizas arcillosas y calcarenitas de color negro a gris oscuro de estratificación mediana (30-50 cm) que alterna con pequeños horizontes (1-5 cm) de lutitas bien foliadas de color pardo rosado. Esta unidad debido a sus características es fácilmente identificada en el campo; además, las particularidades que presentan la unidad infrayacente ( F. Morelos ) y la superyacente ( F. Mezcala ) son distintas entre sí.

En todos los afloramientos, la formación Cuautla descansa directamente sobre la F. Morelos; la relación parece ser concordante, pero Fries (1960) considera que existió un período de regresión marina y de erosión que separó las dos formaciones. La unidad suprayacente es la F. Mezcala que descansa concordantemente sobre la F. Cuautla.

El espesor de la formación Cuautla es variable, Fries (1960) reporta espesores entre 15 m hasta 70 m. Tarango (1973) reporta espesores entre 77m hasta - 300 m. En el área de la R.M.N.M. se ha estimado para esta unidad un espesor entre 20 y 150 metros.

## DISTRIBUCION

En la región de la R.M.N.M., la distribución de esta unidad es relativamente escasa y debido a lo irregular de su depósito, los afloramientos se encuentran aislados entre sí; existen regularmente a lo largo de el flanco oriental del anticlinal Kochipala - Atzacala que se orienta casi N - S. Los afloramientos se ubican casi todos en la porción oriental y noroeste de la región cubierta por la R.M.N.M.

## EDAD Y CORRELACION

De acuerdo al estudio realizado de macrofósiles y microfauna (Fries, 1960) se ha podido determinar que pertenece al Cenomaniano y al Turoniano; tal edad también coincide con la determinada con base en microfósiles por brigadas de PEMEX (Tarango, 1973), en regiones cercanas al Norte del área de la R.M.N.M.

Por su posición estratigráfica y litológica, la F. Cuautla se correlaciona con depósitos de plataforma en la parte Sur - Occidental de México como es la F. Petlancingo, Fries (1960, p. 71).

#### IV. 1. C.- FORMACION MEZCALA

##### DEFINICION

C. Fries Jr (1960, p. 72) propuso el nombre de la F. Mezcala para la sucesión de capas interestratificadas de areniscas, limolitas y lutitas calcáreas - con escasos lentes de caliza clástica.

La localización tipo se encuentra en el poblado del mismo nombre en el estado de Guerrero.

##### LITOLOGIA Y ESPESOR

En la R.M.N.M. consta de una secuencia de lutitas de colores gris con tonalidades de gris verdoso a negro; tiene una estratificación fina (2-5 cm) con intercalaciones de areniscas calcáreas y calizas arcillosas de color gris a gris obscuro y negro; estas últimas se presentan en capas delgadas (2-15 cm). El depósito descrito constituye la facies Flisch del geosincinal originado en la cuenca Morelos - Guerrero; indica una acumulación en cuencas marginales de profundidades moderadas. Se pueden encontrar estructuras chevron por la poca resistencia a los movimientos tectónicos.

La formación Mezcala descansa directamente en forma concordante en la F. Cuautla; sin embargo, debido al no depósito (hiatus) de la F. Cuautla es muy común encontrar a la F. Mezcala descansando directamente sobre la F. Morelos.

La Unidad Mezcala subyace por discordancia erosional bien marcada a los sedimentos continentales Terciarios del Grupo Balsas, y pueden cubrir en discordancia erosional al Esquisto Taxco (Tarango, 1973).

##### DISTRIBUCION

En la región de la R.M.N.M. esta unidad aflora a través de varias franjas que constituyen sinclínicos; la orientación de estas franjas tienen un rumbo - N - S a NE 30°SW. Los principales afloramientos se ubican en la porción occidental de la R.M.N.M., como varios afloramientos aislados que se localizan en la Porción Norte.

## EDAD Y CORRELACION

Estudios realizados de microfósiles colectados en la parte inferior de esta unidad corresponden al Turoniano - Campaniano, que fueron efectuados por PEMEX (Tarango, 1973). Fries (1960) indica que los microfósiles se ubican también entre el Turoniano - Campaniano.

Por la posición estratigráfica que guardan entre sí con otras formaciones infra y suprayacentes, las formaciones Mezcala y Mendez son correlacionables.

### IV. 1. D.- ROCAS IGNEAS

Las principales rocas ígneas que se encuentran presentes en el área de estudio son microgranito calcoalcalino, microtonalita y dacita de biotita, clasificadas con ayuda del microscopio petrográfico en láminas delgadas, en el departamento de petrografía y metalogenia del C.R.N.

Aproximadamente a 3.5 Km. al Oeste de la cuadrilla de la Fundición, aflora un tronco de carácter plutónico de composición granodiorítica.

Este cuerpo por sus dimensiones y por la influencia que tiene sobre la mineralización presente en sus cercanías es el más importante de toda el área.

La granodiorita, se presenta alterada, con un fracturamiento tanto en superficie como en algunas obras mineras; esto es debido a esfuerzos probablemente debido a asentamientos del propio cuerpo. Además se encuentra íntimamente ligada a la mineralización.

La variación de los cuerpos plutónicos en su composición es debido principalmente a los fenómenos de la Diferenciación Magmática. Los apófisis presentan diferencias textuales pasando desde Holocristalina Porfídica a Microcristalina.

Estos apófisis han sido clasificados petrográficamente en diferentes épocas con los siguientes resultados:

- 1.- Apófisis Balsas; Granodiorita de biotita y hornblenda C.R.M. (1982), Tonalita, Dacita (Pantoja 1970).
- 2.- Apófisis El Limón; Cuarzomonzonita de hornblenda, microgranodiorita de augita, pórfido granodiorítico (C.R.M. 1982).
- 3.- Apófisis Todos Santos; Granodiorita (Pantoja 1970).
- 4.- Apófisis Vianey; Pórfido diorítico (Werre K.F. 1974).
- 5.- Apófisis Atzcala; Pórfido dacítico (Werre K.F. 1974).
- 6.- Apófisis La Guadalupe; Granodiorita de biotita.
- 7.- Apófisis San Pedro; Granodiorita de biotita, pórfido cuarzomonzonítico de biotita (Briones 1970).
- 8.- Apófisis Xochipala; Granodiorita (Sánchez B. J.L. 1973).
- 9.- Apófisis Amatitlan.
- 10.- Apófisis La Minita.

Todos estos cuerpos se hallan distribuidos por toda la R.M.N.M.; también se manifiestan en forma de diques. En vista a sus características del emplazamiento y alteración de las rocas intrusionadas en la (F. Morelos, Cuautla y Mezcala) se les considera una edad de fines del Cretácico o principios del Terciario temprano (Maestrischtiano - Eoceno).

#### IV. 1. E.- ROCAS METAMORFICAS DE CONTACTO

Estas rocas son las más escasas; se encuentran normalmente en el contacto entre las rocas descritas anteriormente.

**MARMOLES.-** Por efectos del cuerpo intrusivo (rocas granodioríticas) en las rocas calcáreas de la F. Morelos se originó una aureola de metamorfismo de contacto la cual alteró a las calizas recristalizandolas para formar mármoles - los cuales son de color blanco a gris; pasan gradualmente a calizas sanas. Su textura es sacaroide, varía de fina a gruesa conforme se aproxima al contacto.

La extensión de los mármoles está en función del grado de metamorfismo y

amplitud de la aureola. Los principales afloramientos de mármoles se localizan en los apófisis de San Pedro, apófisis de la Guadalupe y el apófisis de Balsas.

SKARN.- Se encuentra una franja de skarn, color parduzco, compacto y bandado. Estudios realizados petrográficos por el C.R.M. reportan contenido de granate, escapolita, diopsida, cuarzo, hematita, limonita y minerales arcillosos; se trata de un skarn de granate, lo cual, indica un metamorfismo de contacto perteneciente a rocas de la clase química calcárea; este tipo de rocas se encuentran en los prospectos de La Nena y Mina La Victoria.

HORNFELS.- También por efectos del cuerpo intrusivo (rocas granodioríticas) en las rocas arcillo-calcáreas de la F. Mezcala origina un metamorfismo de contacto que alteró a dichos sedimentos para formar Hornfels, de color gris verdoso, muy compactos y afaníticos, debido principalmente al alto grado de metamorfismo que presenta la roca.

Los principales afloramientos se encuentran en la porción Poniente del apófisis de Balsas y en la porción Oriente del apófisis de San Pedro.

#### IV. 2.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL

La revolución Laramide originó que todo el paquete de rocas mesozoicas esté afectado. Las estructuras a que dan lugar están en relación con su competencia. Se tiene que las estructuras regionales de las calizas de la formación Morelos como las calizas arcillosas de la formación Cuautla forman anticlinales y sinclinales con inclinación en los flancos en general constante. En la formación Mezcala se encuentran estructuras del tipo anticlinorio y sinclinorio; inclusive las calizas que constituyen en la parte inferior actúan como unidad muy poco competente; por tanto, bajo los intensos esfuerzos de compresión a que estuvo sometida la región, originaron pliegues de tipo chevrón y localmente recumbentes.

La dirección de las capas tienen un rumbo general hacia NW - SE y buzamiento al SW. En las estructuras sinclinales afloran los clásticos marinos, algunas veces enmascarados por rocas continentales del Terciario Inferior. En las capas Cretácico superior se observan las máximas deformaciones.

Entre Iguala y el Sur de Mezcala se encuentra el sinclinal llamado Tonalpa Balsas según Jenny (1933) (9); tiene una orientación Norte - Sur, pasa al - poniente un anticlinal al que el mismo autor llamó anticlinal Ixcateopan - Balsas. El cañón El Zopilote excavado por el arroyo del mismo nombre deja ver el flanco de otra estructura anticlinal con orientación NNE - SSW.

El fracturamiento y fallamiento principal tiene una dirección de  $NE 11^{\circ} - 42^{\circ} SW$  y en ocasiones hasta  $N - S$ . El fracturamiento secundario es  $E - W$  hasta  $NW 21^{\circ} SE$ . Estas fallas y fracturas regionales afectan tanto a rocas igneas, - como sedimentarias lo que indica que son posteriores a los intrusivos; además, en las rocas intrusivas existe un fracturamiento que conserva esta misma orientación.

Las intrusiones graníticas le dan gran importancia al punto de vista geológico - minero ya que el emplazamiento de estas dió como lugar a aureolas de - metamorfismo de contacto. En dicha aureola, entre el contacto del intrusivo - con las rocas sedimentarias adyacentes y en el mismo intrusivo se aloja la mine realización.

#### IV.- 3.- GEOLOGIA HISTORICA

En el Jurásico se registró en toda el área una regresión marina; la parte central de Guerrero permaneció como continental; la región continuó así hasta - el Albiano - Cenomaniano; en esta época se registró la transgresión de los mares del Cretácico y se cubrieron grandes extensiones. Estos mares (los del pacífico que formaron el llamado Portal del Balsas), se conectaron con los del Geosinclinal Mexicano hacia el Noreste (López Ramos, E. Geología de México. Tomo III; p. p. 152).

En estas cuencas marinas se depositaron potentes capas de calizas de tipo batial, neríticas y arrecifal, según las condiciones locales prevalecientes, - que son las que constituyen las formaciones Morelos y Cuicatlan.

Al final del turoniano se formó una cuenca alargada de Norte a Sur, poco - profunda y relativamente angosta desde Morelos hasta la actual Sierra Madre del Sur, en la que se depositaron las limolitas, lutitas y areniscas de la formación Mezcala.

Durante la depositación de estos sedimentos existieron ciertas condiciones de inestabilidad de pequeña magnitud de la cuenca provocada por las primeras pulsaciones de la orogenia Laramide; debido a la poca profundidad de los mares que - la cubrían, ocasionaba transgresiones y regresiones en la línea de la costa, lo que actualmente se manifiesta en la alternancia de lutitas y areniscas.

Se puede decir que en la región estudiada las rocas de la formación Mezcala, - representan los últimos sedimentos marinos que se depositaron durante el Cretácico.

Al final de este período bajo la acción de la Revolución Laramídica se retiraron los mares completamente de Guerrero y las rocas fueron sometidas a intensos esfuerzos tectónicos de los que resultaron las diferentes estructuras que actualmente se observan y que ya fueron descritas en el capítulo anterior referente a Geología Estructural.

Debe haber sido a principios del Terciario y por efectos de la Orogenia La-

ramifica que hubo en toda la región una serie de intrusiones ígneas como la que se encuentra en el área de estudio que es de tipo Granodiorítico y que constituye las rocas más jóvenes que afloran en el área. Los depósitos de aluvión que los ríos se han encargado de depositar, se deben a los procesos erosivos que han actuado durante todo el Terciario hasta el actual.

V.- GEOLOGIA DEL AREA EL LIMON

## V.- GEOLOGIA DEL AREA EL LIMON

En el área afloran rocas sedimentarias e ígneas intrusivas estas últimas - afectan al paquete sedimentario y dan origen a las rocas metamórficas de contacto.

El proyecto El Limón está cubierto por las formaciones que a continuación se describen.

V.1.- FORMACION MORELOS.- Esta formación cubre aproximadamente 60% del área de estudio. En el área el Limón aflora su miembro superior; está representada por calizas de color gris oscuro y compactas. Regularmente se presentan cavernas de disolución que pueden variar desde unos cm. varias decenas de metros.

La caliza ocurre ligeramente fracturada, con una orientación principal NE - 41° SW con echado de 64° al SE. Se llegan a encontrar algunos estratos con números fósiles.

En su parte inferior, las calizas tienen estratos de 15 a 45 cm. de espesor y hacia la parte superior tienen más de 2 m; finalmente se comportan en forma masiva.

El rumbo general en los estratos es de NW 16° SE al NW 41° SE con echados entre 10° - 22° SW.

El espesor medido de la formación que aflora en el área es aproximadamente de 490 m.

V.2.- FORMACION CUAUTLA.- Se localiza al SE a 3.5 km del Rancho El Limón, como un remanente en la zona de estudio.

Su litología se compone por intercalación de calizas arcillosas con pequeños horizontes de lutitas. Las calizas arcillosas, son de color gris oscuro, muy compactas, con poco fracturamiento; el espesor de los estratos es de 25 a 45 cm.

El rumbo es NW 68° SE y echado de 24° al NE. Las lutitas son de color rosa do a violeta, muy deleznales y bastante fracturadas; además, la formación está ligeramente plegada. El espesor de los estratos varía entre 1 y 8 cm.

V.3.- FORMACION MEZCALA.- Se localiza una porción al NE y otra hacia el SW-SE del Rancho El Limón; es fácilmente reconocible ya que presenta una topografía - suave con ciertos lomerios.

La litología se compone en alternancia de calizas arcillosas, areniscas y lutitas. Las calizas arcillosas, son de color gris oscuro, muy compactas, con cierto fracturamiento; el espesor de estratos es de 15 a 35 cm. Con un rumbo tomado de NW 60° SE y echado de 18° al NE. Las lutitas son de color gris pardo; se puede ver una fina laminación, con un intenso plegamiento; forman estructuras en chevrón; el espesor de los estratos varía entre 0.2 y 4 cm. Las areniscas son de color gris verdoso, compactas y resistentes, con espesores de los estratos - que varían de 4 a 25 cm.

V.4.- ROCAS IGNEAS.- En el área se presentan rocas igneas como: microgranitos calcoalcalinos, microtonalitas y dacitas de biotita como se puede ver en el apén dice petrográfico.

Por último basándose en otros estudios, la granodiorita es la más importante en el área, se encuentra íntimamente relacionada con la mineralización. Los cuerpos son Diques, Apófisis y Sills; se localizan hacia el SW del Rancho El - Limón. En el campo se aprecia una topografía suave y sumamente contrastante con las rocas calcáreas vecinas.

V.5.- ROCAS METAMORFICAS DE CONTACTO.- Estas son las más escasas en el área de estudio; se originaron por efectos del cuerpo intrusivo (rocas granodioríticas) sobre las rocas sedimentarias que son la Formaciones Morelos y Cuautla. Forman aureolas de metamorfismo de contacto alrededor de los apófisis de unos cuantos a 6 o 7 decenas de metros. Las rocas que se reportan principalmente por estudios realizados por el C.R.M. son: Mármoles, Hornfels y zonas de Skarn.

V.6.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL LOCAL.- En el área de estudio se observan dos sistemas de fallas, ambas preminerales. Estos sistemas son originados principalmente por movimientos tectónicos de "tipo Tensional".

Se tiene un sistema de fallamiento principal que se orienta NE-SW y buza hacia el SE. Este sistema es el más importante porque se encuentran estructuras donde se aloja la mineralización; se tienen desarrollos longitudinales que varían entre 50-350 metros o más, con una potencia de 0.80-2.10 metros. Algunas de estas estructuras se encuentran en la Mina La Faustina, El Algodón, El Tepechic, El Anono y Mina del Agua.

El otro sistema que se encuentra es poco importante, tiene una orientación NW-SE y buza hacia el NE. Presenta un desarrollo longitudinal de 8 km o más; existe una mineralización dentro del sistema de fallamiento únicamente en el prospecto Los Perdidos; se presentan a menudo brechas de falla, pero éstas se comportan estériles.

Se puede decir también que los prospectos Los Caballos, El Calabozo y La Esmeralda entran en el patrón estructural donde se emplazan los Diques de composición granodiorítica los cuales están pobremente mineralizados.

## VI.- YACIMIENTOS MINERALES

## VI.- YACIMIENTOS MINERALES

Se visitaron 33 prospectos en el área del Limón Gro., de los cuales 6 tienen la posibilidad de ser económicamente explotables; son los siguientes:

- a).- Prospecto El Tepechicle
- b).- Mina La Faustina
- c).- Prospecto El Caballo III
- d).- Prospecto Mina El Sapo
- e).- Prospecto La Vainancho
- f).- Prospecto San Agustín, Gabí y Tres Estrellas

Para dar facilidad a la exposición, se hablará primeramente de la localización, situación legal e infraestructura.

A).- Prospecto El Tepechicle.- Se ubica al S 31° E a 1.5 Km del Rancho - Real del Limón, sobre la ladera Norte del cerro El Limón, Mpio de Cocula, Gro., a una altura de 988 M.S.N.M sus coordenadas geográficas son 17° 59' 32" de - Latitud Norte y 99° 42' 12" de Longitud Oeste.

B).- Mina la Faustina.- Se localiza al S 51° E a 2.5 Km del Rancho Real del Limón, en la ladera Norte del cerro El Limón, Mpio de Cocula, Gro., a una altura de 1325 M.S.N.M., sus coordenadas geográficas son 17° 59' 18" Latitud - Norte y 99° 42' 35" de Longitud Oeste.

C).- Prospecto El Caballo III.- Se encuentra al S 45° W a 800 m en línea recta del Rancho Real del Limón, en la falda NE del cerro El Limón, Mpio de - Cocula, Gro., con una altura de 1170 M.S.N.M., sus coordenadas geográficas son: 18° 00' 00" de Latitud Norte y 99° 43' 00" de Longitud Oeste.

D).- Prospecto Mina El Sapo.- Situada al S 15° W a 2.5 Km del Rancho - Real del Limón, sobre la ladera SE del cerro El Limón, Mpio de Cocula, Gro., a una altura de 825 M.S.N.M., sus coordenadas geográficas son: 17° 58' 00" de - Latitud Norte y 99° 40' 50" de Longitud Oeste.

E).- Prospecto la Vainancha.- Se localiza al Sur franco a 16 Km del Rancho Real del Limón, en la falda SE del cerro El Limón, Mpio de Cocula, Gro., a una altura de 1150 M.S.N.M., sus coordenadas geográficas son: 17° 58' 45" de Latitud Norte y 99° 42' 35" de Longitud Oeste.

F).- Prospectos San Agustín, Gabí y tres Estrellas.- Se ubican al S 46° W a 650 m en línea recta del Rancho Real del Limón, en la falda NE del cerro El Limón, Mpio de Cocula, Gro., con una altura de 1380 M.S.N.M., sus coordenadas geográficas son: 17° 59' 30" de Latitud Norte y 99° 42' 48" de Longitud Oeste.

Situación Legal.- El área de estudio se ampara por la Reserva Minera Nacional Morelos que cubre una superficie de 49 400 Hectáreas; se encuentran las siguientes asignaciones:

Asignación Minera El Limón expediente 33-A/24 con una superficie de 588 hectáreas. Los prospectos citados con anterioridad pertenecen a esta asignación.

Ampliación San Francisco expediente 33-A/17 con una superficie de 40 Hectáreas.

Concesión El Ancho cuyo expediente es 6414 con una superficie de 25 Hectáreas.

Por último Rodeada por la Asignación Río Balsas expediente 33-A/37 con una superficie de 8992 Hectáreas.

Infraestructura.- Existen dos vías de acceso las cuales se les tienen - que dar constante mantenimiento. En el poblado de Mezcala se encuentran dos plantas de beneficio y son:

Planta de la Dirección de Minería del Estado de Guerrero con capacidad de 100 toneladas diarias, molienda con doble clasificación y flotación selectiva

para obtener concentrados de Oro y Plata, Plomo y Zinc.

Planta de la Compañía Minera Concepción Carmen y Anexas, S.A. con capacidad instalada para tratar 30 toneladas diarias por el proceso de flotación y cianuración para obtener precipitados de Oro, Plata y Cobre.

#### VI.A.- PARAGENESIS Y SUCESION

Descripción de los minerales analizados en el Microscopio Minerográfico y en la Microsonda Electrónica. Se describen por orden de abundancia decreciente.

**GALENA (PbS).**- Es la principal mena de plomo. Existe en formas granulares diseminadas o masivas. Se presenta de manera abundante en amplios sectores, asociada a la freibergita, esfalerita y pirita. Este mineral no puede encontrarse dentro de la pirita. No es raro observarlo como relleno de vetillas. La galena ocupa en las áreas mineralizadas aproximadamente de un 10 a 20% de abundancia.

**PIRITA (FeS<sub>2</sub>).**- Es un mineral ampliamente distribuido; se presenta en cristales de contorno eudrales o subdrales y en agregados masivos. Generalmente en las superficies pulidas se encuentran cristales aislados diseminados y en menor proporción masiva. La pirita ocupa aproximadamente de un 5 a 10% de abundancia en zonas mineralizadas.

**ESFALERITA (ZnS).**- Es la principal mena del Zinc; se encuentra asociada a la galena en menor proporción. Se presenta en forma granular y en cristales diseminados finos. La esfalerita presenta aproximadamente de un 4 a 8% en cuanto a abundancia en áreas de mineralización.

**CALCOPIRITA (CuFeS<sub>2</sub>).**- Se presenta asociada a la galena y esfalerita en formas granulares o diseminadas. En algunas superficies se puede ver como la calcopirita reemplaza a la pirita. El porcentaje de abundancia de la calcopirita en áreas mineralizadas va de un 3 a 9%.

ARGENTITA ( $Ag_2S$ ).- Se encuentra en forma de inclusiones microscópicas en la galena, entre más pequeños son los cristales de galena aumenta el contenido de plata.

ARSENOPIRITA ( $FeAsS$ ).- Es un mineral en forma de cristales granulares, se puede encontrar asociada a la galena y esfalerita en menor proporción .

FREIBERGITA ( $Sb_4S_{13}$ ) ( $CuFeZnAg$ )<sub>12</sub>.- Se presenta en forma de inclusiones microscópicas en la esfalerita y galena. A medida que la galena se hace más pequeña en los cristales aumenta su contenido de plata.

De acuerdo a los minerales y sus características texturales descritas anteriormente, se hizo una sucesión propuesta de la paragénesis del área El Limón, Mpio de Cocula Gro., la cual está descrita en la figura No. 5 anexa a este capítulo.

#### VI.B.- TIPOS DE ALTERACIONES

Las altas temperaturas del cuerpo granodiorítico intrusivo, así como las diferentes reacciones químicas que tuvieron lugar durante la intrusión de las soluciones hidrotermales; dieron lugar a que las rocas encajonantes sufrieran cambios y alteraciones que afectan a las rocas que están en contacto con los yacimientos minerales. Asimismo; existen modificaciones de la mineralización por fenómenos supergénicos. Entre las más comunes de las alteraciones, destacan las siguientes:

A).- OXIDACION.- Es una guía aceptable hacia zonas mineralizadas; las aguas meteóricas, al actuar sobre los minerales de mena tales como sulfuros primarios, pueden originar una asociación de minerales característicos de oxidación. Las fracturas y juntas son buenos conductos para permitir el paso a las soluciones oxidantes. Se forman los siguientes minerales: hematita, limonita, cerusita y hemimorfita.

SUCESION PROPUESTA DE LA PARAGENESIS  
 DEL AREA EL LIMON, MPIO DE COCULA,  
 GUERRERO.

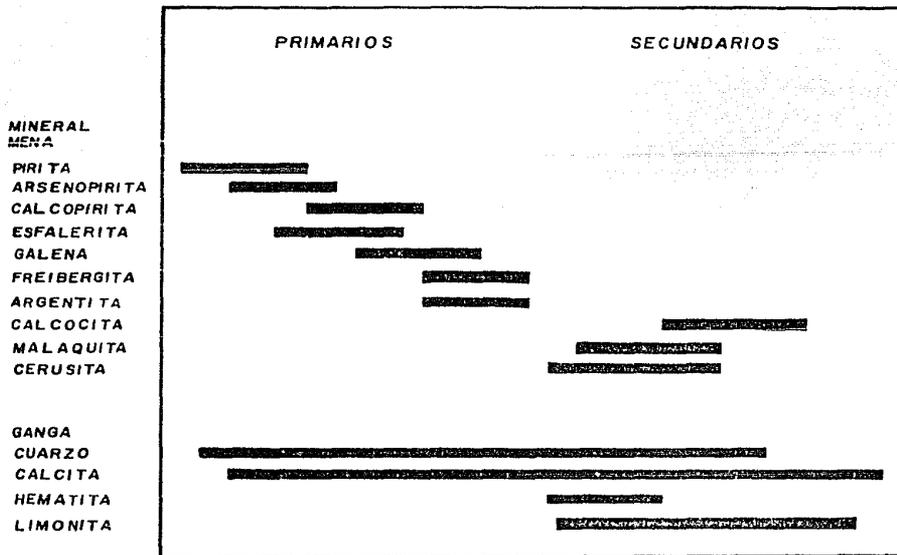


FIG. No. 5

B).- ARGILITIZACION.- Los minerales esenciales que presenta esta alteración son los minerales arcillosos y la sericita; a veces se encuentra en pequeña escala otros minerales como calcita y pirita. La variedad de arcillas presentes en el caolín.

Esta alteración sirve como guía en zonas mineralizadas ya se puede seguir en la traza de las estructuras; además afecta principalmente a los feldespatos. La ocurrencia de la argilitización es limitada ( ver lámina No. 6 ) de la reacción idealizada de una veta.

C).- CARBONATACION.- Se localiza cerca de la veta; es la formación de cualquier tipo de carbonato; con este término se incluye la calcita, la rodocrosita e indicadores de determinados tipos de yacimientos minerales. La carbonatación es una buena guía.

D).- SILICIFICACION.- Esta alteración se presenta en rocas carbonatas de intenso fracturamiento y asociada a vetas. Los minerales que alteran están - rocas son principalmente la sílice y el feldespato potásico y provocan un cambio en su textura original. La alteración ( ver lámina No. 6 ), se encuentra en las zonas adyacentes a las vetas; significa que a medida de que se aproxima más a la veta, la roca fracturada pierde progresivamente en textura original. La silicificación puede continuar a profundidad y se considera como una buena - guía de mineralización.

E).- CLORITIZACION.- Esta alteración tiene amplia distribución superficial; afecta a todas las rocas en mayor o menor grado. La clorita se presenta por grandes manchones de coloración verde claro, en cristales anedrales de diversos tamaños; reemplaza a los minerales máficos y accidentalmente a las plagioclasas en grado mayor. La cloritización es generalmente una guía hacia otra alteración.

F).- MARMOLIZACION.- Es una alteración que se presenta a lo largo del contacto entre calizas y rocas ígneas intrusivas; da como resultado una recristalización de los carbonatos de calcio constitutivos de estas últimas por efectos de

las temperaturas originadas durante la intrusión granodiorítica.

G).- SERITIZACION.- Esta alteración generalmente altera a las plagioclasas, feldespatos potásicos en granodioritas, andesitas, etc. se presenta en casi todo tipo de rocas. Puede ser una guía generalizada, pero en algunos distritos está en contacto con la mineralización y puede resultar buena guía — sobre todo en pórfidos cupríferos.

H).- PROPILITIZACION.- Se caracteriza por presentar los siguientes minerales: epidota, clorita, calcita y pirita. Esta alteración genera cambios — importantes en las rocas, en forma de reemplazamiento de plagioclasas por epidota y calcita y los minerales máficos originales son sustituidos por epidota, pirita y algunas veces calcita. ( ver lámina No. 6 ).

#### MINERALOGIA DE ORIGEN SUPERGENICO

Los minerales supergénicos se producen como consecuencia de un enriquecimiento secundario producto de la oxidación y acumulación en la zona de sulfuros primarios.

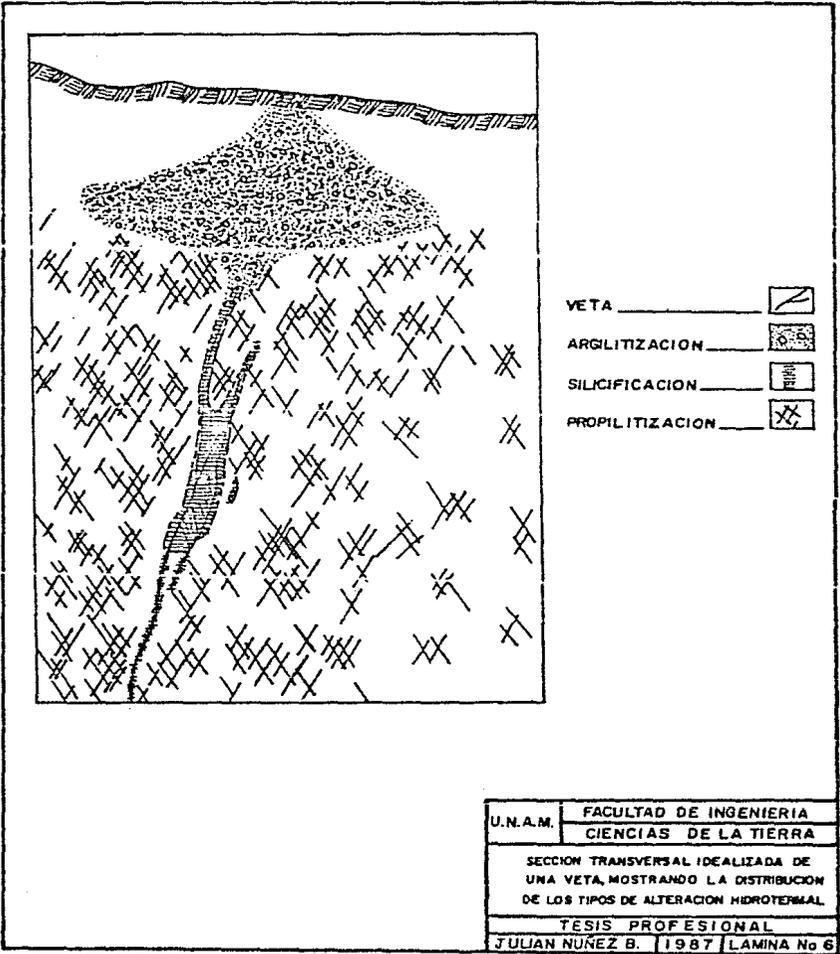
Los minerales supergénicos encontrados en El Limón, Mpio de Cocula; Gro. son:

Limonita (  $FeO_3NH_2O$  ).- Generalmente se encuentra en forma terrosa; es la más común de los minerales de hierro. Se encuentra con frecuencia en la zona de oxidación.

Hematita (  $Fe_2O_3$  ).- Se encuentra asociada con la limonita en las partes oxidadas de las vetas.

Siderita (  $FeCO_3$  ).- Se observa en forma de manchones, de color pardo a castaño en algunas fallas o fracturas.

Cerusita (  $PbCO_3$  ).- Presente en la zona de oxidación, como producto — secundario de la galena y asociada a la limonita.



U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA CIENCIAS DE LA TIERRA
SECCION TRANSVERSAL IDEALIZADA DE UNA VETA, MOSTRANDO LA DISTRIBUCION DE LOS TIPOS DE ALTERACION HIDROTHERMAL	
TESIS PROFESIONAL	
JULIAN NUÑEZ B.	1987 LAMINA No 6

## VI.C.- MUESTREO Y ANALISIS

Muestreo.- En la exploración de un yacimiento, una de las tareas más importante es el muestreo de la estructura mineralizada; los resultados que se obtienen de dichas muestras dan las bases para decidir si el proyecto en cuestión es económicamente viable o no; se debe tomar en consideración las pruebas metalúrgicas de recuperación de los minerales por explotarse.

El muestreo del yacimiento se efectuó sistemáticamente cada dos metros en todas las obras que se visitaron.

La toma de la muestra se hizo de canal, perpendicularmente a la estructura mineralizada, a partir de los contactos con las rocas encajonantes; los contactos son fácilmente identificables ya que se trata de vetas fallas.

El total de muestras recolectadas en interior de mina y superficie fue de 110; éstas se analizaron en el laboratorio del C.R.M. para investigar su contenido en gramos por toneladas de Oro (Au) y Plata (Ag), así como los porcentajes de Plomo (Pb), Zinc (Zn) y Cobre (Cu).

Análisis.- Para el análisis químico de las muestras, se enviaron al laboratorio Físico-Químico del C.R.M. en México y en el laboratorio de Temascaltepec, Edo. de México. En el primero se realizó por disolución ácida, nítrica y absorción atómica para Au, Ag, Pb, Zn y Cu. En el laboratorio de Temascaltepec se analizó por el método de copelación para Au y Ag.

La relación del muestreo efectuado y sus resultados del laboratorio son los siguientes:

RELACION DEL MUESTREO EFECTUADO EN EL PROSPECTO EL TEPECHICLE

( C. R. M. )

( LAB. TEN. )

MEXICO

EDO. DE MEXICO

MUESTRA No.	ANCHO ( M )	PLATA gr/ton	PLOMO %	PLATA gr/ton
G - 68	0.60	201		85
G - 69	0.30	77	2.00	
TEP - 1	0.50	104	2.69	85
TEP - 2	0.40	50	1.05	36
TEP - 3	0.80	195	5.06	155
TEP - 4	0.90	413	11.50	326
TEP - 5	0.75	123	2.65	82
TEP - 6	0.80	52	1.52	36
TEP - 7	0.25	26	0.40	12
TEP - 10	0.40	28	0.64	12
TEP - 11	0.30	940	0.67	751

RELACION DEL MUESTREO EFECTUADO EN LA MINA LA FAUSTINA

( C. R. M. )

MEXICO

MUESTRA No.	ANCHO ( M )	PLATA gr/ton	PLOMO %
G - 30	0.50	232	2.00
G - 31	0.40	76	1.60
G - 32	0.60	397	Ind.
G - 33	0.90	130	1.80
G - 34	0.50	53	1.00
G - 35	0.20	12	0.03
FAU - 1	0.20	147	
FAU - 2	0.50	470	
FAU - 3	0.20	-	
FAU - 4	0.40	40	
FAU - 5	0.80	90	
FAU - 6	0.80	145	
FAU - 7	0.40	357	
FAU - 8	0.40	342	
FAU - 9	0.50	331	
FAU - 10	0.70	350	
FAU - 11	1.50	260	
FAU - 12	1.20	278	
FAU - 13	0.30	346	
FAU - 14	0.50	81	
FAU - 15	0.37	-	
FAU - 16	0.40	407	
FAU - 17	0.30	630	
FAU - 18	0.30	10	

NUESTRA No.	ANCHO ( M )	PLATA gr/ton
FAU - 19	0.20	90
FAU - 20	0.20	204
FAU - 21	1.60	18
FAU - 22	0.30	103
FAU - 23	0.40	334
FAU - 24	0.70	33
FAU - 25	0.70	20
FAU - 26	0.20	35

RELACION DEL MUESTREO EFECTUADO EN EL PROSPECTO EL CABALLO III

MUESTRA No.	( C. R. M. ) MEXICO		( LAB. TEM. ) EDG. DE MEXICO	
	ANCHO ( M )	PLATA gr/ton	ORO gr/ton	PLATA gr/ton
FA - 278	0.60	10		8
FA - 279	0.50	920	1.00	704
FA - 280	0.40	355		298
FA - 281	0.40	64		75
FA - 282	0.30	940	2.00	1196
FA - 283	0.60	930	1.00	130
FA - 284	0.90	317		245
FA - 285	0.81	680		60
FA - 286	0.64	144		145
FA - 287	0.71	-		-
FA - 288	0.40	338		135

RELACION DEL MUESTREO EFECTUADO EN EL PROSPECTO MINA EL SAPO

MUESTRA No.	( C. R. M. ) MEXICO		
	ANCHO ( M )	PLATA gr/ton	PLOMO %
SAP - 1	1.50	436	11.6
SAP - 2	1.30	462	12.9
SAP - 3	1.00	374	12.0

RELACION DEL MUESTREO EFECTUADO EN EL PROSPECTO LA VAINANCHA

MUESTRA	No.	( C. R. M. )		( LAB. TEM. )
		MEXICO		EDO. DE MEXICO
		ANCHO	PLATA	PLATA
		( M )	gr/ton	gr/ton
FA	- 306	0.80	55	67
FA	- 307	0.83	76	62
FA	- 308	0.68	50	58
FA	- 309	0.70	62	60
FA	- 310	0.41	358	260
FA	- 311	0.35	690	530
FA	- 312	0.32	151	110
FA	- 313	0.38	224	180
FA	- 314	0.36	50	50

RELACION DEL MUESTREO EFECTUADO EN LOS PROSPECTOS SAN AGUSTIN, GABI Y TRES ESTRELLAS

( C. R. M. ) MEXICO

MUESTRA	No.	ANCHO ( M )	ORO g/ton	PLATA	PLOMO %	ZINC %	COPRE %
JL	- 22	1.00		5	0.03	0.01	0.04
JL	- 23	1.00		5	0.04	0.03	0.07
JL	- 24	1.15	0.35	510	4.65	0.85	0.07
JL	- 25	0.85	0.23	86	1.01	0.11	0.009
JL	- 26	1.20		27	0.24	0.18	0.007
JL	- 27	1.20	0.25	21	0.16	0.16	0.007
JL	- 28	1.50	0.51	1510	17.70	0.41	0.11
JL	- 1	0.70	0.50	295	0.83	6.6	0.02
JL	- 2	0.80	0.19	280	3.09	6.1	0.02
JL	- 3	0.90	0.34	1030	5.13	7.5	0.06
JL	- 4	0.80	0.31	870	8.1	9.5	0.06
JL	- 5	0.80	1.02	340	4.44	1.43	0.04
JL	- 6	1.00	0.25	75	0.94	1.81	0.01
JL	- 7	0.80	0.21	315	0.86	2.63	0.04
JL	- 8	0.80	0.07	110	0.51	1.26	0.02
JL	- 9	0.50	0.08	72	0.54	0.71	0.02
JL	- 10	1.20	0.24	520	2.46	3.23	0.05
JL	- 11	0.80	0.06	153	0.41	0.71	0.04
JL	- 12	0.50	0.17	196	1.97	0.42	0.02
JL	- 13	0.50	0.32	319	3.87	3.43	0.9
JL	- 14	0.60	0.21	446	1.39	3.5	0.07
JL	- 15	0.70	0.29	750	2.27	1.89	0.10
JL	- 16	1.00	0.10	437	1.48	0.42	0.04
JL	- 17	0.60	0.37	830	4.51	6.8	0.13
JL	- 18	0.50	0.12	195	1.14	1.35	0.03

MUESTRA No.	ANCHO ( M )	ORO gr/ton	PLATA	PLOMO %	ZINC %	COBRE %
JL - 19	0.60	0.15	262	1.78	3.5	0.04
JL - 20	0.60	0.04	67	0.14	0.90	0.02
JL - 21	0.60	0.31	365	2.37	0.21	0.10
JL - 57	0.80	1.18	245	0.21	1.00	0.0225
JL - 58	1.00	0.88	820	3.17	1.74	0.0690
JL - 59	1.00	0.39	510	2.84	1.51	0.0348
JL - 60	0.65	0.70	930	2.35	5.41	0.0511

PROSPECTO GABI

MUESTRA No.	ANCHO ( M )	ORO gr/ton	PLATA	PLOMO %	ZINC %
JL - 35	1.00	0.73	394	4.98	2.06
JL - 36	0.90	0.15	209	1.29	0.42
JL - 37	0.68	0.57	495	4.35	0.87
JL - 61	0.20	0.34	1930	17.20	8.50
JL - 62	0.25	0.96	760	11.60	4.15
JL - 63	0.30	1.24	720	11.00	6.00

PROSPECTO TRES ESTRELLAS

MUESTRA No.	ANCHO ( M )	ORO gr/ton	PLATA	PLOMO %	ZINC %	COBRE %
JL - 29	0.80	1.11	920	1.44	0.30	0.10
JL - 30	1.20	0.17	126	0.20	0.06	0.014
JL - 31	0.70	0.26	19	0.07	0.70	0.02

MUESTRA	No.	ANCHO ( M )	ORO gr/ton	PLATA	PLOMO %	ZINC %	COBRE %
JL	- 32	0.90	0.38	29	0.16	0.17	0.014
JL	- 33	0.90	0.50	372	0.38	0.10	0.15
JL	- 34	0.50	0.29	51	0.06	0.02	0.033

#### VI.D.- CALCULO DE RESERVAS Y TONELAJE

Para calcular el tonelaje del mineral, primero se indicará lo que son las reservas del mineral con que cuenta un yacimiento; es un factor definitivo — para elaborar un balance económico del proyecto en cuestión; se debe tomar — como base la cantidad, calidad, conocimiento geológico del cuerpo mineralizado así como los precios y demanda en el mercado de dicho mineral y la mayor o menor facilidad con que cuenta el yacimiento para su explotación así como para — el transporte y beneficio del mineral.

Ahora bien, para clasificación de reservas, las más aceptables y generalizadas son las siguientes:

##### A).- RESERVAS COMPROBADAS O MEDIDAS

Es el material sobre el cual se calcula el tonelaje basándose en dimensiones reveladas en afloramientos, trincheras, trabajos subterráneos, pozos de perforación y del cual se calcula la ley tomando en cuenta que se ha hecho un muestreo en forma adecuada en los lugares que pueden inspeccionar, el muestreo y las mediciones son especialmente de tal forma que el carácter geológico, tamaño, forma y contenido del mineral puedan ser establecidas.

El tonelaje y la ley de minerales preciosos deben poder juzgarse dentro de los límites de precisión claramente establecidos. Debe establecerse si el tonelaje y la ley de mineral " in situ " es extraíble, indicando el factor de disolución, así como también las relaciones de cada factor, claramente explicadas.

##### B).- RESERVAS PROBABLES O INDICADAS

Son las reservas del material del cual se hacen calculos de tonelaje y ley basándose en mediciones específicas y datos de producción y en parte sobre distancias razonables respaldadas por evidencias geológicas.

Los puntos que son accesibles para ser inspeccionados y muestreados son —

distantes unos de otros lo necesario como para establecer una clara continuidad del mineral y la estructura.

C).- RESERVAS POSIBLES O INFERIDAS

Es el material por el que las estimaciones cuantitativas están basadas principalmente sobre el conocimiento amplio del carácter geológico del yacimiento y para el que existan pocas o ninguna muestra o medida. Estas mediciones se basan en la continuidad y repeticiones supuestas para las cuales existen indicaciones geológicas razonables. Estas indicaciones pueden incluir comparaciones con depósitos de tipo semejante. Cuerpos completamente sepultados pueden ser incluidos si para ello existen evidencias específicas.

Las estimaciones del mineral posible, deben incluir la información de las condiciones en las cuales ocurre el mineral. Las leyes de mineralización, - no obstante solo por muestreo y análisis.

El cálculo de tonelaje se realizó tomando los parámetros siguientes:

$$T. M. = V \times P. E.$$

$$V = A \times E$$

Donde: T. M. = Tonelaje del mineral  
V = Volumen en M<sup>3</sup>  
A = Area mineralizada en M<sup>2</sup>  
E = Espesor promedio de estructuras en M  
P. E. = Peso específico

El peso específico ha sido calculado a través de una serie de resultados - obtenidos y promedios de las muestras colectadas en El Limón.

En este trabajo se a tomado 3.00 como peso específico, con el objeto de - tener un cálculo de reservas más general. Al aplicar la fórmula siguiente se determinan los valores medios contenidos:

Para cada elemento

$$\text{Ancho} \times \text{Ley} = X_1$$

$$\text{Ancho} \times \text{Ley} = X_2$$

$$\text{Ancho} \times \text{Ley} = X_n$$

$$\text{Ley Media} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{\text{\# de Anchos}}$$

TABLA QUE INDICA EL TONELAJE EN RESERVAS

LONGITUD EN MTS.	PROFUNDIDAD EN MTS.	POTENCIA EN MTC.	P.E.	TON.			
PROSPECTO EL TEPECHICLE				POSIBLES			
60	30	0.55	3	2,970			
MINA LA FAUSTINA				POSIBLES			
25	30	0.52	3	1,170			
172	138	0.52	3	39,164			
PROSPECTO EL CABALLO III				POSIBLES			
45	25	0.55	3	1,890			
PROSPECTO EL SAPO				POSIBLES			
8	8	1.27	3	243			
PROSPECTO LA VAINANCHA				POSIBLES			
15	10	0.75	3	338			
18	15	0.36	3	292			
PROSPECTO SAN AGUSTIN							
ANCHO	Au	Ag	Pb	Zn	Cu		
0.93	0.32	442	3.0	2.0	0.04	5,635.8	POSIBLES

FUENTE DE INFORMACION: CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

V.E.- NATURALEZA LITOLÓGICA Y ESTRATIGRAFIA DE LAS ROCAS HUESPED

A).- PROSPECTO EL TEPECHICLE

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias, calizas de la Formación Morelos del Cretácico Inferior; éstas tienen color gris oscuro, con rumbo en los estratos de NE 31° SW, con echados entre 12° - 16° hacia el NW. El espesor de los estratos es de 1.00 a 2.0 metros. La roca encajonante es la caliza de la Formación Morelos.

B).- MINA LA FAUSTINA

El ambiente geológico es sedimentario; se observan calizas de la formación Morelos del Cretácico Inferior; estas rocas son de color gris oscuro, con rumbo de los estratos de NE 51° SW, y echados entre 19° - 23° hacia el SE. El espesor de los estratos varía de 0.70 a 1.00 metros. La roca encajonante es la caliza de la Formación Morelos.

C).- PROSPECTO EL CABALLO III

Se tienen calizas pobremente estratificadas pertenecientes a la Formación Morelos del Cretácico Inferior; presentan un rumbo de NE 28° SW, con echado de 25° al SE. Estas fueron afectadas por rocas ígneas intrusivas de composición granodioríticas ( microgranitos calcoalcalinos ) y fueron transformadas en calizas marmolizadas y mármol. Roca encajonante presente es la granodiorita ( microgranito calcoalcalino ) en la primera parte; continúan con calizas algo marmolizadas pertenecientes a la Formación Morelos.

D).- PROSPECTO MINA EL SAPO

Afloran calizas de la formación Morelos del Cretácico Inferior; son de color gris, con un rumbo de NW 30° SE y echado de 15° al SW; el espesor de los estratos es de 1.00 metro. Como roca encajonante se tiene a la caliza de la formación Morelos.

E).- PROSPECTO LA VAINANCHA

Afloran calizas pobremente estratificadas pertenecientes a la formación Morelos del Cretácico Inferior; son de color gris, con un rumbo de NE 30° SW y echados que varían de 6° a 8° al NW, el espesor de los estratos es de 0.40 a 1.20 metros. La roca encajonante es caliza de la formación Morelos.

F.- PROSPECTOS SAN AGUSTIN, GABI Y TRES ESTRELLAS

Se encuentran presentes rocas ígneas intrusivas de tipo granodiorítico ( microgranitos calcoalcalinos ); su persistencia se ve interrumpida por completo al llegar al contacto con las calizas de la formación Morelos, - que presentan una cierta recristalización. La roca encajonante es una granodiorita ( microgranito calcoalcalino ) la cual se presenta como un Sills intercalado entre las calizas de la formación Morelos.

OBRAS MINERAS

A).- PROSPECTO EL TEPECHICLE.- Existe un socavón con rumbo S 40° W, - con una sección de 2.25 x 2.00 m y un desarrollo longitudinal de 12 m al NE; se labraron 7 m para dos pozos pequeños sobre la misma veta.

El pozo No. 1 tiene una sección de 1.50 x 0.80 m con una profundidad de 2.00 m, el pozo No. 2 tiene una sección de 2.00 x 1.00 m con una profundidad de 1.00 m.

B).- MINA LA FAUSTINA.- Se encuentra un crucero con rumbo S 10° W, con una sección de 1.70 x 1.80 m y una longitud de 32.5 m. A los 11 m se encuentra la frente No. 1 hacia el SW a rumbo de veta; tiene una sección de 1.70 x 1.80 m con una longitud de 20.00 m. Al final del crucero se corta otra estructura mineralizada, en la cual se desarrolla la frente No. 2 hacia el SW a rumbo de veta; tiene una sección de 1.80 x 1.80 m con una longitud de 8.00 m. - Además, existen dos pozos que se localizan al Sur; pozo No. 1 tiene una sección de 5.00 x 2.00 m con una profundidad de 5.50 m y el pozo No. 2 con una sección de 1.00 x 1.00 m con una profundidad de 15.00 m; se amplía a los 7.00 m con un ancho máximo de 9.00 m.

Por último, se hizo una cata con sección de 2.50 x 1.50 m con una profundidad de 1.00 m; además se limpiaron 3 catas y 2 zanjas.

C).- PROSPECTO EL CABALLO III.- Existe un socavón con rumbo de S 10° W con sección de 1.60 x 2.00 m y una longitud de 29.00 m. En el socavón, a los 5.00 m, se encuentra un pozo con sección de 2.00 x 1.80 m y una profundidad de 5.00 m; durante el trabajo se excavó una zanja de longitud 1.25 m con un -

ancho de 0.50 m y una profundidad de 0.60 m.

D).- PROSPECTO EL SAPO.- Lo único que se tiene como obra directa es un socavón de 1.00 x 1.50 m, con una longitud de 3.50 m.

E).- PROSPECTO LA VAINANCHA.- Existen dos socavones que fueron labrados sobre las dos vetas. El socavón No.1 tiene un rumbo N 70° W con una sección de 1.80 x 1.60 m y longitud de 17 m; al principio de este socavón se encuentra un pozo con sección de 1.40 x 1.60 m y profundidad de 6.00 m; al final se desarrolla una frente al NW como al SE con una longitud de 6.00 m. El socavón No. 2 tiene un rumbo de N 62° W, con una sección de 1.80 x 1.40 m, con una longitud de 18.00 m, ( se encuentra asolvado ).

F).- PROSPECTOS SAN AGUSTIN, GABI Y TRES ESTRELLAS

SAN AGUSTIN.- Se tiene un socavón inclinado con 30 m de desarrollo con un comido de 20 m de desnivel, además se realizarón 5 zanjas con objeto de detectar la estructura en superficie longitudinalmente.

GABI.- Existe un socavón de 17.00 m de longitud a través de una veta de forma tabular con rumbo S 57° W con un echado promedio de 72° al SE; a 7.00 m de bocamina hacia el interior se tiene un pozo vertical de 7.00 m de profundidad.

TRES ESTRELLAS.- Presenta 2 socavones, uno horizontal con desarrollo de 10.00 m y otro inclinado con desarrollo de 5.00 m; el desnivel entre ambos socavones es de 1.5 m.

#### VI.F.- ESTRUCTURA DE LOS YACIMIENTOS

A).- PROSPECTO EL TEPECHICLE.- Su estructura son dos vetas fallas para telas. La principal tiene un rumbo de NE 39° SW hacia el SE, se observa en partes brechadas y se comporta en forma lenticular. La otra veta se encuentra al alto de la estructura principal con un comportamiento semejante a la veta anterior, presentan un espesor promedio de 0.60 m.

B).- MINA LA FAUSTINA.- Son estructuras formando dos vetas fallas mineralizadas en forma lenticular con rumbo general NE 42° SW y echados entre 75° - 82° NW, se presenta en algunas partes vertical hasta llegar al SE, tienen un espesor promedio de 0.50 m.

C).- PROSPECTO EL CABALLO III.- La estructura que se tiene es una veta tabular con un rumbo NE 9° SW y un echado de 64° al SE; presenta un espesor promedio de 0.56 m.

D).- PROSPECTO MINA EL SAPO.- La estructura es una veta en forma de rosario, con un rumbo de NE 65° SW, y un echado de 46° al NW, es evidentemente su comportamiento en forma lenticular ya que al final de la veta se angosta y forma una estructura en forma de lente; su espesor promedio es de 1.26 m.

E).- PROSPECTO LA VAINANCHA.- Las estructuras que existen son dos vetas subparalelas de forma tabular. La veta No. 1 tiene un rumbo de NW 72° SE con echado de 88° al SW y un espesor promedio de 0.75 m. La veta No. 2 tiene un rumbo de NW 63° SE con un echado de 83° al SW y un espesor promedio de 0.36 m.

F).- PROSPECTO SAN AGUSTIN.- La estructura es una veta más o menos homogénea con rumbo general de S 13° W, con echado promedio de 70° al NW, espesor promedio de 0.93 m.

G).- PROSPECTO GABI.- Su estructura es una veta homogénea que arma en una roca granodiorítica ( microgranito calcoalcalino ) con rumbo S 58° W con echado promedio de 71° al SE; su espesor promedio es de 0.53 m.

H).- PROSPECTO TRES ESTRELLAS.- La única estructura presente es una veta homogénea con rumbo general de S 29° W, con un echado de 75° al NW y un espesor promedio de 0.83 m.

## VI. G.- HIPOTESIS GENETICA

Con base en las características geológicas presentes y con la ayuda de métodos de laboratorio se puede proponer el siguiente origen para el depósito:

Por los estudios texturales efectuados, se deduce que la mineralización en el área de estudio es posterior a la formación de las rocas encajonantes; por tanto, los prospectos son epigenéticos. Asimismo, es un ejemplo del resultado del relleno de fracturas, vetas fallas y cavidades debido a la precipitación química de sustancias transportadas por la circulación de soluciones mineralizadas con una cierta temperatura.

En el caso de los prospectos del área, existe una asociación clara de los siguientes minerales:

Galena - esfalerita - pirita - calcopirita

Este tipo de minerales tienen una cristalización de temperaturas que varía de los 200 a los 300° C.

Para una mejor comprensión acerca del origen de los prospectos se realizaron estudios de oclusiones fluidas. El objetivo de tales investigaciones es el de conocer la temperatura de la formación de los propios prospectos; asimismo, proporcionan detalles sobre la composición de los líquidos mineralizantes y da ideas para una mayor exactitud en las hipótesis genéticas que se propongan .

En los prospectos del Área El Limón, Gro., los resultados fueron los siguientes:

Temperatura.- El rango de temperatura es comprendido entre 215 y 270° C.

Presión.- La presión oscila entre 100 y 200 bars.

Salinidad.- El promedio de salinidad está comprendido entre 6.4 y 7.5% Weq.NaCl.

Comparativamente esta salinidad es característica de ciertos yacimientos de tipo "sulfuros masivos" y "vetas polimetálicas".

Si toma en cuenta la temperatura y presión mencionadas, es posible que - el depósito se encuentre en una zona de poca a mediana profundidad. Además, si se considera que se trata de una salinidad intermedia se puede suponer la génesis del yacimiento.

Se consultaron las tablas comparativas de la salinidad y se llegó a la - conclusión de que en lugares cercanos a la mineralización, la salinidad se incrementa. Mientras más lejos está de la fuente y, por tanto, más cercana a la superficie terrestre se presenta algunas reacciones con aguas meteóricas de esta manera, la salinidad decrece.

No se puede precisar a que distancia de la superficie se efectuó la mineralización, pues las vetas han sido descubiertas por presencia de factores de intemperismo y los sulfuros primarios han sufrido oxidaciones supergénicas; - no obstante, se puede tener con una cierta aproximación la profundidad que - tiene el depósito, para ello se hace uso de tablas específicas que pueden dar evidencias indirectas del yacimiento.

## VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### VII.1.- CONCLUSIONES

En relación con las ideas desarrolladas en el presente trabajo, se puede concluir que:

1.- Las rocas que afloran en el Area El Limón son de tipo sedimentario, ígneo y metamórfico, cuya edad varía del Cretácico Inferior al Terciario.

2.- El sistema de fallas principal sigue una orientación general NE - SE y buza hacia el NE, al parecer es el más antiguo, este fue originado por la dinámica durante el emplazamiento del cuerpo intrusivo, lo cual el sistema de fallas no fue favorable a la mineralización económica.

3.- El segundo sistema de fallamiento se orienta NE - SW y buza hacia el - SE, es donde se emplaza la mineralización económica tanto en vetas como en diques.

4.- En lo referente a los tipos de alteración en el Area El Limón, las más importantes son:

Oxidación, Argilitización, Carbonatación, Silicificación,  
Cloritización, Marmolización, Sericitización y Propilitización.

5.- La mineralización se emplaza en las vetas en forma de ramaleos dentro de las rocas sedimentarias, en menor cantidad se encuentra en rocas ígneas intrusivas y metamórficas, es posible que la edad de la mineralización se ubica en el Terciario Medio (?).

6.- Desde el punto de vista estructural las estructuras se presentan en forma de vetas.

7.- Los cuerpos intrusivos afectan a todo el paquete sedimentario, originando aureolas de metamorfismo de contacto, en las cuales se encuentran diferentes rocas metamórficas (mármol, skarn y hornfels).

8.- El tipo de mineralización corresponde al relleno de fallas, cavidades

y fracturas en forma de vetas con un espesor promedio de 0.55 m hasta 1.20 m.

9.- La mineralización predominante consiste en sulfuros de plata, plomo, zinc, fierro, óxidos de fierro (hematita y limonita) y oro que se encuentra en forma diseminado.

10.- La zona mineralizada se relaciona intimamente al cuerpo granodiorítico del Balsas, donde las rocas intrusivas revisten gran importancia en el Area El Limón ya que los rasgos de mineralización y ubicación de los prospectos se localizan en estos apófisis o en áreas cercanas a los mismos, ( Mina El Anono, Mina Todos Santos, Mina Amarilla, Mina La Brigida, Mina San Agustín, Tres Estrellas y Gabi ).

11.- En los siguientes prospectos: El Tepechic, Mina La Faustina, El Caballo III, Mina El Sapo, La Vainacha, San Agustín, Gabi y Tres Estrellas, se realizaron estudios petrográficos, minerográficos, en algunos microsonda electrónica y rayos X. Esto, para poder obtener información sobre las posibilidades de la mineralización en los prospectos del área en cuestión que se encuentran en el Area El Limón.

En las rocas que se presentan en la vecindad inmediata de la mineralización se observan las siguientes características.

1.- Dolomitización más o menos evidente, con la formación de cristales cuedrales de dolomita dispersos o en agregados diseminados en las calizas.

2.- Las rocas también se encuentran a menudo fragmentadas, con un intenso fracturamiento. A estas fracturas se encuentran asociadas con frecuencia agregados de clorita y epidota.

3.- En las calizas es frecuente observar cristales cuedrales y subedrales de pirita diseminados.

4.- Otro aspecto importante de las calizas es la cercanía con las estructuras mineralizadas es el ramaleo que existe de sulfuros (galena, blenda), en finas vetillas dentro de las calizas.

#### **MINERALES DE ALTERACION**

En la zona de yacimientos minerales son:

**PIRITA  
EPIDOTA  
CLORITA**

Como GUIAS a escala del  
Distrito Minero

**Abundantes ramaleos  
de vetillas de calcita**

Cercanos al yacimiento

**Ramaleos de vetillas  
de calcita con sulfuros de galena y -  
blenda**

Vecindad inmediata

## ESTRUCTURALES

1.- En el Distrito Minero "EL LIMON" se tiene una mineralización frecuente en "Vetas intraplutónicas". Los cuerpos periplutónicos son aparentemente escasos y de poca importancia económica.

2.- La mayor parte de los depósitos mineralizados en el Distrito se presentan alojados en franjas orientadas al NW 30°.

3.- Las Vetas se presentan en fallas o fracturas dentro de esas franjas; esas fallas o fracturas presentan una orientación generalizada al NE 40°.

## MINERALOGICAS

### 1.- Minerales Supérgenicos.

#### Sombreros oxidados.

En la zona del afloramiento de las Vetas se presentan oxidaciones bien marcadas. Así se tienen sombreros de fierro cuyos espesores oscilan entre los 10 y los 15 metros.

Estas zonas son de color pardo rojizo y ccre; su afloramiento coincide con las trazas de las vetas; son semidulznables y porosas. Por tanto, constituyen verdaderos sombreros de fierro perfectamente bien diferenciados.

El material se presenta con abundantes cavidades (moddes) originadas por los sulfuros disueltos en el proceso oxidante. Los principales constituyentes son: minerales de la mena: cerusita.

### LITOLÓGICAS

1.- Rocas sedimentarias: Las principales mineralizaciones de la zona estudiada se encuentran en forma de vetas dentro de las calizas con una mineralización polimetálica.

En la cercanía de las vetas se presenta una fuerte dolomitización de las calizas y en ocasiones una fuerte marmolización.

2.- En las rocas hipabisales: Microgranitos calcoalcalinos (zona San Agustín - Gabí - Tres estrellas).

Se presentan igualmente vetas polimetálicas y disseminaciones auríferas. Esta última característica es notablemente importante. Se debe realizar un muestreo de mucho detalle por oro y plata en estos cuerpos hipabisales. En tales condiciones, pueden tratarse de cuerpos con oro disseminado de bajas leyes pero de gran tonelaje.

## VII. 2. - RECOMENDACIONES

1.- Se recomienda continuar una etapa de exploración que consiste en un zanjeo sistemático según la condición de cada prospecto, con el fin de conocerlos en una longitud mínima de 250 m., ya que durante el estudio se realizó un zanjeo muy somero por carecer de presupuesto para la compra de explosivos.

2.- Se recomienda hacer al mismo tiempo estudios geofísicos; cuando el método polarización inducida éste tendrá por objeto precisar y limitar las áreas de mayor anomalía en la zona El Limón.

3.- Con todos los resultados e información existente de los prospectos se recomienda realizar un programa de barrenación con diamante para conocer el comportamiento de la mineralización.

B I B L I O G R A F I A

## B I B L I O G R A F I A

- ARRIAGA G.C., 1980.- Algunas consideraciones sobre la clasificación de yacimientos y sus relaciones con las rocas encajonantes en México, VIII Seminario Interno sobre Exploración Geológica - Minero, Consejo de Recursos Minerales. MEXICO. D.F.
- ARRIAGA G.C., 1977.- Apuntes de Minerografía 2a. parte, UNAM, Facultad de Ingeniería.
- AYORA I.C. Y CARDELLACH L.E., 1985.- Cristalografía y Mineralogía de sulfuros metálicos, textos inéditos. MEXICO, D. F.
- BETEMAN A.M., 1968.- Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico.- 5a. Edición Omega, S.A. España.
- BUSTOS D.J.J., 1983.- Informe Geológico Minero del Proyecto El Limón, Municipio de Cocula, Edo. de Guerrero, C.R.M. MEXICO, D. F.
- CABRAL V.J.C., 1983.- Informe Final de la Mina La Amarilla, Gro. Plata y Cobre; Mpio. de Cocula, Edo. de Guerrero. C.R.M. MEXICO, D. F.
- CABRAL V.J.C., 1984.- Informe de la 3a. Fase (Evaluativa) del Prospecto la Brigida, Mpio. de Cocula, Gro., Au, Ag, Pb y Zn. C.R.M. MEXICO, D. F.
- CAMPOS M.M.H., Exploración Geológica Minera en el Area de Campo Morado, Gro. C.R.M. MEXICO, D. F.
- CEPEDA D.L. Apuntes de Yacimientos Minerales. UNAM Fac. de Ingeniería, MEXICO, D. F.
- C.R.M., 1981.- Programa y Presupuesto de Barreración con diamante en el proyecto la Brigida, Mpio. de Cocula, Gro. C.R.M. MEXICO, D. F.

CSERNA Z., 1965.- Reconocimiento Geológico en La Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Edo. de Guerrero. Instituto de Geología, UNAM.

CSERNA Z. y FRIES Jr. C., 1981.- Hoja Taxco 14 Q-h (7), con resumen de la Geología de la Hoja Taxco, Estados de Guerrero, México y Morelos: Carta Geológica de México, Serie 1: 100,000. Instituto de Geología, UNAM.

E.W.H. HEINRICH, 1972.- Petrografía 2a. Edición.- Omega. ESPAÑA.

E. LOPEZ RAMOS, 1974.- Geología de México, 3a. Edición.

FRIES Jr. C., 1960.- Geología del Estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero, Región Central Meridional de México, Instituto de Geología, UNAM.

FRIES Jr. C., 1962.- Bosquejo Geológico de la Parte Central y Occidental - del Estado de Morelos y áreas contiguas de los Estados de Guerrero y México XX Congreso Internacional.

GARCIA H. G., Estudio Minero de las Minas de San Pedro en Mezcala, Guerrero. Tesis Profesional.

GILBERT CH. M., TURNER F.J. y WILLIAMS H., 1968.- Petrografía.- CECOSA. MEXICO, D.F.

HERNANDEZ G.J.J., 1980.- Exploración Geológica Minera del Area por Ag, Pb, Zn, Au, La Brigida, proyecto Ampliación San Francisco, Mpio. de Cocula, Guerrero. C.R.M. MEXICO, D.F.

HURLBUT S.C., 1974.- Manual de Mineralogía de Dana, Editorial Riverti, S.A. ESPAÑA.

KERR P.F., 1977.- Optical Mineralogy, Fourth Edition, Mc. Graw Hill. Books, USA.

LOPEZ A.J. Y SOLIS V.J., 1960.- Informe de la visita efectuada a la Mina El Anono propiedad de la Compañía Minera Suriana, S.A. C.R.M. MEXICO, D.F.

Mc. KINSTRY H.E., 1977.- Geología de Minas. 3a. Edición. Ediciones Omega - S.A. ESPAÑA.

MIRANDA E.C. y FRAGOSO L.J. de J., Yacimientos Minerales de la porción - Norte del Estado de Guerrero. Tesis Profesional.

MAUVOIS G., ROGER A., 1983.- Informe de la Investigación Tectónica Metalogénica de la parte Centroseptentrional del Edo. de Guerrero.

PANTOJA A.J., 1970.- Geología del Río Balsas entre Mezcala y Ciudad Altamirano, Edo. de Guerrero. Instituto de Geología, UNAM.

PORRAZ Z.R., 1962.- Investigaciones Mineras de la Cuenca del Río Balsas.

RAISZ E.L., 1964.- Physiographic Provinces and Landforms of México, Office of Naval Research. Cambridge Mass. USA.

RODRIGUEZ M.H.A., 1986.- Discusión sobre el modelo de yacimiento Mineral - del Mar de Planta Distrito Minero de Pachuca - Real del Monte, Hidalgo. Tesis Profesional, UNAM F.I., MEXICO.

DE LA TEJA S.M.A. y ARCEO C.F.A., 1985.- Estudio Geológico de Semidetalle del Área del Limón (Au, Ag, Pb), Municipio de Cocula, Guerrero, C.R.M. MEXICO, D.F.

SALAS P.G., 1980.- Carta y Provincias Metalogenéticas de la República Mexicana. Publicación 21 E. 2a. Edición C.R.M., MEXICO.

SANCHEZ R.D. y Varios., 1984.- Estudio Geológico Regional y Prospección Minera (Primera fase) de la Reserva Minera Nacional Morelos, Municipios de Zumpango del Río y Cocula, Estado de Guerrero. Por toda sustancia.

**A P E N D I C E   P E T R O G R A F I C O**

## ESTUDIO PETROGRAFICO

### I.- MUESTRA No. TEP - 4

Localidad : Prospecto El Tepechicle

Descripción del Afloramiento:

Es una caliza de la formación Morelos, con cierta oxidación en forma irregular de color pardo rojizo.

### II.- ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Pardo rojizo

Estructura: Compacta

Textura: Cristalina

### III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microcristalina

Mineralogía: Esenciales: Calcita en sus variedades micrita y espatita

Accesorios:

Secundarios: Hematita, limonita y minerales arcillosos

### IV.- CLASIFICACION

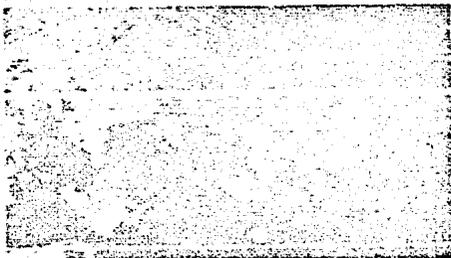
Calcilutita milonitizada

### V.- ORIGEN

Sedimentario marino con dinamosmetamorfismo

### VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta de calcita predominantemente del tipo micrítico; con pequeños contenidos de espatita, la cual ocurre como relleno de cavidades o vetillas. Se encuentran además, sulfuros diseminados (galena, pirita) alojados en fracturas, se observa oxidación parcial en los sulfuros; se presentan minerales de alteración como la hematita, limonita y minerales arcillosos.



Fotomicrografía de una calcilita milonitizada perteneciente a la Formación Morelos, en la cual se puede ver la textura cristalina fina de la roca. Al centro de la foto, se ven algunos carbonatos metálicos asociados a minerales opacos alojados en vetillas (color oscuro). Objetivo 6.3./0.20 Nícoles cruzados.

## ESTUDIO PETROGRAFICO

### I.- MUESTRA No. TEP - 11

Localidad: Prospecto El Tepechicle

Descripción del Afloramiento

Caliza de la formación Morelos, cerca de la veta se sacó esta muestra, presentando una fuerte oxidación.

### II.- ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Pardo rojizo en partes claro

Estructura: Compacta

Textura: Cristalina

### III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microcristalina

Mineralogía: Esenciales: Calcita en su variedad espatita y cuarzo

Accesorios:

Secundarios: Hematita, limonita y minerales arcillosos

### IV.- CLASIFICACION

Caliza continental (?) Travertino (?)

### V.- ORIGEN

Sedimentario continental

### VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta de calcita predominantemente del tipo espatita con pequeños contenidos de micrita; se encuentra como relleno de fracturas. Se presentan además, sulfuros diseminados con una fuerte oxidación supergénica; además como alteración tenemos a la hematita, limonita y minerales arcillosos.



Fotomicrografía de un travertino perteneciente a la Formación Morelos. En esta foto se ve la textura de intercrecimiento (limonita - calcita). Tanto en los extremos derecho como el izquierdo, se observan minerales de oxidación (hematita; Hem.). En el centro de la fotografía se ven algunos fragmentos diseminados de cuarzo (Qz). Objetivo 6.3/0.20 Nicols cruzados.

## ESTUDIO PETROGRAFICO

### I.- MUESTRA No. M - 4

Localidad: Prospecto El Tepechic

Descripción del afloramiento

Es una caliza perteneciente a la formación Morelos se encuentra en forma masiva, la muestra se sacó de un pozo donde se observa sulfuros ( galena, pirita ) y limonita.

### II.- ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Grisáceo

Estructura: Compacta

Textura: Cristalina

### III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microcristalina

Mineralogía: Esenciales: Calcita en su variedades micrita, espatita y fósiles.

Accesorios: Magnetita

Secundarios: Hematita, limonita y minerales arcillosos.

### IV.- CLASIFICACION

Calcilutita fosilifera ( Biomicrita )

Según: Folk y Pettijohn

### V.- ORIGEN

Sedimentario marino

VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta de calcita, predominantemente de micrita, con pequeños contenidos de espatita la cual ocurre como relleno de cavidades o vetillas. Se tienen además, sulfuros diseminados y en vetillas (gelna, piritita). Presenta algunos fósiles del tipo de los foraminíferos; contiene además minerales de alteración - como hematita, limonita y minerales arcillosos.



Fotomicrografía de una calcilutita fosilífera (Biomcrita), perteneciente a la Formación Morelos. En dicha foto pueden verse algunos fósiles (lo indican las flechas) del orden de los foraminíferos (fusulínidos y globigerínidos principalmente). En el centro de la foto se puede ver una vetilla fina de limonita (color obscuro); en la parte inferior derecha puede verse una vetilla de calcita asimismo, se pueden observar sulfuros (Su) diseminados en la muestra.

Objetivo 6.3/0.20 Nícoles cruzados.

## ESTUDIO PETROGRAFICO

### I.- MUESTRA No.- SAP - 3

Localidad: Prospecto Mina El Sapo

Descripción del Afioramiento

Se encuentra caliza de la formación Morelos, en forma masiva, se -  
observa una fuerte oxidación asociada a sulfuros ( galena, pirita )  
Los sulfuros se presentan en forma de rosario o en forma de vetillas  
alojados en las fracturas de la propia roca.

### II.- ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Pardo rojizo

Estructura: Compacta

Textura: Cristalina

### III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microcristalina

Mineralogía: Esenciales: Calcita en sus variedades micrita, espatita y cuarzo.

Accesorios: Magnetita, siderita.

Secundarios: Hematita, limonita y minerales arcillosos.

### IV.- CLASIFICACION

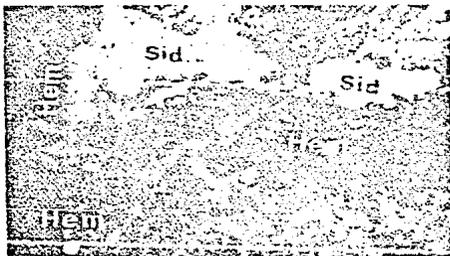
Travertino ( ? ) con siderita y oxidación

### V.- ORIGEN

Sedimentario continental

VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta de calcita, predominantemente de espatita, con -  
pequeñas cantidades de micrita, se encuentra en rellenos de cavida-  
des o vetillas. Se observa una fuerte oxidación que enmascara a la  
muestra; además se tiene como alteración a la hematita, limonita y  
minerales arcillosos.



Fotomicrografía de un travertino en donde se puede ver que presenta  
una orientación de ( Izq. a Der. ) . En el centro de la foto podemos  
ver que presenta una fuerte oxidación ( Hematita: Hem ). En la par  
te superior de la foto, se observa a la siderita ( Sid ) y calcita.  
Objetivo 6.3/0.20 Nícoles cruzados.

## ESTUDIO PETROGRAFICO

### I.- MUESTRA No. FA - 279

Localidad: Prospecto El Caballo III

Descripción del Afloramiento

La roca se sacó de un cuerpo intrusivo de composición granodiorítica. Se observa galena, malaquita, pirita, calcita y una oxidación parcial sobre la roca.

### II.- ASPECTOS MEGASCOPICO

Color: Blanco con algunas tonalidades pardas

Estructura: Compacta

Textura: Fanerítica

### III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Holocristalina porfídica de reliquia

Mineralogía: Esenciales: Cuarzo, feldespatos alterados.

Accesorios: Magnetita

Secundarios: Calcita, malaquita, hematita, limonita, sericita, minerales arcillosos.

### IV.- CLASIFICACION

Microtonalita ( Pórfido dacítico )

### V.- ORIGEN

Hipabisal

### VI.- OBSERVACIONES

La muestra presenta una mesostasis cuarzo-feldespática; se puede apreciar una principal alteración que es la seritización, seguida por una silicificación y cloritización; se encuentran minerales supergénicos como son óxidos, de carbonatos de plomo.

## ESTUDIO PETROGRAFICO

### I.- MUESTRA No. FA - 238

Localidad: Prospecto El Caballo III

Descripción del Afloramiento

Es una roca completamente alterada, de un cuerpo intrusivo de composición granodiorítica. También encontramos calizas poco estratificadas, pero éstas presentan una recristalización.

### II.- ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Pardo Claro

Estructura: Compacta

Textura: Afanítica

### III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Holocristalina porfídica de reliquia - cataclástica

Mineralogía: Esenciales: Cuarzo, feldespatos alterados, plagioclasas

Accesorios: Ferromagnesianos (biotita) alterados

Secundarios: Silicita, clorita, minerales arcillosos

### IV.- CLASIFICACION

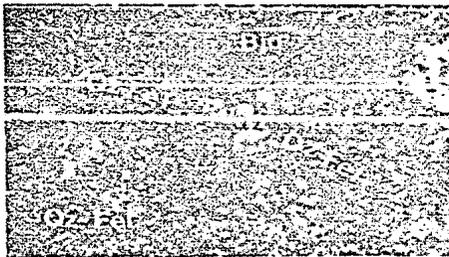
Microgranito calcoalcalino alterado

### V.- ORIGEN

Hipabisal

### VI.- OBSERVACIONES

La muestra presenta un dinamometamorfismo y alteración supergénica; en algunas partes, su textura se observa fragmentada. Se presentan en este caso alteraciones como: silicificación, sericitización y oxidación.



Fotomicrografía de un microgranito calcoalcalino alterado en la que se pueden ver en el centro de la foto algunos microcristales de cuarzo (Qz). En la parte central superior se ve un cristal de biotita (Bio) alterada. En general la pasta o matriz de la roca es un agregado cuarzo-feldespático (Qz-Fel). Objetivo 6.3./0.20 Nícoles cruzados.

## ESTUDIO PETROGRAFICO

### I.- MUESTRA No. M - 8 B

Localidad: Mina Piedra de Amolar

Descripción del Afloramiento

Se encuentra un pozo de donde se sacó la muestra, muy intemperizada; se observa una fuerte oxidación en la roca, se tiene limonita y calcita.

### II.- ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris con algunas tonalidades pardas

Estructura: Compacta

Textura: Cristalina Brechada

### III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microcristalina

Mineralogía: Esenciales: Calcita en su variedad de espatita, cuarzo

Accesorios: Dolomita

Secundarios: Hematita, limonita, minerales arcillosos

### IV.- CLASIFICACION

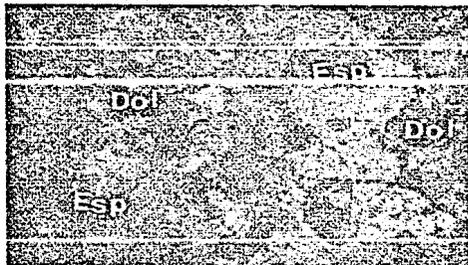
Brecha calcárea

### V.- ORIGEN

Sedimentario marino con dinamometamorfismo

### VI.- OBSERVACIONES

La muestra pertenece probablemente a una caliza espática, pero debido al intenso fracturamiento se considera como una brecha calcárea; además presenta una intensa oxidación; puede apreciarse en algunas partes carbonatos recristalizados por diagénesis (Dolomita); se observan también minerales de alteración como hematita, limonita y minerales arcillosos.



Fotomicrografia de una brecha calcárea en la cual se puede ver una recristalización de calcita (espatita: Esp.), además de algunos cristales de dolomita (Dol). En la parte superior derecha e inferior izquierda se puede ver que hay fragmentación o brechamiento en la roca (líneas punteadas). Objetivo 6.3/ 0.20 Nícoles cruzados.

## ESTUDIO PETROGRAFICO

### I.- MUESTRA No. M - 43

Localidad: Cerro del Coyote

Descripción del Afloramiento

Se sacó de un cuerpo de rocas ígneas extrusivas, cercano a la zona de estudio, donde se tiene el Cerro del Coyote, se observó mineralización de sulfuros diseminados.

### II.- ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris obscuro

Estructura: Compacta

Textura: Fanerítica

### III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microlítica porfídica

Mineralogía: Esenciales: Cuarzo, oligoclasa - andesina

Accesorios: Biotita, hornblenda, magnetita

Secundarios: Calcita, sericita, hematita, minerales arcillosos.

### IV.- CLASIFICACION

Dacita de biotita

### V.- ORIGEN

Extrusiva

### VI.- OBSERVACIONES

La muestra consta principalmente de una matriz microlítica, con fenocristales subedrales de plagioclasas de composición calco-sódica (Olig. And.); se tienen agregados de cuarzo en forma anedral en la misma matriz. La muestra en general es alterada parcialmente a calcita, sericita, minerales arcillosos y clorita.



Fotomicrografía de una dacita de biotita en la que se observa una mesostasis cuarzo-feldespática (Qz - feld). En el centro de la foto se encuentra un fenocristal de biotita (Bio) con alteración a clorita y sericita en los extremos izquierdo y derecho de la foto tenemos fenocristales de plagioclasas (Oligoclasa - Andesina: Oli-An).  
Objetivo 6.3./0.20 Nícoles cruzados.

## ESTUDIO PETROGRAFICO

### I.- MUESTRA No. M - 38

Localidad: Cerca del Prospecto El Ushi

Descripción del Afloramiento

La roca se sacó entre el contacto de las calizas y rocas ígneas - intrusivas. Esta muestra presenta un color blanco sacaroide, tratándose de una caliza completamente marmorizada.

### II.- ASPECTOS MEGASCOPICO

Color: Blanco

Estructura: Compacta

Textura: Cristalina

### III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura: Microcristalina granoblástica poligonada.

Mineralogía: Calcita, cuarzo, sericita, magnetita, limonita, minerales arcillosos.

### IV.- CLASIFICACION

Mármol

### V.- ORIGEN

Metamorfismo de contacto

Clase Química: Calcárea

Facies: Hornfels de Albita - Epidota

Subfacies: Calcita - cuarzo - sericita

Zona de Metamorfismo: Epizona

### VI.- OBSERVACIONES

La muestra presenta una recristalización de la calcita, debido a la temperatura y presión que ofreció el cuerpo intrusivo sobre las calizas, transformando las propiedades físicas de la roca. También se puede apreciar algunas disseminaciones de cuarzo en la muestra.

**A P E N D I C E   M I N E R A G R A F I C O**



Fotomicrografía 1.- Galena (Gn). Con una vetilla compuesta principalmente de óxidos de hierro (limonita y hematita) y arcillas en la foto puede verse el crucero en forma triangular o en escalera. Aumento 60X.- Luz Natural.



Fotomicrografía 2.- Blenda (Sph) reemplazando a la pirita (Py) principalmente en las fracturas que presenta este último mineral aumento 60X.- Luz Natural.



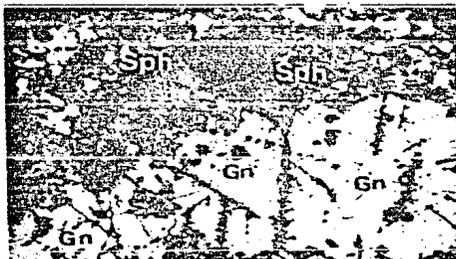
Fotomicrografía 3.- Cristales de blenda (Sph) y galena (Gn). Este último mineral se encuentra reemplazando a la blenda (véase las fracturas de la blenda reellenándose con galena). También presenta un cristal de pirita (Py) que ya está siendo reemplazado por los dos minerales anteriores. A la derecha de la foto encontramos cuarzo (Qz). Aumento 60X. Luz Natural.



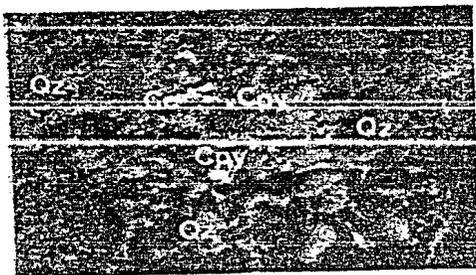
Fotomicrografía 4.- Blenda (Sph) invadiendo y reemplazando a la pirita (Py). A la izquierda de la foto se ve un cristal de cuarzo (Qz). Aumento 60X. Luz Natural.



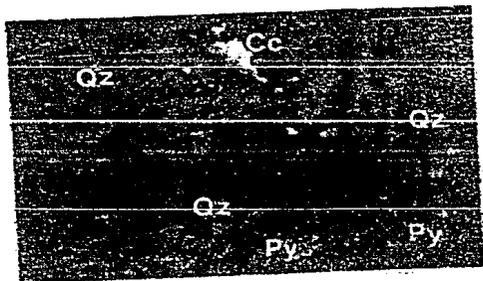
Fotomicrografía 5.- Galena (Gn) reemplazando a la pirita (Py).  
Abajo a la izquierda se puede ver unos minerales de cuarzo (Qz).  
Aumento 60X.- Luz Natural.



Fotomicrografía 6.- Asociaciones de galena (Gn) y blenda (Sph).  
Puede verse que prácticamente la galena ocupa casi todo el lugar de  
la blenda (reemplazamiento). Aumento 60X.- Luz Natural.



Fotomicrografía 7.- Calcopirita (Cpy) que está siendo reemplazada por la calcocita (Cc). En la periferia se observa mineral de cuarzo (Qz).- Aumento 60X.- Luz Natural.



Fotomicrografía 8.- Cristales de pirita (Py) y calcocita (Cc) la cual se presenta en las fracturas de algunos minerales y en el cuarzo (Qz) Aumento 60X.- Luz Natural.

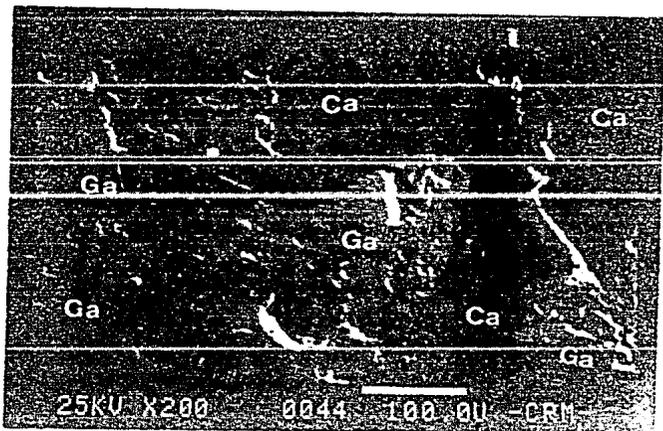
**A P E N D I C E   D E   M I C R O S O N D A   E L E C T R O N I C A**

Fotomicrografías que muestran las siguientes relaciones:

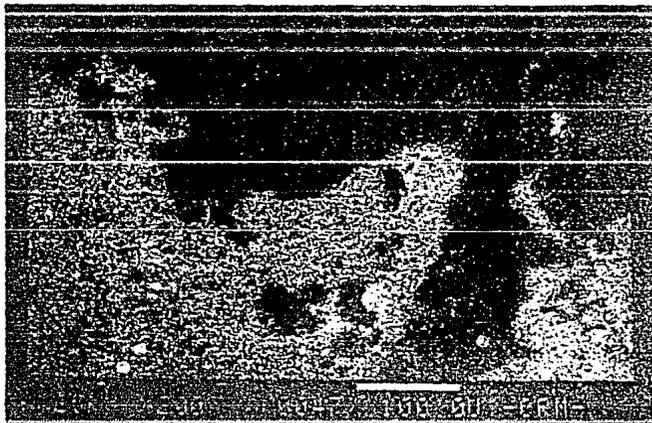
En la Fotomicrografía # 1 que es por electrones secundarios donde se ve principalmente la minerografía que presenta, la cual está formada por Galena ( Ga ) y Calcita ( Ca ).

Por lo que respecta a la Fotomicrografía # 2 se detecta una distribución o mapeo por Plomo; en la propia Galena en donde se ve la mayor concentración.

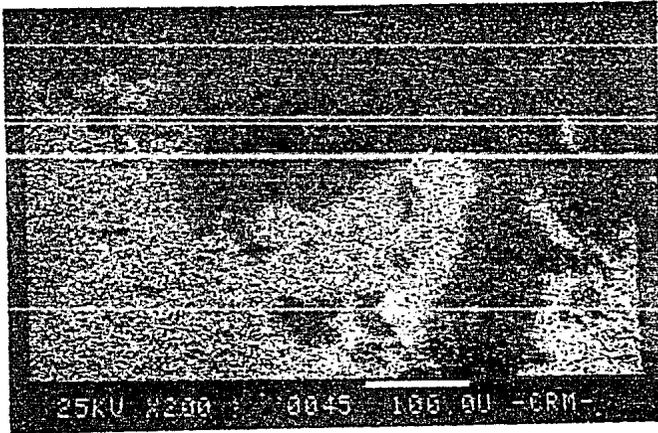
En la siguiente Fotomicrografía # 3 se ve la detección para la distribución de Plata en la misma Galena. ( Aumento X 200; Tamaño y escala - en micras - lo indica la Flecha ).



Fotomicrografia # 1

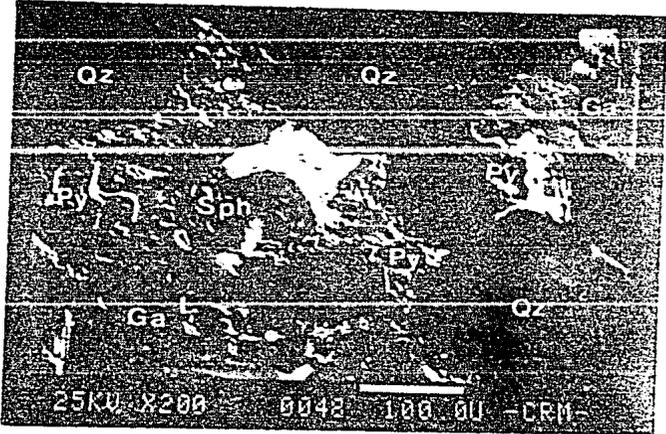


Fotomicrografia # 2

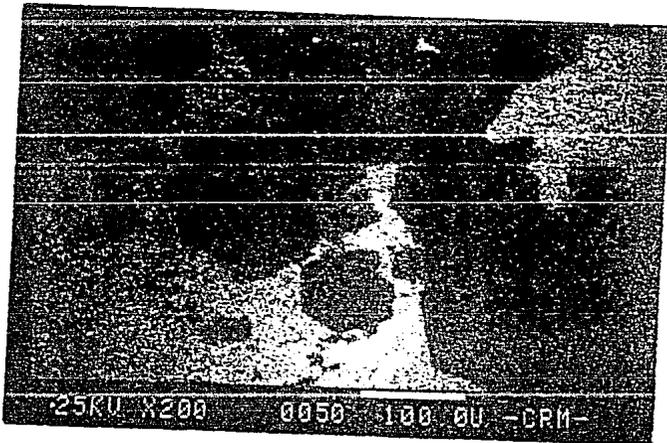


Fotomicrografia # 3

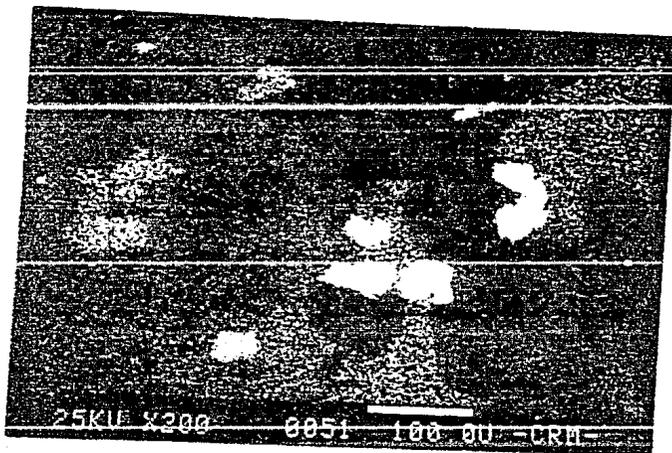
Fotomicrografía # 6 que es producida por electrones secundarios, donde presenta la textura de la muestra: Galena (Ga), Pirita (Py) rugosa con relieve, Freibergita (Fr), Esfalerita (Sph), y cristales de Cuarzo (Qz). En la siguiente Fotomicrografía # 7 se ve la distribución de Plata (Ag), en el mineral de Freibergita. En la Fotomicrografía # 9 se nota la distribución de Hierro (Fe), Pirita (Py) y Freibergita - en menor proporción. (Aumento X 200; tamaño y escala - en micras - lo indica la flecha).



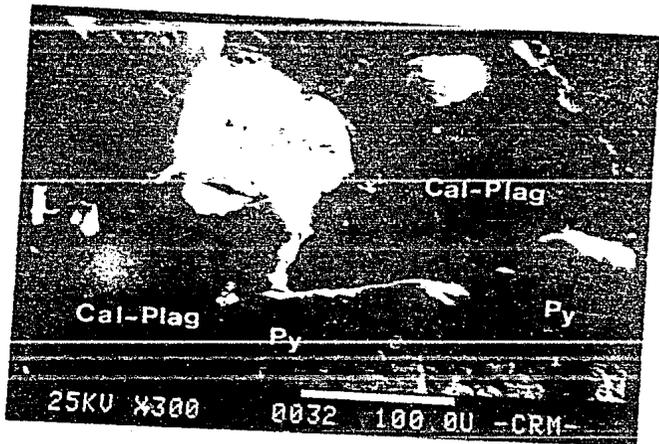
Fotomicrografia # 6



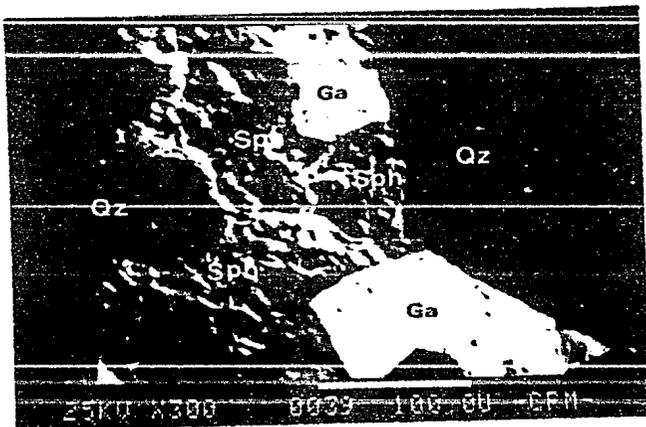
Fotomicrografia # 7



Fotomicrografia # 9



Fotomicrografia # 10 producida por electrones secundarios, donde se observan algunos fragmentos de Galena ( Ga ), Pirita ( Py ) - en un agregado de Calcita y Plagioclasas ( Cal - Plag ). (Aumento X 300; Tamaño y escala - en micras - lo indica la Flecha ).



Fotomicrografía # 12 que es por electrones secundarios, donde se ve la textura de la muestra y la minerografía que presenta, la cual está formada por Galena ( Ga ) y Esfalerita ( Sph ) en matriz de Cuarzo ( Qz ). ( Aumento X 300; Tamaño y escala - en micras - lo indica la flecha ).

## EXPLICACION SIMBOLOS GEOLOGICOS

### ROCAS SEDIMENTARIAS

- Qsl** ALUVION
- Ksm** FORMACION MESCALA  
del Cretácico del Caucho, Agulón, Compostela y Llanos de Amolal, Coahuila
- Ksc** FORMACION CUATLA  
con las areniscas con propósitos horizontales
- Km** FORMACION MORELOS  
Cantos de basalto puzos y arenas

### ROCAS METAMORFICAS

**g** GRANODIORITA

### ROCAS IGNEAS

- g1** GRANODIORITA
- di** DIQUE GRANODIORITICO

Contacto Geológico Observado \_\_\_\_\_

Contacto Geológico Inferido \_\_\_\_\_

Minas y Prospectos \_\_\_\_\_

Rumbo y Escala \_\_\_\_\_

Fracturas \_\_\_\_\_

Ferros (indicados Grueso y Fines) \_\_\_\_\_

Características Mineralógicas \_\_\_\_\_

### SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

Resaca:  00  01

Draca:  02  03

Rio y Arroyo:  04  05

Asignación Número:  06  07

Consección Número:  08  09

Cortes de Nivel (o Cotas) Metros:  10  11

NOTA: Cartografía tomada del plano número del levantamiento de la zona y del Rio Amolal, U.F.C. 1:50,000, 1970, Hoja No. 13

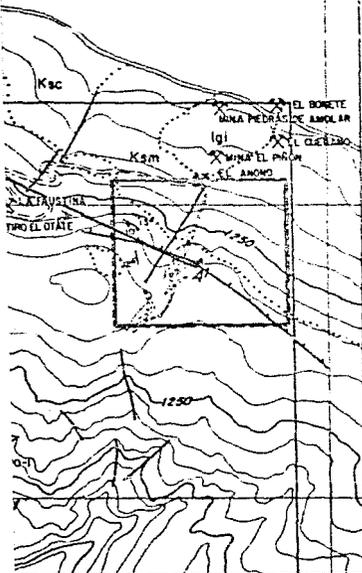
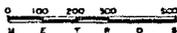
### CORROS DE LOCALIZACION



### ESTADO DE GUERRERO

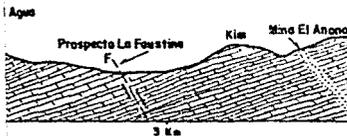


ESCALA 1:15,000



EL LIMON E-33 A 24 Sup. 588 Has.

E 12 000



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIENCIAS DE LA TIERRA

MAPA GEOLOGICO DEL AREA  
EL LIMON, MPIO. DE COCULA, GRO.

TESIS PROFESIONAL

JULIAN NUNEZ B

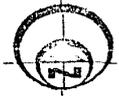
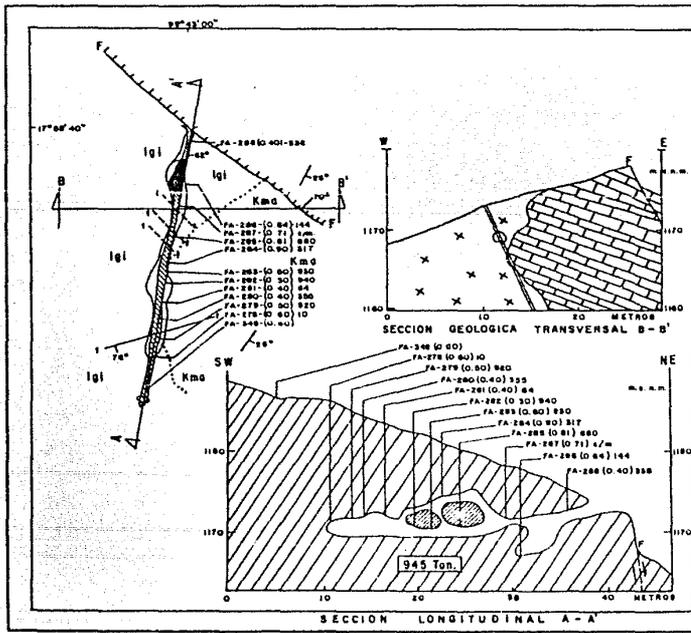
1987

Mapa No. 7









**EXPLICACION**

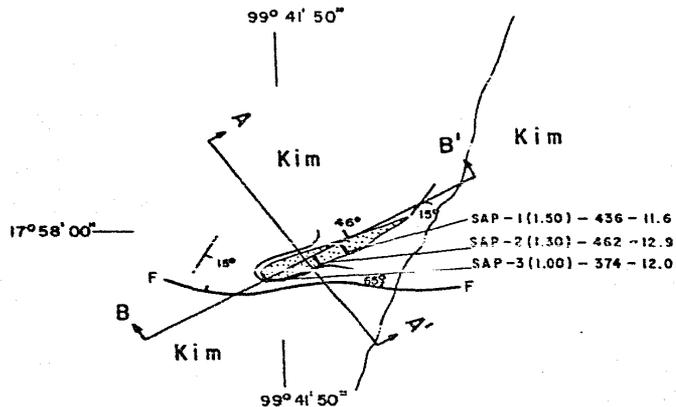
- FORMACION MORELOS  Km
- CALIZAR MARMOLIZADAS  Km
- Granodiorita  Km
- Contacto Geologico  Km
- Veta  Km
- Foja Observado Bloque Undido  Km
- Fractura Mineralizada  Km
- Fractura esteril  Km
- Rumbo y Echado  Km
- Muestra Colectada  Km
- Socavon  Km
- Pozo  Km
- Zanja de Exploracion  Km
- Pilar  Km
- Linea de Seccion  Km
- NO DE RESPONSA  Km
- CALIZAR MARMOLIZADAS  Km
- ESCALA 1:500
- 0 2 4 6 8 10 20 METROS
- M E T R O S

**U.N.A.M.** FACULTAD DE INGENIERIA  
CIENCIAS DE LA TIERRA

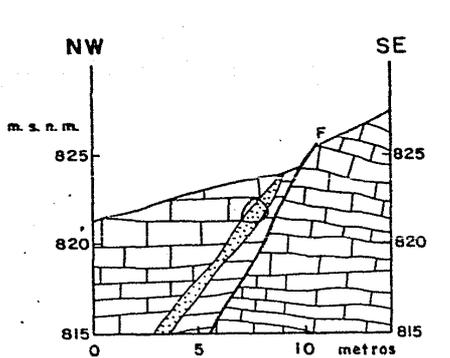
MAPA GEOLOGICO DEL PROSPECTO  
EL CABALLO III, MPIO. DE COCULA, GRO.

TESIS PROFESIONAL  
JULIAN NUÑEZ B

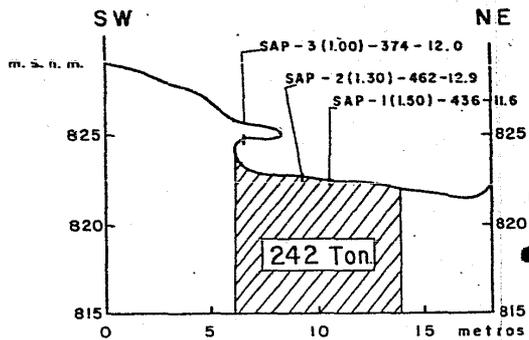
1987 Mapa No. 10



PLANTA



SECCION TRANSVERSAL A-A'

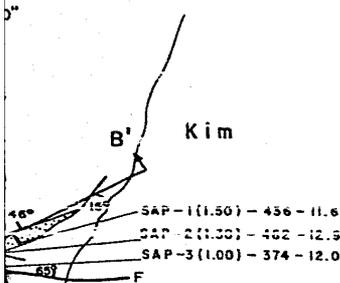
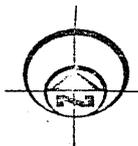


SECCION LONGITUDINAL B-B'

# EXPLICACION

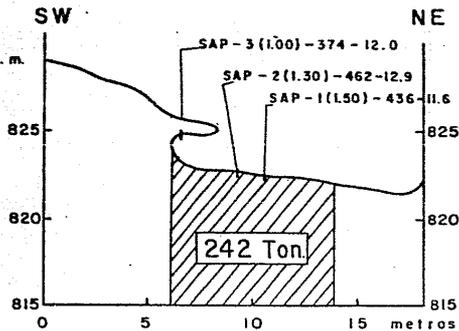
**Kim** CALIZAS (Formacion Morelos)

Estructura Mineralizada \_\_\_\_\_  
 Falla \_\_\_\_\_ F  $65^{\circ}$  F  
 Rumbo y Echado \_\_\_\_\_  $30^{\circ}$ /  
 Muestra Colectada \_\_\_\_\_ SAP-2 (1.30)  
 Arroyo \_\_\_\_\_  
 Socavon \_\_\_\_\_  
 Linea de Seccion \_\_\_\_\_ A A'



Nº de	ESPESOR	Ag	Pb
MUESTRA	METROS	Gr/Ton	%
SAP-2	(1.30)	462	12.9

A

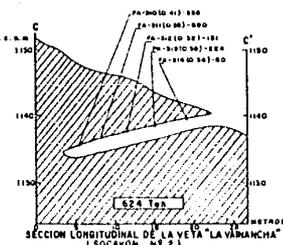
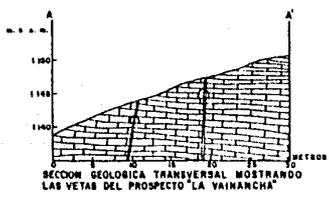
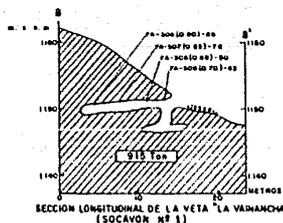
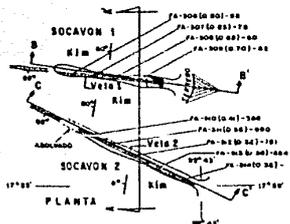
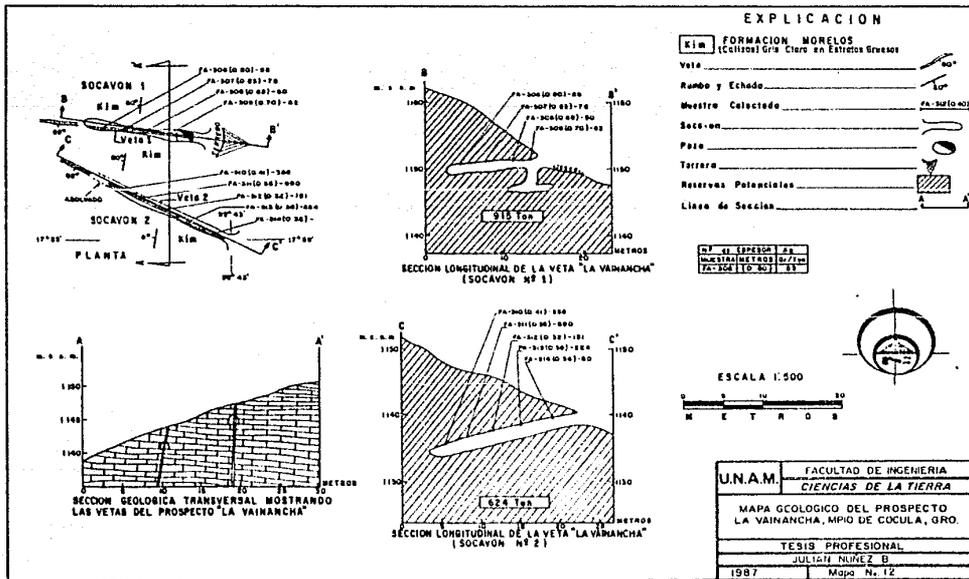


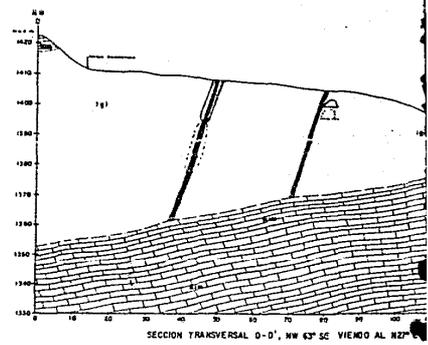
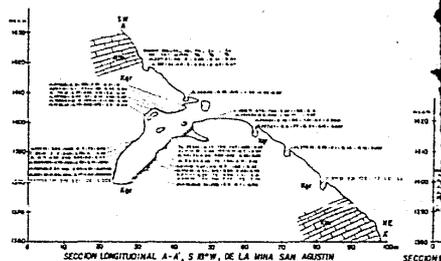
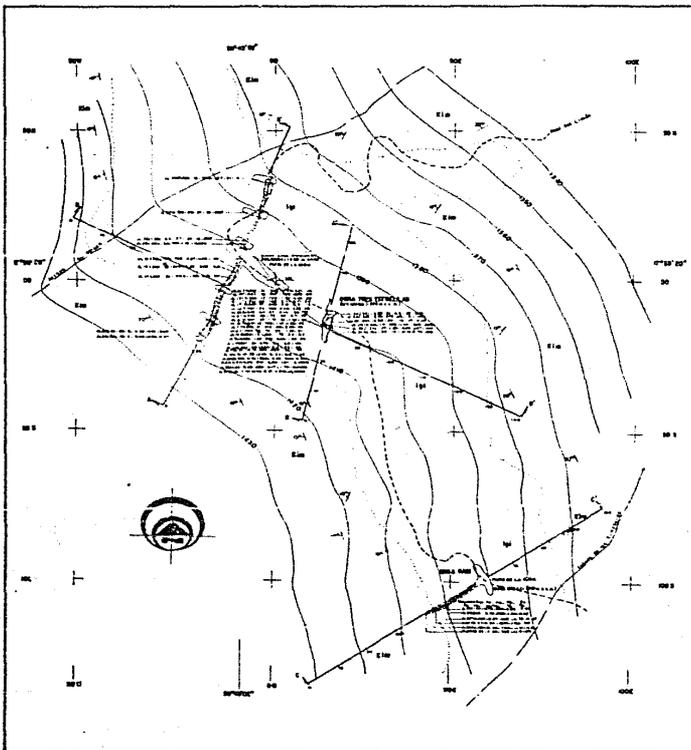
SECCION LONGITUDINAL B - B'

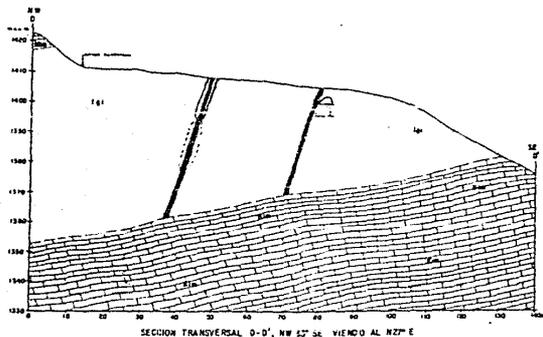
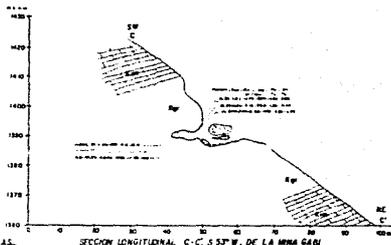
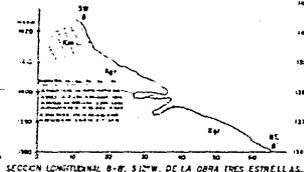
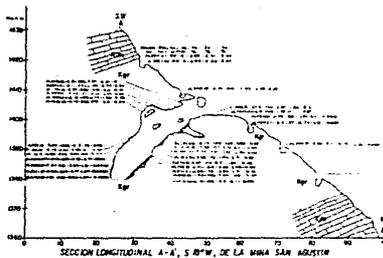
ESCALA 1:250



U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
MAPA GEOLOGICO DEL PROSPECTO MINA EL SAPO, MPIO. DE COCULA, GRO.	
TESIS PROFESIONAL	
JULIAN NUÑEZ B.	
1987	Mapa. No. 11







EXPLICACION

ROCAS SEDIMENTARIAS  
 K.m FORMACION MORELOS  
 (Corte en forma de triángulo)

ROCAS IGREAS

Eg1 IGRESIAS

Eg2 IGRESIAS

Eg3 IGRESIAS

Eg4 IGRESIAS

Eg5 IGRESIAS

Eg6 IGRESIAS

Eg7 IGRESIAS

Eg8 IGRESIAS

Eg9 IGRESIAS

Eg10 IGRESIAS

Eg11 IGRESIAS

Eg12 IGRESIAS

Eg13 IGRESIAS

Eg14 IGRESIAS

Eg15 IGRESIAS

Eg16 IGRESIAS

Eg17 IGRESIAS

Eg18 IGRESIAS

Eg19 IGRESIAS

Eg20 IGRESIAS

Eg21 IGRESIAS

Eg22 IGRESIAS

Eg23 IGRESIAS

Eg24 IGRESIAS

Eg25 IGRESIAS

Eg26 IGRESIAS

Eg27 IGRESIAS

Eg28 IGRESIAS

Eg29 IGRESIAS

Eg30 IGRESIAS

ESTADO DE GUERRERO  
 MUNICIPIO DE COCULA  
 MUNICIPIO DE COCULA  
 MUNICIPIO DE COCULA

ESCALA 1:500

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
MAPA GEOLOGICO DE LOS PUEBLOS SAN AGUSTIN, GARI Y TRES ESTRELLAS MUNICIPIO DE COCULA, GUERRERO.	
TESIS PROFESIONAL	
JULIAN MENEZ B	
1967	Mapa No. 15